



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

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

(11)



1-0041354

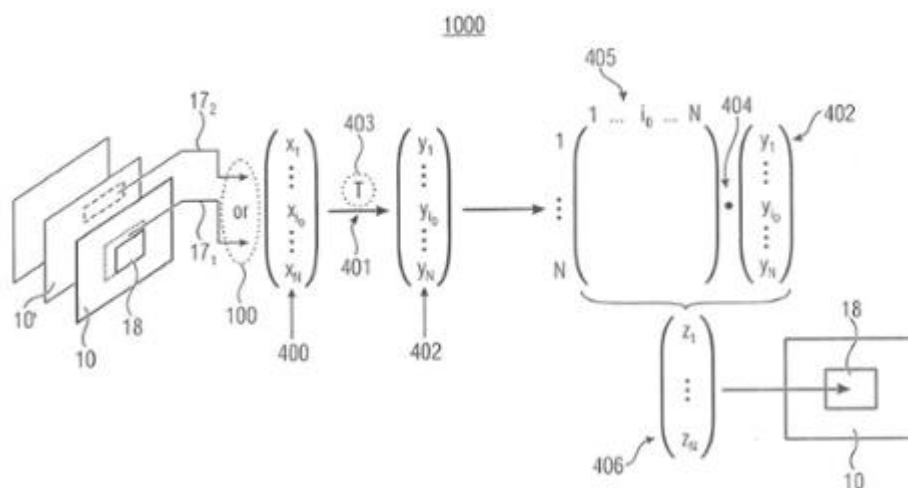
(51)^{2020.01} H04N 19/105; H04N 19/196; H04N 19/46; H04N 19/176

(13) B

- (21) 1-2021-07990 (22) 11/05/2020
(86) PCT/EP2020/063018 11/05/2020 (87) WO2020/229394 19/11/2020
(30) 19173830.1 10/05/2019 EP
(45) 25/10/2024 439 (43) 25/04/2022 409
(73) Fraunhofer-Gesellschaft zur Foerderung der angewandten Forschung e.V. (DE)
Hansastrasse 27c, 80686 Muenchen, Germany
(72) PFAFF, Jonathan (DE); HINZ, Tobias (DE); HELLE, Philipp (DE); MERKLE,
Philipp (DE); STALLENBERGER, Björn; (DE); SCHÄFER, Michael (DE); BROSS,
Benjamin (DE); WINKEN, Martin (DE); SIEKMANN, Mischa (DE); SCHWARZ,
Heiko (DE); MARPE, Detlev (DE); WIEGAND, Thomas (DE).
(74) Công ty TNHH Quốc tế D & N (D&N INTERNATIONAL CO.,LTD.)

(54) MÁY VÀ PHƯƠNG PHÁP DỰ ĐOÁN KHỐI ĐƯỢC ĐỊNH TRƯỚC CỦA ẢNH, MÁY VÀ PHƯƠNG PHÁP MÃ HÓA ẢNH, MÁY VÀ PHƯƠNG PHÁP GIẢI MÃ ẢNH, PHƯƠNG TIỆN LƯU TRỮ ĐỌC ĐƯỢC BẰNG MÁY TÍNH

(57) Sáng chế đề cập đến máy và phương pháp mã hóa khối ảnh được định trước, máy và phương pháp mã hóa ảnh, máy và phương pháp giải mã ảnh. Máy dự đoán khối được định trước (18) của ảnh sử dụng nhiều mẫu tham chiếu (17a,c). Máy được tạo cấu hình để tạo ra (100) vector giá trị mẫu (102, 400) trong số nhiều mẫu tham chiếu, suy ra từ vector giá trị mẫu vector bổ sung mà trên đó vector giá trị mẫu được ánh xạ bởi biến đổi tuyến tính khả nghịch, tính toán tích ma trận-vector giữa vector bổ sung và ma trận dự đoán được định trước để thu được vector dự đoán, và dự đoán các mẫu của khối được định trước trên cơ sở vector dự đoán.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến lĩnh vực dự đoán dựa vào khối. Các phương án liên quan đến cách cải tiến để xác định vector dự đoán.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Hiện nay có các chế độ dự đoán nội ảnh và liên ảnh dựa vào khối. Các mẫu lân cận khối sẽ được dự đoán hoặc các mẫu thu được từ các ảnh khác có thể tạo ra vector mẫu, vector này trải qua phép nhân ma trận để xác định tín hiệu dự đoán cho khối sẽ được dự đoán.

Phép nhân ma trận tốt hơn là nên được thực hiện trong số học nguyên và ma trận được suy ra bởi thuật toán huấn luyện trên cơ sở học máy nên được sử dụng cho phép nhân ma trận.

Tuy nhiên, thuật toán huấn luyện như vậy thường chỉ dẫn đến ma trận đã cho có độ chính xác dấu phẩy động. Do đó, ta phải đối mặt với vấn đề chỉ rõ các phép toán số nguyên sao cho phép nhân ma trận cũng được làm tròn sử dụng các phép toán số nguyên này và/hoặc đạt được sự cải thiện hiệu quả tính toán và/hoặc kết xuất dự đoán hiệu quả hơn về phương án thực hiện.

Tài liệu tham khảo

[1] P. Helle et al., “Non-linear weighted intra prediction”, JVET-L0199, Macao, China, October 2018.

[2] F. Bossen, J. Boyce, K. Suehring, X. Li, V. Seregin, “JVET common test conditions and software reference configurations for SDR video”, JVET-K1010, Ljubljana, SI, July 2018.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Mục đích này đạt được bởi đối tượng của các điểm yêu cầu bảo hộ độc lập.

Các phương án khác theo sáng chế được xác định bởi đối tượng của các điểm phụ thuộc của sáng chế.

Theo khía cạnh thứ nhất của sáng chế, các tác giả sáng chế nhận ra một vấn đề xảy ra khi cố xác định vector dự đoán bởi bộ mã hóa hoặc bộ giải mã, có khả năng thiếu sử dụng số học nguyên để tính toán vector dự đoán cho khối được định trước. Theo khía cạnh thứ nhất của sáng chế, khó khăn này có thể được khắc phục bằng cách suy ra từ vector giá trị mẫu vector bổ sung mà trên đó vector giá trị mẫu được ánh xạ bởi biến đổi tuyến tính khả nghịch được định trước để vector giá trị mẫu không được áp dụng trực tiếp trong tích ma trận-vector để tính toán vector dự đoán. Thay vào đó, tích ma trận-vector được tính toán giữa vector bổ sung và ma trận dự đoán được định trước để tính toán vector dự đoán. Ví dụ, vector bổ sung, được suy ra sao cho các mẫu của khối được định trước có thể được dự đoán bởi máy sử dụng các phép toán số học nguyên và/hoặc các phép toán số học dấu phẩy cố định. Điều này dựa trên ý tưởng, rằng các thành phần của vector giá trị mẫu là tương quan, nhờ đó biến đổi tuyến tính khả nghịch được định trước cải tiến có thể được sử dụng, ví dụ, để thu được vector bổ sung có chủ yếu các mục nhập nhỏ cho phép sử dụng ma trận số nguyên và/hoặc ma trận có các giá trị dấu phẩy cố định và/hoặc ma trận có sai số lượng tử hóa được mong đợi là nhỏ như ma trận dự đoán được định trước.

Theo đó, theo khía cạnh thứ nhất của sáng chế, máy dự đoán khối được định trước của ảnh sử dụng nhiều mẫu tham chiếu, được tạo cấu hình để tạo ra vector giá trị mẫu trong số nhiều mẫu tham chiếu. Các mẫu tham chiếu, ví dụ, là các mẫu lân cận khối được định trước với dự đoán nội ảnh hoặc các mẫu trong một ảnh khác với dự đoán liên ảnh. Theo phương án, các mẫu tham chiếu có thể giảm xuống, ví dụ, bằng cách tính trung bình để thu được vector giá trị mẫu với số lượng giá trị giảm. Hơn nữa, máy được tạo cấu hình để suy ra từ vector giá trị mẫu vector bổ sung mà trên đó vector giá trị mẫu được ánh xạ bởi biến đổi tuyến tính khả nghịch được định trước, tính toán tích ma trận-vector giữa vector bổ sung và ma trận dự đoán được định trước để thu được vector dự đoán, và dự đoán các mẫu của khối được định trước trên cơ sở vector dự đoán. Dựa trên vector bổ sung, sự dự đoán của các mẫu của khối được định trước có thể biểu diễn sự làm gần đúng số nguyên của tích ma trận-vector giữa vector giá trị mẫu và ma trận để thu các mẫu được dự đoán của khối được định trước.

Tích ma trận-vector trực tiếp giữa vector giá trị mẫu và ma trận có thể bằng tích ma trận-vector thứ hai giữa vector bổ sung và ma trận thứ hai. Ma trận thứ hai và/hoặc ma trận là, ví dụ, các ma trận dự đoán học máy. Theo phương án, ma trận thứ hai có thể dựa trên ma trận dự đoán được định trước và ma trận số nguyên. Ma trận thứ hai bằng, ví dụ, tổng của ma trận dự đoán được định trước và ma trận số nguyên. Nói cách khác, tích ma trận-vector thứ hai giữa vector bổ sung và ma trận thứ hai có thể được biểu thị bởi tích ma trận-vector giữa vector bổ sung và ma trận dự đoán được định trước và tích ma trận-vector bổ sung giữa ma trận số nguyên và vector bổ sung. Ma trận số nguyên là, ví dụ, ma trận với cột được định trước i_0 bao gồm các số một và với các cột $i \neq i_0$ bằng 0. Do đó, phép làm gần đúng số nguyên tốt và/hoặc phép làm gần đúng giá trị dấu phẩy cố định của tích ma trận-vector thứ nhất và/hoặc thứ hai có thể đạt được bởi máy. Điều này dựa trên ý tưởng, rằng ma trận dự đoán được định trước có thể được lượng tử hóa hoặc đã là ma trận được lượng tử hóa, vì vector bổ sung bao gồm các giá trị nhỏ là chủ yếu dẫn đến ảnh hưởng không đáng kể của các sai số lượng tử hóa có thể xảy ra trong phép làm gần đúng của tích ma trận-vector thứ nhất và/hoặc thứ hai.

Theo phương án, biến đổi tuyến tính khả nghịch nhân tổng vector dự đoán được định trước và ma trận số nguyên có thể tương ứng với phiên bản được lượng tử hóa của ma trận dự đoán học máy. Ma trận số nguyên là, ví dụ, ma trận với cột i_0 được định trước bao gồm các số một và với các cột $i \neq i_0$ bằng 0.

Theo phương án, biến đổi tuyến tính khả nghịch được định nghĩa sao cho thành phần được định trước của vector bổ sung là a , và mỗi thành phần trong số các thành phần khác của vector bổ sung, ngoại trừ thành phần được định trước, bằng thành phần tương ứng của vector giá trị mẫu trừ a , trong đó a là giá trị được định trước. Do đó, vector bổ sung với các giá trị nhỏ có thể được thực hiện, cho phép lượng tử hóa của ma trận dự đoán được định trước và dẫn đến ảnh hưởng không đáng kể của sai số lượng tử hóa trong các mẫu được dự đoán của khối được định trước. Với vector bổ sung này, có thể dự đoán các mẫu của khối được định trước bởi các phép toán số học nguyên và/hoặc các phép toán dấu phẩy cố định.

Theo phương án, giá trị được định trước là một trong số giá trị trung bình, như trung bình số học hoặc trung bình được gán trọng số, của các thành phần của vector giá

trị mẫu, giá trị mặc định, giá trị được báo hiệu trong luồng dữ liệu mà ảnh được mã hóa vào đó, và thành phần của vector giá trị mẫu tương ứng với thành phần được định trước. Vector giá trị mẫu, ví dụ, nằm trong nhiều mẫu tham chiếu hoặc trung bình của các nhóm các mẫu tham chiếu trong số nhiều mẫu tham chiếu. Nhóm các mẫu tham chiếu bao gồm, ví dụ, ít nhất hai mẫu tham chiếu, tốt hơn là các mẫu tham chiếu liên kề.

Giá trị được định trước là, ví dụ, trung bình số học hoặc trung bình được gán trọng số, của một số thành phần (ví dụ, ít nhất hai thành phần) của vector giá trị mẫu của tất cả các thành phần của vector giá trị mẫu. Điều này dựa trên ý tưởng rằng, các thành phần của vector giá trị mẫu là tương quan, tức là, các giá trị của các thành phần có thể tương tự và/hoặc ít nhất một số thành phần có thể có các giá trị bằng nhau, trong đó các thành phần của vector bổ sung không bằng với thành phần được định trước của vector bổ sung, tức là, các thành phần i với $i \neq i_0$, trong đó i_0 biểu diễn thành phần được định trước, tốt hơn là có giá trị tuyệt đối nhỏ hơn thành phần tương ứng của vector giá trị mẫu. Do đó, vector bổ sung với các giá trị nhỏ hơn có thể được thực hiện.

Giá trị được định trước có thể là giá trị mặc định, trong đó giá trị mặc định, ví dụ, được chọn từ danh sách các giá trị mặc định hoặc tương tự với tất cả các kích thước khối, các chế độ dự đoán và tương tự. Các thành phần của danh sách các giá trị mặc định có thể được kết hợp với các kích thước khối khác nhau, các chế độ dự đoán, các kích thước vector giá trị mẫu, trung bình các giá trị của các vector giá trị mẫu và tương tự. Do đó, ví dụ, phụ thuộc vào khối được định trước, tức là, phụ thuộc vào các thiết lập giải mã hoặc mã hóa được kết hợp với khối được định trước, máy chọn giá trị mặc định được tối ưu từ danh sách các giá trị mặc định.

Theo cách khác, giá trị được định trước có thể là giá trị được báo hiệu trong luồng dữ liệu mà ảnh được lập mã. Trong trường hợp này, máy để mã hóa xác định giá trị được định trước. Việc xác định giá trị được định trước có thể dựa trên sự cân nhắc tương tự như được mô tả trên đây trong ngữ cảnh của giá trị mặc định.

Các thành phần của vector bổ sung không bằng với thành phần được định trước của vector bổ sung, tức là, các thành phần i đối với $i \neq i_0$, trong đó i_0 biểu diễn thành phần được định trước, có, ví dụ, giá trị tuyệt đối nhỏ hơn thành phần tương ứng của vector giá

trị mẫu với sự sử dụng giá trị mặc định hoặc giá trị được báo hiệu trong luồng dữ liệu làm giá trị được định trước.

Theo phương án, giá trị được định trước có thể là thành phần của vector giá trị mẫu tương ứng với thành phần được định trước. Nói cách khác, giá trị của thành phần của vector giá trị mẫu tương ứng với thành phần được định trước không thay đổi bằng cách áp dụng biến đổi tuyến tính khả nghịch. Do giá trị của thành phần của vector giá trị mẫu tương ứng với thành phần được định trước bằng, ví dụ, giá trị của thành phần được định trước của vector bổ sung.

Ví dụ, thành phần được định trước được chọn mặc định, như ví dụ, được mô tả ở trên liên quan đến giá trị được định trước làm giá trị mặc định. Rõ ràng rằng thành phần được định trước có thể được chọn bởi thủ tục thay thế. Ví dụ, thành phần được định trước được chọn tương tự với giá trị được định trước. Theo phương án, thành phần được định trước được chọn sao cho giá trị của thành phần tương ứng của vector giá trị mẫu bằng hoặc chỉ có độ lệch không đáng kể từ trung bình các giá trị của vector giá trị mẫu.

Theo phương án, các thành phần của ma trận dự đoán với cột của ma trận dự đoán được định trước mà tương ứng với thành phần được định trước của vector bổ sung đều bằng 0. Máy được tạo cấu hình để tính toán tích ma trận-vector, tức là, tích ma trận-vector giữa vector bổ sung và ma trận dự đoán được định trước, bằng cách thực hiện các phép nhân bằng cách tính toán tích ma trận-vector giữa ma trận dự đoán rút gọn là kết quả từ ma trận dự đoán được định trước bằng cách bỏ qua cột, tức là, cột bao gồm các số 0, và thậm chí vector là kết quả từ vector bổ sung bằng cách bỏ qua thành phần được định trước. Điều này dựa trên ý tưởng, rằng thành phần được định trước của vector bổ sung được thiết lập là giá trị được định trước và giá trị được định trước này là chính xác hoặc bằng các giá trị mẫu trong tín hiệu dự đoán cho khối được dự đoán, nếu các giá trị khối của vector giá trị mẫu là tương quan. Do đó, sự dự đoán của các mẫu của khối được định trước tùy chọn dựa trên ma trận dự đoán được định trước vector bổ sung hoặc ma trận dự đoán giảm nhân vector bổ sung và ma trận số nguyên, cột i_0 của ma trận này, mà cột tương ứng với thành phần được định trước, bao gồm nhiều số 1 và tất cả cột $i \neq i_0$ khác của ma trận này bằng 0, nhân với vector bổ sung. Nói cách khác, ma trận dự đoán học máy được biến đổi, ví dụ, bởi biến đổi nghịch đảo của biến đổi tuyến tính khả nghịch

được định trước, có thể được chia thành ma trận dự đoán được định trước hoặc ma trận dự đoán giảm và ma trận số nguyên dựa trên vector bổ sung. Do đó, chỉ ma trận dự đoán nên được lượng tử hóa để thu được phép làm gần đúng số nguyên của ma trận dự đoán học máy và/hoặc ma trận dự đoán học máy được biến đổi, mà có lợi vì thậm chí vector bổ sung không bao gồm thành phần được định trước và tất cả các thành phần khác có các giá trị tuyệt đối nhỏ hơn nhiều so với thành phần tương ứng của vector giá trị mẫu cho phép tác động không đáng kể của sai số lượng tử hóa trong sự lượng tử hóa thu được của ma trận dự đoán học máy và/hoặc của ma trận dự đoán học máy được biến đổi. Hơn nữa, với ma trận dự đoán giảm và thậm chí các phép nhân ít vector bổ sung phải được thực hiện để thu được vector dự đoán, giảm độ phức tạp và dẫn đến hiệu quả tính toán cao hơn. Một cách tùy chọn, vector với tất cả các thành phần là giá trị được định trước có thể được thêm vào vector dự đoán tại sự dự đoán của các mẫu của khối được định trước. Vector có thể thu được, như được mô tả trên đây, bằng tích ma trận-vector giữa ma trận số nguyên và ma trận khác.

Theo phương án, ma trận, là kết quả của phép cộng mỗi thành phần ma trận của ma trận dự đoán được định trước trong cột ma trận dự đoán được định trước mà tương ứng với thành phần được định trước của vector bổ sung, với một, nhân với biến đổi tuyến tính khả nghịch được định trước tương ứng với phiên bản được lượng tử hóa của ma trận dự đoán học máy. Phép cộng mỗi thành phần ma trận của ma trận dự đoán được định trước trong cột ma trận dự đoán được định trước mà tương ứng với thành phần được định trước của vector, với một, biểu thị, ví dụ, ma trận dự đoán học máy được biến đổi. Ma trận dự đoán học máy biểu diễn, ví dụ, ma trận dự đoán học máy được biến đổi bởi biến đổi nghịch đảo của biến đổi tuyến tính khả nghịch được định trước. Phép cộng có thể tương ứng với phép cộng của ma trận dự đoán được định trước với ma trận số nguyên, cột i_0 của ma trận này, mà cột tương ứng với thành phần được định trước, bao gồm các số một và tất cả các cột $i \neq i_0$ khác của ma trận này bằng 0.

Theo phương án, máy được tạo cấu hình để biểu diễn ma trận dự đoán được định trước sử dụng các tham số dự đoán và để tính toán tích ma trận-vector bằng cách thực hiện các phép nhân và các phép cộng trên các thành phần của vector bổ sung và các tham số dự đoán và các kết quả trung gian rút ra từ đó. Các giá trị tuyệt đối của các tham số dự đoán là có thể biểu diễn bởi sự biểu diễn số dấu phẩy cố định n bit với n bằng hoặc

nhỏ hơn 14, hoặc 10, hoặc 8. Nói cách khác, các tham số dự đoán được nhân và/hoặc cộng với các phần tử của tích ma trận-vector, như vector bổ sung, ma trận và/hoặc vector dự đoán dự đoán được định trước. Bằng các phép toán nhân và cộng, định dạng dấu phẩy cố định, ví dụ, của ma trận dự đoán được định trước, của vector dự đoán và/hoặc của các mẫu được dự đoán của khối được định trước có thể thu được.

Phương án theo sáng chế liên quan đến máy mã hóa ảnh bao gồm, máy dự đoán khối được định trước của ảnh sử dụng nhiều mẫu tham chiếu theo phương án bất kỳ trong số các phương án được mô tả ở đây, để thu được tín hiệu dự đoán. Hơn nữa, máy bao gồm bộ mã hóa entropy được tạo cấu hình để mã hóa khối dư dự đoán cho khối được định trước để hiệu chỉnh tín hiệu dự đoán. Đối với sự dự đoán của khối được định trước để thu được tín hiệu dự đoán, máy, ví dụ, được tạo cấu hình để tạo ra vector giá trị mẫu trong số nhiều mẫu tham chiếu, suy ra từ vector giá trị mẫu vector bổ sung mà trên đó vector giá trị mẫu được ánh xạ bởi biến đổi tuyến tính khả nghịch được định trước, tính toán tích ma trận-vector giữa vector bổ sung và ma trận dự đoán được định trước để thu được vector dự đoán, và dự đoán các mẫu của khối được định trước trên cơ sở vector dự đoán.

Phương án theo sáng chế liên quan đến máy giải mã ảnh bao gồm, máy dự đoán khối được định trước của ảnh sử dụng nhiều mẫu tham chiếu theo phương án bất kỳ trong số các phương án nêu trên, để thu được tín hiệu dự đoán. Hơn nữa, máy bao gồm bộ giải mã entropy được tạo cấu hình để giải mã khối dư dự đoán cho khối được định trước, và bộ hiệu chỉnh dự đoán được tạo cấu hình để hiệu chỉnh tín hiệu dự đoán sử dụng khối dư dự đoán. Đối với sự dự đoán của khối được định trước để thu được tín hiệu dự đoán, máy, ví dụ, được tạo cấu hình để tạo ra vector giá trị mẫu trong số nhiều mẫu tham chiếu, suy ra từ vector giá trị mẫu vector bổ sung mà trên đó vector giá trị mẫu được ánh xạ bởi biến đổi tuyến tính khả nghịch được định trước, tính toán tích ma trận-vector giữa vector bổ sung và ma trận dự đoán được định trước để thu được vector dự đoán, và dự đoán các mẫu của khối được định trước trên cơ sở vector dự đoán.

Phương án theo sáng chế liên quan đến phương pháp dự đoán khối được định trước của ảnh sử dụng nhiều mẫu tham chiếu, bao gồm các bước tạo ra vector giá trị mẫu trong số nhiều mẫu tham chiếu, suy ra từ vector giá trị mẫu vector bổ sung mà trên đó vector giá

trị mẫu được ánh xạ bởi biến đổi tuyến tính khả nghịch được định trước, tính toán tích ma trận-vector giữa vector bổ sung và ma trận dự đoán được định trước để thu được vector dự đoán, và dự đoán các mẫu của khối được định trước trên cơ sở vector dự đoán.

Phương án theo sáng chế đề cập đến phương pháp mã hóa ảnh bao gồm bước, dự đoán khối được định trước của ảnh sử dụng nhiều mẫu tham chiếu theo phương pháp được mô tả trên đây, để thu được tín hiệu dự đoán, và mã hóa entropy khối dự đoán cho khối được định trước để hiệu chỉnh tín hiệu dự đoán.

Phương án theo sáng chế đề cập đến phương pháp giải mã ảnh bao gồm bước, dự đoán khối được định trước của ảnh sử dụng nhiều mẫu tham chiếu theo một trong số các phương pháp được mô tả trên đây, để thu được tín hiệu dự đoán, và giải mã entropy khối dự đoán cho khối được định trước, và hiệu chỉnh tín hiệu dự đoán sử dụng khối dự đoán.

Phương án theo sáng chế liên quan đến luồng dữ liệu có ảnh được mã hóa vào đó sử dụng phương pháp được mô tả ở đây để mã hóa ảnh.

Phương án theo sáng chế đề cập đến chương trình máy tính có mã chương trình máy tính để thực hiện trên máy tính, phương pháp theo phương án bất kỳ trong số các phương án được nêu ở đây.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Các hình vẽ không cần thiết nhấn mạnh đến tỉ lệ thay vì được đặt chung để minh họa nguyên lý của sáng chế. Sau đây, các phương án khác nhau của sáng chế được mô tả viện dẫn đến các hình vẽ, trong đó:

Fig.1 thể hiện phương án mã hóa trong luồng dữ liệu;

Fig.2 thể hiện phương án của bộ mã hóa;

Fig.3 thể hiện phương án tái tạo ảnh;

Fig.4 thể hiện phương án của bộ giải mã;

Fig.5 thể hiện sơ đồ giản lược của sự dự đoán khối để mã hóa và/hoặc giải mã, theo phương án;

Fig.6 thể hiện phép toán ma trận cho dự đoán khối để mã hóa và/hoặc giải mã theo phương án;

Fig.7.1 thể hiện dự đoán khối với vector giá trị mẫu giảm theo phương án;

Fig.7.2 thể hiện dự đoán khối sử dụng nội suy các mẫu theo phương án;

Fig.7.3 thể hiện dự đoán khối với vector giá trị mẫu giảm, trong đó chỉ một số mẫu đường biên được tính trung bình, theo phương án;

Fig.7.4 thể hiện dự đoán khối với vector giá trị mẫu giảm, trong đó các nhóm gồm bốn mẫu đường biên được tính trung bình, theo phương án;

Fig.8 thể hiện sơ đồ giản lược của máy dự đoán khối theo phương án;

Fig.9 thể hiện các phép toán ma trận được thực hiện bởi máy theo phương án;

Fig.10a-c thể hiện các phép toán ma trận chi tiết được thực hiện bởi máy theo phương án;

Fig.11 thể hiện các phép toán ma trận chi tiết được thực hiện bởi máy sử dụng độ lệch và các tham số định tỉ lệ theo phương án;

Fig.12 thể hiện các phép toán ma trận chi tiết được thực hiện bởi máy sử dụng độ lệch và các tham số định tỉ lệ theo phương khác; và

Fig.13 thể hiện sơ đồ khối của phương pháp dự đoán khối được định trước theo phương án.

Mô tả chi tiết sáng chế

Các chi tiết giống nhau hoặc tương đương hoặc các chi tiết với chức năng giống nhau hoặc tương đương được biểu thị ở phần mô tả sau đây bởi các số tham chiếu giống nhau hoặc tương đương thậm chí khi xuất hiện ở các hình vẽ khác nhau.

Trong phần mô tả sau đây, nhiều chi tiết được đề cập bên trên để cung cấp sự giải thích xuyên suốt cho các phương án của sáng chế. Tuy nhiên, sẽ rõ ràng đối với những người có trình độ trong lĩnh vực kỹ thuật tương ứng rằng các phương án của sáng chế có thể được thực hiện mà không có các chi tiết cụ thể này. Theo các ví dụ khác, các cấu trúc và thiết bị đã được biết đến được thể hiện dưới dạng sơ đồ khối hơn là thể hiện chi tiết để tránh làm khó hiểu các phương án của sáng chế. Ngoài ra, các đặc điểm của các

phương án khác nhau được mô tả sau đây có thể được tổ hợp với nhau, trừ khi được lưu ý cụ thể khác.

1 Giới thiệu

Sáng chế mô tả các ví dụ, các phương án và các khía cạnh sáng chế khác nhau. Ít nhất một số trong số các ví dụ, phương án và khía cạnh này đề cập đến, không kể đến những điều khác, các phương pháp và/hoặc máy lập mã video và/hoặc thực hiện phép dự đoán dựa vào khối, ví dụ, sử dụng các biến đổi tuyến tính hoặc afin với sự giảm mẫu lân cận và/hoặc tối ưu hóa sự phân phối video (ví dụ, phát quảng bá, truyền trực tuyến, phát lại tệp tin, v.v.), ví dụ, cho các ứng dụng video và/hoặc cho các ứng dụng thực tế ảo.

Hơn nữa, ví dụ, các phương án và khía cạnh có thể đề cập đến chuẩn mã hóa video hiệu suất cao (High Efficiency Video Coding - HEVC) hoặc các sự kế thừa. Tương tự, các phương án khác, các ví dụ và các khía cạnh sẽ được định nghĩa bởi các yêu cầu bảo hộ kèm theo.

Nên lưu ý rằng bất kỳ phương án, ví dụ và khía cạnh nào được định nghĩa bởi các yêu cầu bảo hộ có thể được thực thi bởi bất kỳ chi tiết nào (dấu hiệu và chức năng) được mô tả trong các mục sau đây.

Tương tự, các phương án, ví dụ và khía cạnh được mô tả sau đây có thể được sử dụng riêng lẻ, và có thể cũng được thực thi bởi dấu hiệu bất kỳ trong mục khác, hoặc bởi dấu hiệu bất kỳ có trong yêu cầu bảo hộ.

Tương tự, nên lưu ý rằng các ví dụ, phương án, khía cạnh riêng lẻ được mô tả ở đây có thể được sử dụng riêng lẻ hoặc trong tổ hợp. Do đó, các chi tiết có thể được thêm vào mỗi khía cạnh riêng lẻ đã nêu mà không cần thêm các chi tiết vào một trong số các ví dụ, phương án, và khía cạnh khác.

Nên lưu ý rằng bản mô tả sau đây mô tả, rõ ràng và đầy đủ, các dấu hiệu của hệ thống và/hoặc phương pháp giải mã và/hoặc mã hóa.

Hơn nữa, các dấu hiệu và chức năng được bộc lộ ở đây liên quan đến phương pháp có thể cũng được sử dụng trong máy. Hơn nữa, dấu hiệu và chức năng bất kỳ được mô tả ở đây viện dẫn đến máy có thể cũng được sử dụng trong phương pháp tương ứng. Nói

cách khác, các phương pháp được bộc lộ ở đây có thể cũng được thực thi bởi các dấu hiệu và chức năng bất kỳ được mô tả viện dẫn đến các máy.

Tương tự, bất kỳ dấu hiệu và chức năng được mô tả ở đây có thể được thực thi trong phần cứng hoặc trong phần mềm, hoặc sử dụng tổ hợp của phần cứng và phần mềm, như được mô tả trong phần “phương án thực hiện thay thế”.

Hơn nữa, bất kỳ dấu hiệu được mô tả trong các dấu ngoặc (“(...)” hoặc “[...]”) có thể được xem xét như tùy chọn trong một số ví dụ, phương án hoặc khía cạnh.

2 Bộ mã hóa, bộ giải mã

Sau đây, các ví dụ khác nhau được mô tả mà có thể hỗ trợ để đạt được hiệu quả nén cao hơn khi sử dụng dự đoán dựa vào khối. Một số ví dụ đạt được hiệu quả nén cao bằng cách sử dụng tập hợp các chế độ dự đoán nội ảnh. Các chế độ sau này có thể được thêm vào các chế độ dự đoán nội ảnh khác được thiết kế theo đánh giá kinh nghiệm, ví dụ, hoặc có thể được cung cấp riêng. Thậm chí các ví dụ khác còn tận dụng cả hai tính năng đặc biệt vừa được thảo luận. Tuy nhiên, như các biến thể của các phương án này, có thể sự dự đoán nội ảnh chuyển thành dự đoán liên ảnh bằng cách sử dụng các mẫu tham chiếu trong ảnh khác.

Để dễ dàng hiểu các ví dụ sau đây của sáng chế, bản mô tả bắt đầu với sự trình bày các bộ mã hóa và các bộ giải mã khả thi vừa vào đó mà các ví dụ được nêu sau đây của sáng chế có thể được dựng. Fig.1 thể hiện máy để mã hóa theo khối ảnh 10 thành luồng dữ liệu 12. Máy được biểu thị sử dụng ký hiệu tham chiếu 14 và có thể là bộ mã hóa ảnh tĩnh hoặc bộ mã hóa video. Nói cách khác, ảnh 10 có thể là ảnh hiện thời trong số video 16 khi bộ mã hóa 14 được tạo cấu hình để mã hóa video 16 bao gồm ảnh 10 thành luồng dữ liệu 12, hoặc bộ mã hóa 14 có thể mã hóa ảnh 10 thành luồng dữ liệu riêng biệt.

Như được đề cập, bộ mã hóa 14 thực hiện mã hóa theo khối hoặc dựa vào khối. Để đạt được điều này, bộ mã hóa 14 chia ảnh 10 thành các khối, các đơn vị mà bộ mã hóa 14 mã hóa ảnh 10 thành luồng dữ liệu 12. Các ví dụ về khả năng chia nhỏ ảnh 10 thành các khối 18 được trình bày chi tiết dưới đây. Nhìn chung, sự chia nhỏ có thể kết thúc thành các khối 18 có kích thước bất biến như mảng khối được sắp xếp thành các hàng và các cột hoặc thành các khối 18 có các kích thước khối khác nhau như bằng việc sử

dụng sự chia nhỏ đa cây thứ bậc với việc bắt đầu sự chia nhỏ đa cây từ toàn bộ khu vực ảnh của ảnh 10 hoặc sự phân chia trước ảnh 10 thành mảng của các khối cây trong đó các ví dụ này không nên được xử lý như nằm ngoài các cách khả thi chia nhỏ ảnh 10 thành các khối 18.

Hơn nữa, bộ mã hóa 14 là bộ mã hóa dự đoán được tạo cấu hình để mã hóa dự đoán ảnh 10 thành luồng dữ liệu 12. Đối với khối nhất định 18, điều này có nghĩa bộ mã hóa 14 xác định tín hiệu dự đoán cho khối 18 và mã hóa khối dự đoán, tức là, lỗi dự đoán mà tại đó tín hiệu dự đoán sai lệch với nội dung ảnh thực tế trong khối 18, thành luồng dữ liệu 12.

Bộ mã hóa 14 có thể hỗ trợ chế độ dự đoán khác nhau để suy ra tín hiệu dự đoán cho khối nhất định 18. Các chế độ dự đoán, đóng vai trò quan trọng trong các ví dụ sau đây, là các chế độ dự đoán nội ảnh theo đó bên trong của khối 18 được dự đoán về không gian từ vùng lân cận, các mẫu đã được mã hóa của ảnh 10. Sự mã hóa ảnh 10 thành luồng dữ liệu 12 và, theo đó, thủ tục giải mã tương ứng, có thể được dựa trên thứ tự lập mã nhất định 20 được định nghĩa trong số các khối 18. Ví dụ, thứ tự lập mã 20 có thể đi ngang qua các khối 18 theo thứ tự quét nhanh theo hàng từ trên xuống dưới với việc chuyển ngang mỗi hàng từ bên trái sang bên phải, ví dụ. Trong trường hợp chia nhỏ trên cơ sở đa cây, thứ tự quét có thể được áp dụng trong mỗi mức thứ bậc, trong đó thứ tự chuyển ngang có độ sâu thứ nhất có thể được áp dụng, tức là, các nút lá trong khối của mức kế thừa nhất định có thể đứng trước các khối có mức kế thừa tương tự có khối mẹ nhất định theo thứ tự lập mã 20. Phụ thuộc vào thứ tự lập mã 20, vùng lân cận, các mẫu được mã hóa của khối 18 có thể được định vị thường tại một hoặc nhiều phía của khối 18. Trong trường hợp các ví dụ được biểu diễn ở đây, ví dụ, các mẫu đã được mã hóa của khối 18 được định vị tại phía trên, và phía bên trái của khối 18.

Các chế độ dự đoán nội ảnh có thể không chỉ là các chế độ duy nhất được hỗ trợ bởi bộ mã hóa 14. Trong trường hợp bộ mã hóa 14 là bộ mã hóa video, ví dụ, bộ mã hóa 14 có thể cũng hỗ trợ các chế độ dự đoán liên ảnh theo đó khối 18 được dự đoán theo thời gian từ ảnh được mã hóa trước đó của video 16. Chế độ dự đoán liên ảnh như vậy có thể là chế độ dự đoán bù chuyển động theo đó vectơ chuyển động được báo hiệu cho khối 18 biểu thị độ lệch không gian tương ứng của phần mà từ đó tín hiệu dự đoán của

khối 18 được suy ra như bản sao. Ngoài ra, hoặc cách khác, các chế độ dự đoán không phải nội ảnh có thể có sẵn như các chế độ dự đoán liên ảnh trong trường hợp bộ mã hóa 14 là bộ mã hóa nhiều góc nhìn, hoặc các chế độ không dự đoán theo đó phần bên trong khối 18 được mã hóa như vậy, tức là, không có bất kỳ dự đoán nào.

Trước khi bắt đầu với việc tập trung sự mô tả của sáng chế lên các chế độ dự đoán nội ảnh, ví dụ cụ thể hơn cho bộ mã hóa dựa vào khối khả thi, tức là, cho phương án thực hiện khả thi của bộ mã hóa 14, như được mô tả viện dẫn đến Fig.2 mà khi đó biểu diễn hai ví dụ tương ứng cho bộ giải mã lần lượt khớp với các hình vẽ Fig.1 và Fig.2.

Fig.2 thể hiện phương án thực hiện khả thi của bộ mã hóa 14 trên Fig.1, cụ thể một nơi tại đó bộ mã hóa được tạo cấu hình để sử dụng lập mã biến đổi để mã hóa khối dư dự đoán mặc dù điều này gần như là ví dụ và sáng chế này không được hạn chế ở loại lập mã khối dư dự đoán. Theo Fig.2, bộ mã hóa 14 bao gồm bộ trừ 22 được tạo cấu hình để trừ từ tín hiệu đi vào, tức là, ảnh 10 hoặc, dựa vào khối, khối hiện thời 18, tín hiệu dự đoán 24 tương ứng để thu được tín hiệu khối dư dự đoán 26 mà khi đó được mã hóa bởi bộ mã hóa khối dư dự đoán 28 thành luồng dữ liệu 12. Bộ mã hóa khối dư dự đoán 28 được hợp thành từ tầng mã hóa tổn hao 28a và tầng mã hóa không tổn hao 28b. Tầng mã hóa tổn hao 28a nhận tín hiệu dự đoán 26 và bao gồm bộ lượng tử hóa 30 lượng tử hóa mẫu của tín hiệu khối dư dự đoán 26. Như được đề cập trên đây, ví dụ sử dụng lập mã biến đổi của tín hiệu khối dư dự đoán 26 và theo đó, tầng mã hóa tổn hao 28a bao gồm tầng biến đổi 32 được nối giữa bộ trừ 22 và bộ lượng tử hóa 30 để biến đổi khối dư dự đoán được khai triển theo phổ 26 với sự lượng tử hóa của bộ lượng tử hóa xảy ra trên các hệ số được biến đổi trong đó biểu diễn tín hiệu khối dư 26. Biến đổi có thể là biến đổi DCT, DST, FFT, Hadamard hoặc tương tự. Tín hiệu khối dư dự đoán được biến đổi và được lượng tử hóa 34 khi đó trải qua sự lập mã không tổn hao bởi tầng mã hóa không tổn hao 28b mà bộ lập mã entropy lập mã entropy tín hiệu khối dư dự đoán được lượng tử hóa 34 thành luồng dữ liệu 12. Bộ mã hóa 14 còn bao gồm tầng khôi phục tín hiệu khối dư dự đoán 36 được nối với đầu ra của bộ lượng tử hóa 30 để khôi phục từ tín hiệu khối dư dự đoán được biến đổi và được lượng tử hóa 34 tín hiệu khối dư dự đoán theo cách cũng có sẵn tại bộ giải mã, tức là, xem xét sự tổn hao mã hóa là bộ lượng tử hóa 30. Để đạt được mục đích này, tầng khôi phục khối dư dự đoán 36 bao gồm bộ giải lượng tử hóa 38 mà thực hiện sự nghịch đảo của sự lượng tử hóa của bộ lượng tử hóa

30, được theo sau bởi bộ biến đổi nghịch đảo 40 mà thực hiện bởi bộ biến đổi 32 như sự nghịch đảo của sự khai triển phổ như sự nghịch đảo đến bất kỳ ví dụ nào trong số các ví dụ biến đổi cụ thể nêu trên. Bộ mã hóa 14 bao gồm bộ cộng 42 thực hiện cộng tín hiệu khối dự đoán được khôi phục làm đầu ra bởi bộ biến đổi nghịch đảo 40 và tín hiệu dự đoán 24 để xuất ra tín hiệu được khôi phục, tức là, các mẫu được khôi phục. Đầu ra này được cấp vào bộ dự đoán 44 của bộ mã hóa 14, sau đó bộ mã hóa 14 xác định tín hiệu dự đoán 24 trên cơ sở này. Bộ dự đoán 44 hỗ trợ tất cả các chế độ đã được thảo luận trên đây viện dẫn đến Fig.1. Fig.2 cũng minh họa rằng trong trường hợp bộ mã hóa 14 là bộ mã hóa video, bộ mã hóa 14 có thể cũng bao gồm bộ lọc vòng lặp 46 với các bộ lọc hoàn toàn được khôi phục các ảnh mà, sau khi đã được lọc, tạo ra các ảnh tham chiếu cho bộ dự đoán 44 đối với khối được dự đoán liên ảnh.

Như được nêu trên, bộ mã hóa 14 hoạt động dựa vào khối. Đối với sự mô tả tiếp theo, cơ sở khối được quan tâm là cơ sở chia nhỏ ảnh 10 thành các khối mà chế độ dự đoán nội ảnh được lựa chọn trong số tập hợp hoặc nhiều chế độ dự đoán nội ảnh được hỗ trợ bởi bộ dự đoán 44 hoặc bộ mã hóa 14, và chế độ dự đoán nội ảnh được lựa chọn được thực hiện riêng lẻ. Tuy nhiên, cũng có thể có các loại khối khác mà ảnh 10 được chia nhỏ thành. Ví dụ, quyết định nêu trên liệu ảnh 10 được lập mã liên ảnh hoặc lập nội ảnh có thể được thực hiện tại theo mức độ chi tiết hoặc theo các đơn vị khối được suy ra từ các khối 18. Ví dụ, quyết định chế độ liên ảnh hoặc nội ảnh có thể được thực hiện tại mức của các khối lập mã mà ảnh 10 được chia nhỏ thành, và mỗi khối lập mã được chia nhỏ thành các khối dự đoán. Các khối dự đoán với các khối mã hóa mà đã được quyết định sử dụng dự đoán nội ảnh, mỗi khối được chia nhỏ thành quyết định chế độ dự đoán nội ảnh. Để đạt được điều này, mỗi khối trong số các khối dự đoán này, được quyết định mà chế độ dự đoán nội ảnh được hỗ trợ nên được sử dụng cho khối dự đoán tương ứng. Các khối dự đoán này sẽ tạo ra các khối 18 được quan tâm ở đây. Các khối dự đoán trong các khối mã hóa được kết hợp với dự đoán liên ảnh sẽ được xử lý khác với bộ dự đoán 44. Chúng sẽ được dự đoán liên ảnh từ các ảnh tham chiếu bằng cách xác định vectơ chuyển động và sao chép tín hiệu dự đoán cho khối này từ vị trí trong ảnh tham chiếu được chỉ ra bởi vectơ chuyển động. Sự phân chia khối khác liên quan đến sự chia nhỏ thành các khối biến đổi tại các đơn vị mà các biến đổi bởi bộ biến đổi 32 và biến đổi nghịch đảo 40 được thực hiện. Các khối biến đổi có thể, ví dụ, là kết quả

của sự chia nhỏ các khối lập mã. Một cách tự nhiên, các ví dụ được thiết lập ở đây nên được xử lý như hạn chế và các ví dụ khác cũng tồn tại. Chỉ để cho sự hoàn thiện, lưu ý rằng sự chia nhỏ thành các khối mã hóa có thể, ví dụ, sử dụng sự chia nhỏ đa cây, và các khối dự đoán hoặc các khối biến đổi có thể thu được bằng cách chia nhỏ thêm các khối mã hóa sử dụng phép chia nhỏ đa cây.

Bộ giải mã 54 hoặc máy giải mã theo khối phù hợp với bộ mã hóa 14 trên Fig.1 được biểu thị trên Fig.3. Bộ giải mã 54 thực hiện ngược với bộ mã hóa 14, tức là, giải mã từ luồng dữ liệu 12 ảnh 10 bằng cách theo khối và hỗ trợ nhiều chế độ dự đoán nội ảnh để đạt được mục đích này. Bộ giải mã 54, ví dụ, có thể bao gồm bộ cung cấp khối dư 156. Mặc dù tất cả sự khả thi được thảo luận trên đây đối với Fig.1 là hợp lệ đối với bộ giải mã 54. Để đạt được điều này, bộ giải mã 54 có thể là bộ giải mã ảnh tĩnh hoặc bộ giải mã video và tất cả chế độ dự đoán và các khả năng dự đoán cũng được hỗ trợ bởi bộ giải mã 54. Sự chênh lệch giữa bộ mã hóa 14 và bộ giải mã 54 nằm dưới, về cơ bản, thực tế là bộ mã hóa 14 chọn hoặc lựa chọn quyết định lập mã theo sự tối ưu hóa như, ví dụ, để tối thiểu hóa một số hàm chi phí có thể phụ thuộc vào tốc độ lập mã và/hoặc độ méo lập mã. Một trong số các tùy chọn lập mã này hoặc các tham số lập mã có thể bao gồm sự lựa chọn chế độ mã hóa nội ảnh sẽ được sử dụng cho khối hiện thời 18 trong số các chế độ dự đoán nội ảnh có sẵn hoặc được hỗ trợ. Chế độ dự đoán nội ảnh được lựa chọn khi đó có thể được báo hiệu bởi bộ mã hóa 14 cho khối hiện thời 18 trong luồng dữ liệu 12 với bộ giải mã 54 làm lại sự lựa chọn sử dụng báo hiệu này trong luồng dữ liệu 12 cho khối 18. Tương tự, sự chia nhỏ ảnh 10 thành các khối 18 có thể phải chịu sự tối ưu hóa trong bộ mã hóa 14 và thông tin chia nhỏ tương ứng có thể được truyền tải trong luồng dữ liệu 12 với bộ giải mã 54 khôi phục sự chia nhỏ ảnh 10 thành các khối 18 trên cơ sở thông tin chia nhỏ. Tổng kết lại những điều trên đây, bộ giải mã 54 có thể là bộ giải mã dự đoán hoạt động dựa vào khối và bên cạnh chế độ dự đoán nội ảnh, bộ giải mã 54 có thể hỗ trợ các chế độ dự đoán khác như các chế độ dự đoán liên ảnh trong trường hợp, ví dụ, bộ giải mã 54 là bộ giải mã video. Trong khi giải mã, bộ giải mã 54 có thể cũng sử dụng thứ tự lập mã 20 được thảo luận viện dẫn đến Fig.1 và thứ tự lập mã 20 này được tuân theo tại cả bộ mã hóa 14 và bộ giải mã 54, các mẫu lân cận giống nhau có sẵn cho khối hiện thời 18 tại cả bộ mã hóa 14 và bộ giải mã 54. Theo đó, để tránh sự lặp lại không cần thiết, phần mô tả của chế độ vận hành của bộ mã hóa

14 nên cũng áp dụng bộ giải mã 54 khi sự chia nhỏ ảnh 10 thành các khối được quan tâm, ví dụ, miễn là sự dự đoán được quan tâm và miễn là sự mã hóa khối dư dự đoán được quan tâm. Chênh lệch nằm ở chỗ bộ mã hóa 14 lựa chọn, bằng cách tối ưu hóa, một số tùy chọn lập mã hoặc các tham số lập mã và tín hiệu trong, hoặc chèn vào trong, luồng dữ liệu 12 các tham số mã hóa, các tham số lập mã này được suy ra từ luồng dữ liệu 12 bởi bộ giải mã 54 để thực hiện lại sự dự đoán, chia nhỏ và v.v.

Fig.4 thể hiện phương án thực hiện khả thi của bộ giải mã 54 trên Fig.3, cụ thể, một phương án thực hiện khớp với phương án thực hiện của bộ mã hóa 14 trên Fig.1 như được thể hiện trên Fig.2. Vì nhiều thành phần của bộ mã hóa 54 trên Fig.4 là giống như các thành phần xảy ra trong bộ mã hóa tương ứng trên Fig.2, các ký hiệu tham chiếu tương tự, được đánh dấu nháy đơn, như được sử dụng trên Fig.4 để biểu thị các thành phần này. Cụ thể, bộ cộng 42', bộ lọc vòng lặp tùy chọn 46' và bộ dự đoán 44' được nối thành vòng lặp dự đoán theo cách tương tự mà chúng nằm trong bộ mã hóa trên Fig.2. Tín hiệu khối dư dự đoán được khôi phục, tức là, được giải lượng tử hóa và được biến đổi lại được áp dụng cho bộ cộng 42' được suy ra bởi chuỗi của bộ giải mã entropy 56, bộ giải mã này thực hiện nghịch đảo mã hóa entropy của bộ mã hóa entropy 28b, theo sau bởi tầng khôi phục tín hiệu khối dư 36' mà được hợp thành bộ giải lượng tử hóa 38' và bộ biến đổi nghịch đảo 40' như trường hợp trên phía mã hóa. Đầu ra bộ giải mã là sự khôi phục ảnh 10. Sự khôi phục ảnh 10 có thể có sẵn trực tiếp tại đầu ra của bộ cộng 42' hoặc, cách khác, tại đầu ra của bộ lọc vòng lặp 46'. Một số bộ lọc sau có thể được sắp xếp tại đầu ra bộ giải mã để trải qua sự khôi phục ảnh 10 đến một số sự lọc sau để cải thiện chất lượng ảnh, nhưng tùy chọn này không được thể hiện trên Fig.4.

Một lần nữa, viện dẫn đến Fig.4, phần mô tả nêu trên liên quan đến Fig.2 nên cũng đúng cho Fig.4 cũng như ngoại trừ rằng chỉ bộ mã hóa thực hiện các nhiệm vụ tối ưu hóa và các quyết định được kết hợp so với các tùy chọn lập mã. Tuy nhiên, tất cả bản mô tả so với sự chia nhỏ khối, dự đoán, giải lượng tử hóa và biến đổi lại cũng hợp lệ cho bộ giải mã 54 trên Fig.4.

3 Bộ dự đoán nội ảnh được gán trọng số tuyến tính afin (Affine Linear Weighted Intra Predictor - ALWIP)

Một số ví dụ không giới hạn về ALWIP được thảo luận ở đây, thậm chí nếu ALWIP không luôn luôn cần thiết để thể hiện các kỹ thuật được thảo luận ở đây.

Sáng chế đề cập đến, không kể đến những điều khác, nguyên lý chế độ dự đoán dựa vào khối được cải thiện cho sự mã hóa ảnh theo khối như có thể sử dụng trong bộ mã hóa-giải mã HEVC hoặc bộ kế thừa bất kỳ của HEVC. Chế độ dự đoán có thể là chế độ dự đoán nội ảnh, nhưng về lý thuyết, các nguyên lý được mô tả ở đây có thể được truyền dẫn lên các chế độ dự đoán liên ảnh cũng như các mẫu tham chiếu là một phần của ảnh khác.

Nguyên lý dự đoán dựa vào khối cho phép phương án thực hiện hiệu quả như phương án thực hiện thân thiện phần cứng được tìm kiếm.

Mục đích này đạt được bởi đối tượng của các điểm yêu cầu bảo hộ độc lập.

Các chế độ dự đoán nội ảnh được sử dụng rộng rãi trong lập mã ảnh và video. Trong lập mã video, các chế độ dự đoán nội ảnh cạnh tranh các chế độ dự đoán khác như các chế độ dự đoán liên ảnh như các chế độ dự đoán bù chuyển động. Trong các chế độ dự đoán nội ảnh, khối hiện thời được dự đoán trên cơ sở các mẫu lân cận, tức là, các mẫu đã được mã hóa miễn là phía bộ mã hóa liên quan, và đã được giải mã miễn là phía bộ giải mã liên quan. Các giá trị mẫu lân cận được ngoại suy thành khối hiện thời để tạo ra tín hiệu dự đoán cho khối hiện thời với khối dự đoán được truyền dẫn trong luồng dữ liệu cho khối hiện thời. Tín hiệu dự đoán càng tốt, khối dự đoán càng thấp và, theo đó, số lượng các bit cần để lập mã khối dự đoán càng thấp.

Để hiệu quả, một số khía cạnh sẽ được xem xét để tạo ra khung làm việc hiệu quả cho sự dự đoán nội ảnh trong môi trường lập mã ảnh theo khối. Ví dụ, số lượng các chế độ dự đoán nội ảnh được hỗ trợ bởi bộ mã hóa-giải mã càng lớn, sự tiêu thụ tốc độ thông tin phụ càng lớn khi báo hiệu sự lựa chọn đến bộ giải mã. Mặt khác, tập hợp các chế độ dự đoán nội ảnh được hỗ trợ nên có thể cung cấp tín hiệu dự đoán tốt, tức là, tín hiệu dự đoán dẫn đến khối dự đoán thấp.

Sau đây, bộc lộ - như phương án so sánh hoặc ví dụ cơ bản - máy (bộ mã hóa hoặc bộ giải mã) để giải mã theo khối ảnh từ luồng dữ liệu, máy hỗ trợ ít nhất một chế độ dự đoán nội ảnh theo đó tín hiệu dự đoán nội ảnh cho khối có kích thước được định trước của ảnh được xác định bằng cách áp dụng khuôn thứ nhất của các mẫu lân cận khối hiện thời lên trên bộ dự đoán tuyến tính afin mà, là kết quả, nên được gọi là bộ dự đoán nội ảnh được gán trọng số tuyến tính afin (Affine Linear Weighted Intra Predictor - ALWIP).

Máy có thể có ít nhất một trong số các đặc tính sau đây (điều tương tự có thể áp dụng cho phương pháp hoặc kỹ thuật khác, ví dụ, được thực thi trong đơn vị lưu trữ bất biến lưu trữ các lệnh, khi được thực thi bởi bộ xử lý, khiến bộ xử lý thực thi phương pháp và/hoặc hoạt động như máy):

3.1 Các bộ dự đoán có thể bổ sung cho các bộ dự đoán

Các chế độ dự đoán nội ảnh mà có thể tạo ra đối tượng của các cải tiến về thực hiện được mô tả thêm dưới đây có thể thêm vào các chế độ dự đoán nội ảnh của bộ mã hóa-giải mã. Do đó, chúng có thể được bổ sung và các chế độ dự đoán DC, phẳng, hoặc góc được định nghĩa trong bộ mã hóa, giải mã HEVC tương ứng phần mềm tham chiếu JEM. Ba loại sau của các chế độ dự đoán nội ảnh từ bây giờ nên được gọi là các chế độ dự đoán nội ảnh thông thường. Do đó, đối với khối đã cho trong chế độ nội ảnh, cờ hiệu cần được phân tách bởi bộ giải mã mà biểu thị liệu một trong số các chế độ dự đoán nội ảnh được hỗ trợ bởi máy sẽ được sử dụng hay không.

3.2 Nhiều hơn một chế độ dự đoán được đề xuất

Máy có thể chứa nhiều hơn một chế độ ALWIP. Do đó, trong trường hợp bộ giải mã biết một trong số các chế độ ALWIP được hỗ trợ bởi máy sẽ được sử dụng, bộ giải mã cần phân tách thông tin bổ sung mà biểu thị trong chế độ nào có các chế độ ALWIP được hỗ trợ bởi máy sẽ được sử dụng.

Báo hiệu chế độ được hỗ trợ có thể là đặc tính mà sự lập mã của một số chế độ ALWIP có thể yêu cầu ít ngăn hơn so với các chế độ ALWIP khác. Chế độ nào trong số các chế độ này yêu cầu ít bin và chế độ nào yêu cầu nhiều ngăn hơn có thể phụ thuộc vào thông tin mà được trích từ dòng bit được giải mã hoặc có thể được cố định trước.

4 Một số khía cạnh

Fig.2 thể hiện bộ giải mã 54 để giải mã ảnh từ luồng dữ liệu 12. Bộ giải mã 54 có thể được tạo cấu hình để giải mã khối được định trước 18 của ảnh. Cụ thể, bộ dự đoán 44 có thể được tạo cấu hình để ánh xạ tập hợp gồm P mẫu lân cận nằm lân cận khối được định trước 18 bằng cách sử dụng biến đổi tuyến tính hoặc tuyến tính afin [ví dụ, ALWIP] lên trên tập hợp gồm Q giá trị được dự đoán cho các mẫu của khối được định trước.

Như được thể hiện trên Fig.5, khối được định trước 18 bao gồm Q giá trị sẽ được dự đoán (mà, tại đầu cuối của các phép toán, sẽ là “các giá trị được dự đoán”). Nếu khối 18 có M hàng và N cột, $Q=M \cdot N$. Các giá trị Q của khối 18 có thể trong miền không gian (ví dụ, các điểm ảnh) hoặc trong miền biến đổi (ví dụ, DCT, biến đổi wavelet rời rạc, v.v.). Các giá trị Q của khối 18 có thể được dự đoán trên cơ sở P giá trị được lấy từ các khối lân cận 17a đến 17c, các khối này nhìn chung liên kề với khối 18. Các giá trị P của các khối lân cận 17a đến 17c có thể là các vị trí gần nhất (ví dụ, liên kề) với khối 18. P giá trị của khối lân cận 17a đến 17c đã được xử lý và được dự đoán. P giá trị được biểu thị như các giá trị trong các phần 17'a đến 17'c, để phân biệt chúng với các khối mà chúng là một phần (theo một số ví dụ, 17'b không được sử dụng).

Như được thể hiện trên Fig.6, để thực hiện sự dự đoán, có thể vận hành với vector thứ nhất 17P với P mục nhập (mỗi mục nhập được kết hợp với vị trí cụ thể trong các phần lân cận 17'a đến 17'c), vector thứ hai 18Q với Q mục nhập (mỗi mục nhập được kết hợp với vị trí cụ thể trong khối 18), và ma trận ánh xạ 17M (mỗi hàng được kết hợp với vị trí cụ thể trong khối 18), và ma trận ánh xạ 17M (mỗi hàng được kết hợp với vị trí cụ thể trong khối 18, mỗi cột được kết hợp với vị trí cụ thể trong các phần lân cận 17'a đến 17'c). Ma trận ánh xạ 17M do đó thực hiện sự dự đoán của các giá trị P của các phần lân cận 17'a đến 17'c thành các giá trị của khối 18 theo chế độ được định trước. Các mục nhập trong ma trận ánh xạ 17M có thể nhờ đó được hiểu như các hệ số gán trọng số. Trong các đoạn sau đây, chế sẽ đề cập đến các phần lân cận của đường biên sử dụng các ký hiệu 17a-17c thay vì từ 17'a đến 17'c.

Trong tình trạng đã biết về một vài chế độ thông thường, như chế độ DC, chế độ phẳng và 65 chế độ dự đoán có hướng. Ví dụ, 67 chế độ đã được biết đến.

Tuy nhiên, được lưu ý rằng có thể tận dụng các chế độ khác nhau, mà ở đây được gọi là biến đổi tuyến tính hoặc tuyến tính afin. Biến đổi tuyến tính hoặc tuyến tính afin bao gồm $P \cdot Q$ hệ số gán trọng số, trong số đó ít nhất $\frac{1}{4} P \cdot Q$ hệ số gán trọng số là các hệ số khác 0, mà bao gồm, đối với mỗi giá trị trong số Q giá trị được dự đoán, chuỗi gồm P hệ số gán trọng số liên quan đến giá trị được dự đoán tương ứng. Các chuỗi, được sắp xếp từng chiếc một dưới nhau theo thứ tự quét trong số các mẫu của khối được định trước, tạo ra đường biên không tuyến tính đẳng hướng.

Có thể ánh xạ P vị trí trong số giá trị lân cận từ $17'a$ đến $17'c$ (mẫu), Q vị trí của các mẫu lân cận từ $17'a$ đến $17'c$, và tại các giá trị của $P \cdot Q$ hệ số gán trọng số của ma trận $17M$. Mặt phẳng là ví dụ của đường bao của chuỗi cho biến đổi DC (mà là mặt phẳng cho biến đổi DC). Đường bao rõ ràng phẳng và do đó nằm ngoài định nghĩa của biến đổi tuyến tính hoặc tuyến tính afin (linear or affine linear transformation - ALWIP). Ví dụ khác là ma trận dẫn đến sự mô phỏng chế độ góc: đường bao sẽ nằm ngoài định nghĩa ALWIP và có thể, nói thẳng, giống như một đường dốc hướng từ trên đỉnh xuống đáy dọc theo hướng của mặt phẳng P/Q . Chế độ phẳng và 65 chế độ dự đoán định hướng có các đường bao khác nhau, tuy nhiên, sẽ là tuyến tính trong ít nhất một hướng, cụ thể, tất cả các hướng cho DC minh họa, ví dụ, và hướng dốc cho chế độ góc, ví dụ.

Ngược lại, đường bao của biến đổi tuyến tính hoặc afin sẽ không tuyến tính đẳng hướng. Nên được hiểu rằng loại biến đổi như vậy có thể là tùy chọn, trong một số trường hợp, để thực hiện dự đoán cho khối 18. Nên lưu ý rằng tốt hơn là ít nhất $\frac{1}{4}$ các hệ số gán trọng số là khác 0 (tức là, ít nhất 25% của các $P \cdot Q$ hệ số gán trọng số là khác 0).

Các hệ số gán trọng số có thể không liên quan với nhau theo quy tắc ánh xạ thông thường bất kỳ. Do đó, ma trận $17M$ có thể sao cho các giá trị của các mục nhập của nó không có hệ thứ có thể nhận biết rõ ràng. Ví dụ, các hệ số gán trọng số không thể được mô tả bởi bất kỳ chức năng phân tích hoặc phân biệt nào.

Ví dụ, biến đổi ALWIP sao cho trung bình của cực đại của các tương quan chéo giữa các chuỗi thứ nhất gồm các hệ số gán trọng số so với giá trị được dự đoán tương ứng, và chuỗi thứ hai gồm các hệ số gán trọng số so với các giá trị được dự đoán khác giá trị được dự đoán tương ứng, hoặc phiên bản nghịch đảo của chuỗi thứ hai, bất kể dẫn đến cực đại cao hơn, có thể thấp hơn ngưỡng được định trước (ví dụ, 0,2 hoặc 0,3

hoặc 0,35 hoặc 0,1, ví dụ, ngưỡng trong phạm vi giữa 0,05 và 0,035). Ví dụ, đối với mỗi cặp (i_1, i_2) các hàng của ma trận ALWIP 17M, sự tương quan chéo có thể được tính toán bằng cách nhân P giá trị của hàng thứ i_1 với các giá trị P của hàng thứ i_2 . Đối với mỗi sự tương quan chéo thu được, có thể thu được giá trị cực đại. Do đó, trung bình (giá trị trung bình) có thể thu được cho toàn bộ ma trận 17M (tức là, cực đại của các tương quan chéo trong tất cả các tổ hợp được tính trung bình). Sau đó, ngưỡng có thể là ví dụ, 0,2 hoặc 0,3 hoặc 0,35 hoặc 0,1, ví dụ, ngưỡng trong phạm vi giữa 0,05 và 0,035.

P mẫu lân cận của các khối từ 17a đến 17c có thể được định vị dọc theo đường một chiều kéo dài dọc theo đường biên (ví dụ, 18c, 18a) của khối được định trước 18. Đối với mỗi giá trị được dự đoán Q của khối được định trước 18, chuỗi gồm P hệ số được gán trọng số liên quan đến giá trị được dự đoán tương ứng có thể được đặt theo cách đi ngang đường một chiều trong hướng được định trước (ví dụ, từ trái sang phải, từ trên xuống dưới, v.v.).

Trong các ví dụ, ma trận ALWIP 17M có thể không phải đường chéo hoặc không phải đường chéo khối.

Ví dụ của ma trận ALWIP 17M để dự đoán khối 4x4 18 từ 4 mẫu lân cận đã được dự đoán có thể là:

{
 { 37, 59, 77, 28},
 { 32, 92, 85, 25},
 { 31, 69, 100, 24},
 { 33, 36, 106, 29},
 { 24, 49, 104, 48},
 { 24, 21, 94, 59},
 { 29, 0, 80, 72},
 { 35, 2, 66, 84},
 { 32, 13, 35, 99},

$\{ 39, 11, 34, 103\},$
 $\{ 45, 21, 34, 106\},$
 $\{ 51, 24, 40, 105\},$
 $\{ 50, 28, 43, 101\},$
 $\{ 56, 32, 49, 101\},$
 $\{ 61, 31, 53, 102\},$
 $\{ 61, 32, 54, 100\}$
 $\}.$

(Ở đây, $\{ 37, 59, 77, 28\}$ là hàng thứ nhất; $\{ 32, 92, 85, 25\}$ là hàng thứ hai; và $\{ 61, 32, 54, 100\}$ là hàng thứ 16 của ma trận 17M.) Ma trận 17M có kích thước 16×4 và bao gồm 64 hệ số gán trọng số (là kết quả của $16 \times 4 = 64$). Điều này là bởi vì ma trận 17M có kích thước $Q \times P$, trong đó $Q = M \times N$, mà là số lượng các mẫu của khối 18 sẽ được dự đoán (khối 18 là khối 4×4), và P là số lượng các mẫu của các mẫu đã được dự đoán. Ở đây, $M=4, N=4, Q=16$ (là kết quả của $M \times N = 4 \times 4 = 16$), $P=4$. Ma trận không phải đường chéo và không phải đường chéo khối và không được mô tả bởi quy tắc cụ thể.

Như có thể được nhìn thấy, ít hơn $\frac{1}{4}$ hệ số gán trọng số bằng 0 (trong trường hợp ma trận được thể hiện trên đây, hệ số gán trọng số trong số sáu mươi tư bằng 0). Đường bao được tạo ra bởi các giá trị này, khi được sắp xếp một giá trị bên dưới giá trị khác theo thứ tự quét, tạo ra đường bao mà không tuyến tính đẳng hướng.

Thậm chí sự giải thích trên đây được thảo luận chủ yếu liên quan đến bộ giải mã (ví dụ, bộ giải mã 54), sự giải thích tương tự có thể được thực hiện tại bộ mã hóa (ví dụ, bộ mã hóa 14).

Trong một số ví dụ, đối với mỗi kích thước khối (trong tập hợp các kích thước khối), các biến đổi ALWIP của các chế độ dự đoán nội ảnh trong tập hợp thứ hai gồm các chế độ dự đoán nội ảnh cho kích thước khối tương ứng khác nhau. Ngoài ra, hoặc cách khác, số lượng chế độ của tập hợp thứ hai gồm các chế độ dự đoán nội ảnh cho các kích thước khối trong tập hợp các kích thước khối có thể trùng nhau, nhưng các biến đổi

tuyến tính hoặc tuyến tính afin trong tập hợp thứ hai gồm các chế độ cho các kích thước khối khác nhau có thể không truyền dẫn trên mỗi chế độ khác bằng cách định tỉ lệ.

Theo một số ví dụ, các biến đổi ALWIP có thể được định nghĩa theo cách chúng “không có gì để chia sẻ” với các biến đổi truyền thống (ví dụ, các biến đổi ALWIP có thể “không có gì” để chia sẻ với các biến đổi thông thường tương ứng, thậm chí khi chúng được ánh xạ qua một trong số các ánh xạ trên).

Theo các ví dụ, các chế độ ALWIP được sử dụng cho cả các thành phần độ chói và các thành phần sắc độ, nhưng trong các ví dụ khác, các chế độ ALWIP được sử dụng cho các thành phần độ chói mà không được sử dụng cho các thành phần sắc độ.

5 Các chế độ dự đoán nội ảnh được gán trọng số tuyến tính afin với sự tăng tốc của bộ mã hóa (ví dụ, Thử nghiệm CE3-1.2.1)

5.1 Mô tả phương pháp hoặc máy

Các chế độ dự đoán nội ảnh được gán trọng số tuyến tính afin (Affine linear weighted intra prediction - ALWIP) được thử nghiệm trong CE3-1.2.1 có thể tương tự như được đề xuất trong JVET-L0199 dưới thử nghiệm CE3-2.2.2, ngoại trừ thay đổi sau:

- Sự hài hòa với sự dự đoán nội ảnh nhiều đường tham chiếu (multiple reference line - MRL), cụ thể, sự ước lượng bộ mã hóa cụ thể và báo hiệu, tức là, MRL không được tổ hợp với ALWIP và truyền chỉ số MRL được giới hạn ở các khối không phải ALWIP.
- Lấy mẫu phụ giờ là bắt buộc cho tất cả các khối $W \times H \geq 32 \times 32$ (là tùy chọn đối với 32×32 trước đây); nhờ đó, thử nghiệm bổ sung tại bộ mã hóa và gửi cờ hiệu lấy mẫu phụ đã được loại bỏ.
- ALWIP đối với các khối $64 \times N$ và $N \times 64$ (với $N \leq 32$) đã được thêm vào bằng cách lấy mẫu giảm xuống $32 \times N$ và $N \times 32$, lần lượt, và áp dụng các chế độ ALWIP tương ứng.

Hơn nữa, thử nghiệm CE3-1.2.1 bao gồm các sự tối ưu hóa bộ mã hóa theo sau cho ALWIP:

- Sự ước lượng chế độ được tổ hợp: các chế độ thông thường và ALWIP sử dụng danh sách ứng viên Hadamard cho toàn bộ ước lượng RD, tức là, các ứng viên chế độ ALWIP được thêm vào danh sách giống nhau như các ứng viên chế độ thông thường (và MRL) dựa trên chi phí Hadamard.

- EMT nội ảnh nhanh và PB nội ảnh nhanh được hỗ trợ cho danh sách chế độ được tổ hợp, với các tối ưu bổ sung để giảm số lượng các kiểm tra RD.

- Chỉ các MPM của các khối bên trái và phía trên có sẵn được thêm vào danh sách cho ước lượng RD đầy đủ cho ALWIP, theo sau phương pháp tương tự để các chế độ thông thường.

5.2 Sự đánh giá độ phức

Trong thử nghiệm CE3-1.2.1, không bao gồm các tính toán liên quan đến biến đổi cosin rời rạc, nhiều nhất 12 phép nhân mỗi mẫu cần để tạo ra các tín hiệu dự đoán. Hơn nữa, tổng số lượng 136492 tham số, mỗi tham số có 16 bit, được yêu cầu. Điều này tương ứng với 0,273 megabyte bộ nhớ.

5.3 Các kết quả thử nghiệm

Đánh giá thử nghiệm được thực hiện theo các điều kiện thử nghiệm chung JVET-J1010 [2], đối với các cấu hình chỉ nội ảnh (intra-only - AI) và truy cập ngẫu nhiên (random-access - RA) với phiên bản phần mềm VTM 3.0.1. Các mô phỏng tương ứng được thực hiện trên cụm Intel Xeon (E5-2697A v4, bật AVX2 bật, tắt tăng tốc turbo) với hệ điều hành Linux OS và trình biên dịch GCC 7.2.1.

Bảng 1. Kết quả của CE3-1.2.1 đối với cấu hình AI VTM

	Y	U	V	thời gian mã hóa	thời gian giải mã
Nhóm A1	-2,08%	-1,68%	-1,60%	155%	104%
Nhóm A2	-1,18%	-0,90%	-0,84%	153%	103%
Nhóm B	-1,18%	-0,84%	-0,83%	155%	104%
Nhóm C	-0,94%	-0,63%	-0,76%	148%	106%
Nhóm E	-1,71%	-1,28%	-1,21%	154%	106%
Tổng thể	-1,36%	-1,02%	-1,01%	153%	105%
Nhóm D	-0,99%	-0,61%	-0,76%	145%	107%
Nhóm F (tùy chọn)	-1,38%	-1,23%	-1,04%	147%	104%

Bảng 2. Kết quả của CE3-1.2.1 đối với cấu hình RA VTM

	Y	U	V	thời gian mã hóa	thời gian giải mã
Nhóm A1	-1,25%	-1,80%	-1,95%	113%	100%
Nhóm A2	-0,68%	-0,54%	-0,21%	111%	100%
Nhóm B	-0,82%	-0,72%	-0,97%	113%	100%
Nhóm C	-0,70%	-0,79%	-0,82%	113%	99%
Nhóm E					
Tổng thể	-0,85%	-0,92%	-0,98%	113%	100%
Nhóm D	-0,65%	-1,06%	-0,51%	113%	102%
Nhóm F (tùy chọn)	-1,07%	-1,04%	-0,96%	117%	99%

5.4 Sự dự đoán nội ảnh được gán trọng số tuyến tính afin với sự giảm độ phức (ví dụ, Thử nghiệm CE3-1.2.2)

Kỹ thuật được thử nghiệm trong CE2 liên quan đến “các sự dự đoán nội ảnh tuyến tính afin” được mô tả trong JVET-L0199 [1], nhưng đơn giản hóa về các yêu cầu bộ nhớ và độ phức tạp tính toán:

- Chỉ có ba tập hợp khác nhau của các ma trận dự đoán (ví dụ, S_0 , S_1 , S_2 , xem dưới đây) và các vectơ nghiêng (ví dụ, để cung cấp các giá trị độ lệch) bao gồm tất cả các hình dạng khối. Kết quả là, số lượng các tham số giảm xuống 14400 giá trị 10 bit, mà ít bộ nhớ hơn được lưu trữ trong CTU 128×128 .
- Kích thước đầu vào và đầu ra của các bộ dự đoán còn được giảm. Hơn nữa, thay vì biến đổi đường biên qua DCT, tính trung bình hoặc lấy mẫu giảm có thể được thực hiện đến các mẫu đường biên và tạo ra tín hiệu dự đoán có thể sử dụng nội suy tuyến tính thay vì DCT nghịch đảo. Tiếp theo, cực đại của bốn phép nhân mỗi mẫu có thể cần thiết để tạo ra tín hiệu dự đoán.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Sau đây mô tả cách thực hiện một số dự đoán (ví dụ, được thể hiện trên Fig.6) với các dự đoán ALWIP.

Về cơ bản, tham chiếu đến Fig.6, để thu được $Q=M*N$ giá trị của khối $M \times N$ 18 sẽ được dự đoán, các phép nhân của $Q*P$ mẫu của ma trận dự đoán ALWIP $Q \times P$ 17M với P mẫu của vector lân cận $P \times 1$ 17P nên được thực hiện. Do đó, nhìn chung, để thu được mỗi giá trị trong số $Q=M*N$ giá trị của khối $M \times N$ 18 sẽ được dự đoán, ít nhất $P=M+N$ phép nhân giá trị là cần thiết.

Các phép nhân này có hiệu quả cực kỳ không mong muốn. Kích thước P của vector đường biên 17P nhìn chung phụ thuộc vào số lượng $M+N$ của các mẫu biên (ngăn hoặc điểm ảnh) 17a, 17c lân cận (ví dụ, liền kề với) khối $M \times N$ 18 sẽ được dự đoán. Điều này có nghĩa là, nếu kích thước của khối 18 sẽ được dự đoán là lớn, số lượng $M+N$ của các điểm ảnh đường biên (17a, 17c) cũng lớn theo, do đó, tăng kích thước $P=M+N$ của vector đường biên $P \times 1$ 17P, và chiều dài của mỗi hàng của ma trận dự đoán ALWIP $Q \times P$ 17M, và theo đó, các số lượng phép nhân cần thiết (trong thuật ngữ chung, $Q=M*N=W*H$, trong đó W (chiều rộng) là ký hiệu khác cho N và H (chiều cao) là ký hiệu khác cho M ; P , trong trường hợp vector đường biên chỉ được tạo ra bởi một hàng và/hoặc một cột gồm các mẫu, là $P=M+N=H+W$).

Nhìn chung, vấn đề này được làm trầm trọng bởi thực tế rằng các hệ thống dựa trên các bộ vi xử lý (hoặc các hệ thống xử lý kỹ thuật số khác), các phép nhân là, nhìn chung, các phép toán tiêu tốn năng lượng. Có thể tưởng tượng rằng số lượng lớn các phép nhân được thực hiện cho số lượng nhiều các mẫu cho số lượng lớn các khối gây ra sự lãng phí năng lượng tính toán, mà nhìn chung là không mong muốn.

Theo đó, tốt hơn là giảm số lượng $Q*P$ của các phép nhân cần thiết để dự đoán khối $M \times N$ 18.

Cần phải hiểu rằng có thể phân nào giảm công suất tính toán cần cho mỗi dự đoán nội ảnh của mỗi khối 18 sẽ được dự đoán bằng các phép toán chọn một cách thông minh thay vì các phép nhân và dễ dàng để xử lý hơn.

Cụ thể, tham chiếu đến các hình vẽ từ Fig. 7.1 đến Fig.7.4, cần phải hiểu rằng bộ mã hóa và bộ giải mã có thể dự đoán khối được định trước (ví dụ, 18) của ảnh sử dụng nhiều mẫu lân cận (ví dụ, 17a, 17c), bằng cách

giảm (ví dụ, tại bước 811), (ví dụ, bằng cách tính trung bình hoặc lấy mẫu giảm), nhiều mẫu lân cận (ví dụ, 17a, 17c) để thu được tập hợp rút gọn gồm các giá trị mẫu thấp hơn, về số lượng các mẫu, so với nhiều mẫu lân cận,

áp dụng (ví dụ, tại bước 812) tập hợp rút gọn của các giá trị mẫu đối với biến đổi tuyến tính hoặc tuyến tính afin để thu được giá trị được dự đoán cho các mẫu được định trước của khối được định trước.

Trong một số trường hợp, bộ giải mã và bộ mã hóa có thể cũng suy ra, ví dụ, bằng phép nội suy, các giá trị được dự đoán cho các mẫu khác của khối được định trước được suy ra trên cơ sở các giá trị được dự đoán cho các mẫu được định trước và nhiều mẫu lân cận. Theo đó, có thể thu được chiến lược lấy mẫu tăng.

Trong các ví dụ, có thể thực hiện (ví dụ, tại bước 811) một số giá trị trung bình trên các mẫu của đường biên 17, để suy ra tại tập hợp rút gọn 102 (các hình vẽ từ Fig. 7.1 đến Fig.7.4) của các mẫu với số lượng mẫu giảm (ít nhất một trong số các mẫu có số lượng mẫu giảm 102 có thể là giá trị trung bình của hai mẫu của các mẫu đường biên ban đầu, hoặc sự lựa chọn các mẫu đường biên ban đầu). Ví dụ, nếu biên ban đầu có $P=M+N$ mẫu, tập hợp rút gọn gồm các mẫu có thể có $P_{red}=M_{red}+N_{red}$, với ít nhất một trong số $M_{red}<M$ và $N_{red}<N$, để $P_{red}<P$. Do đó, vector đường biên 17P mà sẽ được sử dụng thực tế cho dự đoán (Ví dụ, tại bước 812b) sẽ không có $P \times 1$ mục nhập, mà là $P_{red} \times 1$ mục nhập, với $P_{red}<P$. Tương tự, ma trận dự đoán ALWIP 17M được chọn cho dự đoán sẽ không có kích thước $Q \times P$ mà là $Q \times P_{red}$ (hoặc $Q_{red} \times P_{red}$, xem dưới đây) với số lượng phần tử giảm của ma trận ít nhất vì $P_{red}<P$ (bằng phần ảo có ít nhất một trong số $M_{red}<M$ và $N_{red}<N$).

Trong một số ví dụ (ví dụ, Fig. 7.2, Fig.7.3), thậm chí khả thi để giảm thêm số lượng các phép nhân, nếu khối thu được bởi ALWIP (tại bước 812) là khối rút gọn có kích thước $M'_{red} \times N'_{red}$, với $M'_{red} < M$ và/hoặc $N'_{red} < N$ (tức là, các mẫu được dự đoán trực tiếp bởi ALWIP là nhỏ về số lượng hơn các mẫu của khối 18 sẽ được dự đoán thực tế). Do đó, thiết lập $Q_{red} = M'_{red} * N'_{red}$, điều này sẽ mang lại sự dự đoán ALWIP

bằng cách sử dụng, thay vì các phép nhân $Q * P_{red}$, các phép nhân $Q_{red} * P_{red}$ (với $Q_{red} * P_{red} < Q * P_{red} < Q * P$). Phép nhân này sẽ dự đoán khối đã giảm với kích thước $M'_{red} \times N'_{red}$. Tuy vậy, sẽ khả thi để thực hiện (ví dụ, tại bước tiếp theo 813) sự lấy mẫu tăng (ví dụ, thu được bằng phép nội suy) từ khối được dự đoán $M'_{red} \times N'_{red}$ giảm vào khối được dự đoán $M \times N$ cuối cùng.

Các kỹ thuật này có thể có lợi vì, trong khi phép nhân ma trận bao gồm số lượng giảm ($Q_{red} * P_{red}$ hoặc $Q * P_{red}$) của các phép nhân, cả sự giảm ban đầu (ví dụ, tính trung bình hoặc lấy mẫu giảm) và biến đổi cuối cùng (ví dụ, phép nội suy) có thể được thực hiện bằng cách giảm (hoặc thậm chí tránh) các phép nhân. Ví dụ, lấy mẫu giảm, tính trung bình và/hoặc nội suy có thể được thực hiện (ví dụ, tại các bước 811 và/hoặc 813) bằng cách chọn phép toán nhị phân không có nhu cầu sử dụng công suất tính toán như phép cộng và phép dịch chuyển.

Tương tự, phép cộng là toán tử rất dễ mà có thể dễ dàng được thực hiện mà không cần nhiều nỗ lực tính toán.

Toán tử dịch chuyển có thể được sử dụng, ví dụ, để tính trung bình hai mẫu đường biên và/hoặc để nội suy hai mẫu (các giá trị hỗ trợ) của khối được dự đoán giảm (hoặc được lấy từ đường biên), để thu được khối dự đoán cuối cùng. (Để nội suy hai giá trị mẫu là cần thiết. Trong khối, chúng ta sẽ luôn có hai giá trị được định trước, nhưng để nội suy các mẫu dọc theo đường biên bên trái và phía trên của khối, chúng ta chỉ có một giá trị được định trước, như trên Fig.7.2, nhờ đó, chúng ta sử dụng mẫu đường biên như giá trị được hỗ trợ cho phép nội suy.

Quy trình hai bước có thể được sử dụng, như:

Đầu tiên tính tổng các giá trị của hai mẫu;

sau đó chia đôi (ví dụ, bằng cách dịch chuyển sang phải) giá trị của tổng.

Cách khác, có thể:

đầu tiên chia đôi (ví dụ, bằng cách dịch chuyển sang trái) mỗi mẫu trong số các mẫu.

sau đó tính tổng các giá trị của hai mẫu được chia đôi.

Thậm chí các toán tử dễ dàng hơn có thể được thực hiện khi lấy mẫu giảm, tại bước 811, vì chỉ cần thiết lựa chọn một lượng mẫu gồm nhóm các mẫu (ví dụ, các mẫu liên kế nhau).

Do đó, có thể xác định (các) kỹ thuật giảm số lượng các phép nhân sẽ được thực hiện. Một số trong số các kỹ thuật có thể dựa trên, không kể đến những điều khác, ít nhất một trong số các nguyên lý sau:

Thậm chí nếu khối 18 thực tế được dự đoán có kích thước $M \times N$, khối có thể được giảm (trong ít nhất một trong số hai kích thước) và ma trận ALWIP với kích thước giảm $Q_{red} \times P_{red}$ (với $Q_{red} = M'_{red} * N'_{red}$, $P_{red} = N_{red} + M_{red}$, với $M'_{red} < M$ và/hoặc $N'_{red} < N$ và/hoặc $M_{red} < M$ và/hoặc $N_{red} < N$) có thể được áp dụng. Do đó, vectơ đường biên 17b sẽ có kích thước $P_{red} \times 1$, biểu thị chỉ $P_{red} < P$ phép nhân (với $P_{red} = M_{red} + N_{red}$ và $P = M + N$).

$P_{red} \times 1$ vectơ đường biên 17P có thể thu được một cách dễ dàng từ đường biên ban đầu 17, ví dụ:

Bằng cách lấy mẫu giảm (ví dụ, bằng cách chọn chỉ một số mẫu của đường biên); và/hoặc

Bằng cách lấy trung bình nhiều mẫu của đường biên (mà có thể dễ dàng thu được bằng cách cộng và dịch chuyển, mà không cần các phép nhân).

Ngoài ra hoặc cách khác, thay vì dự đoán bằng phép nhân tất cả $Q = M * N$ giá trị của khối 18 sẽ được dự đoán, có thể chỉ dự đoán khối rút gọn với các kích thước giảm (ví dụ, $Q_{red} = M'_{red} * N'_{red}$ với $M'_{red} < M$ và/hoặc $N'_{red} < N$). Các mẫu còn lại của khối 18 sẽ được dự đoán sẽ thu được bằng phép nội suy, ví dụ, sử dụng Q_{red} mẫu như các giá trị hỗ trợ cho $Q - Q_{red}$ giá trị còn lại sẽ được dự đoán.

Theo ví dụ được minh họa trên Fig.7.1, khối 4×4 18 ($M=4$, $N=4$, $Q=M*N=16$) sẽ được dự đoán và vùng lân cận 17 của các mẫu 17a (cột hàng dọc với bốn mẫu đã được dự đoán) và 17c (hàng nằm ngang với bốn mẫu đã được dự đoán) đã được dự đoán tại các phép lặp trước đó (các vùng lân cận 17a và 17c có thể được biểu thị chung với 17). Tiên nghiệm, bằng cách sử dụng phương trình được thể hiện trên Fig.5, ma trận dự đoán $17M$ nên là ma trận $Q \times P = 16 \times 8$ (vì $Q = M * N = 4 * 4$ và $P = M + N = 4 + 4 = 8$), và vectơ đường

biên 17P nên có kích thước 8×1 (vì $P=8$). Tuy nhiên, điều này sẽ dẫn đến sự cần thiết của việc thực hiện 8 phép nhân cho mỗi trong số 16 mẫu của khối 4×4 18 sẽ được dự đoán, do đó, dẫn đến sự cần thiết của việc thực hiện $16 \times 8 = 128$ phép nhân tất cả. (Lưu ý rằng số lượng trung bình các phép nhân mỗi mẫu là sự đánh giá tốt của độ phức tạp tính toán. Đối với các sự dự đoán nội ảnh thông thường, bốn phép nhân mỗi mẫu được yêu cầu và điều này làm tăng độ phức tạp tính toán cần thiết. Do đó, sẽ khả thi sử dụng giới hạn trên cho ALWIP để đảm bảo độ phức tạp là hợp lý và không vượt quá độ phức tạp của dự đoán nội ảnh thông thường).

Tuy vậy, cần hiểu rằng, bằng cách sử dụng kỹ thuật theo sáng chế, có thể giảm, tại bước 811, số lượng các mẫu 17a và 17c lân cận khối 18 sẽ được dự đoán từ P đến $P_{red} < P$. Cụ thể, cần hiểu rằng có thể tính trung bình (ví dụ, tại 100 trên Fig.7.1) các mẫu đường biên (17a, 17c) mà liền kề với nhau, để thu được đường biên giảm 102 với hai hàng ngang và hai cột dọc, do đó hoạt động như khối 18 là khối 2×2 (đường biên giảm được tạo ra bởi các giá trị trung bình). Cách khác, có thể thực hiện sự lấy mẫu giảm, do đó lựa chọn hai mẫu cho hàng 17c và hai mẫu cho cột 17a. Do đó, hàng ngang 17c, thay vì có bốn mẫu ban đầu, được xử lý như có hai mẫu (ví dụ, các mẫu trung bình), trong khi cột dọc 17a, ban đầu có bốn mẫu, được xử lý như có hai mẫu (ví dụ, các mẫu trung bình). Có thể cũng hiểu rằng, sau khi chia nhỏ hàng 17c và cột 17a trong các nhóm 110 gồm hai mẫu, một mẫu đơn được duy trì (ví dụ, trung bình của các mẫu của nhóm 110 hoặc lựa chọn đơn giản trong số các mẫu của nhóm 110). Theo đó, tập hợp rút gọn 102 gồm các giá trị mẫu thu được, bằng tập hợp 102 chỉ có bốn mẫu ($M_{red}=2$, $N_{red}=2$, $P_{red}=M_{red}+N_{red}=4$, với $P_{red} < P$).

Cần hiểu rằng có thể thực hiện các toán tử (như phép tính trung bình hoặc lấy mẫu giảm 100) mà không thực hiện quá nhiều phép nhân tại mức bộ xử lý, phép tính trung bình hoặc lấy mẫu giảm 100 được thực hiện tại bước 811 có thể đơn giản thu được bằng các phép toán tính thẳng không sử dụng công suất tính toán như phép cộng và các phép dịch.

Cần hiểu rằng, tại điểm này, có thể áp dụng biến đổi tuyến tính hoặc tuyến tính afin (ALWIP) 19 đối với tập hợp rút gọn các giá trị mẫu 102 (ví dụ, sử dụng ma trận dự đoán như ma trận 17M trên Fig.5). Trong trường hợp này, biến đổi ALWIP 19 trực tiếp

ánh xạ bốn mẫu 102 lên các giá trị mẫu 104 của khối 18. Trong trường hợp này không cần phép nội suy nào.

Trong trường hợp này, ma trận ALWIP 17M có kích thước $Q \times P_{\text{red}} = 16 \times 4$: điều này theo sau thực tế rằng tất cả mẫu $Q=16$ của khối 18 sẽ được dự đoán thu được một cách trực tiếp bởi phép nhân ALWIP (không cần nội suy).

Do đó, tại bước 812a, ma trận ALWIP phù hợp 17M với kích thước $Q \times P_{\text{red}}$ được lựa chọn. Lựa chọn có thể dựa ít nhất một phần vào, ví dụ, báo hiệu từ luồng dữ liệu 12. Ma trận ALWIP 17M được lựa chọn có thể cũng được biểu thị với A_k , trong đó k có thể được hiểu là chỉ số, mà có thể được báo hiệu trong luồng dữ liệu 12 (trong một số trường hợp, ma trận cũng có thể được biểu thị như A_{idx}^m , xem dưới đây). Sự lựa chọn có thể được thực hiện theo sơ đồ sau: đối với mỗi kích thước (ví dụ, cặp chiều cao/chiều rộng của khối 18 sẽ được dự đoán), ma trận ALWIP 17M được chọn trong số, ví dụ, một trong số ba tập hợp ma trận S_0, S_1, S_2 (mỗi tập hợp trong số ba tập hợp S_0, S_1, S_2 có thể tạo nhóm nhiều ma trận ALWIP 17M có cùng kích thước, và ma trận ALWIP sẽ được lựa chọn cho sự dự đoán sẽ là một trong số chúng).

Tại bước 812b, phép nhân giữa ma trận ALWIP $Q \times P_{\text{red}}$ 17M được lựa chọn (cũng được biểu thị là A_k) và vectơ đường biên $P_{\text{red}} \times 1$ 17P được thực hiện.

Tại bước 812c, giá trị độ lệch (ví dụ, b_k) có thể được thêm, ví dụ, vào tất cả các giá trị thu được 104 của vectơ 18Q thu được bằng ALWIP. Giá trị của độ lệch (b_k hoặc trong một số trường hợp cũng được biểu thị với $b_{1,2,3}^i$, xem dưới đây) có thể cũng được dựa trên chỉ số (ví dụ, mà có thể được báo hiệu trong luồng dữ liệu 12).

Do đó, tại đây tiếp tục so sánh giữa việc sử dụng kỹ thuật theo sáng chế và không sử dụng kỹ thuật theo sáng chế:

Không sử dụng kỹ thuật theo sáng chế:

Khối 18 sẽ được dự đoán, khối có kích thước $M=4, N=4$;

$Q=M \times N=4 \times 4=16$ giá trị cần được dự đoán;

$P=M+N=4+4=8$ mẫu đường biên

$P=8$ phép nhân cho mỗi giá trị trong số $Q=16$ giá trị sẽ được dự đoán,

Tổng số lượng $P*Q=8*16=128$ phép nhân;

Sử dụng kỹ thuật theo sáng chế, ta có:

Khối 18 sẽ được dự đoán, khối có kích thước $M=4, N=4$;

$Q=M*N=4*4=16$ giá trị cần được dự đoán tại đầu cuối;

Kích thước giảm của vector đường biên: $P_{red}=M_{red}+N_{red}=2+2=4$;

$P_{red}=4$ phép nhân cho mỗi giá trị trong số $Q=16$ giá trị cần được dự đoán bởi ALWIP,

tổng số lượng $P_{red}*Q=4*16=64$ phép nhân (bằng một nửa 128!)

tỉ lệ giữa số lượng các phép nhân và số lượng các giá trị cuối cùng sẽ thu được và $P_{red}*Q/Q=4$, tức là, một nửa $P=8$ phép nhân cho mỗi mẫu cần được dự đoán!

Như có thể được hiểu, bằng cách phụ thuộc và các phép toán đơn giản và không đòi hỏi nhiều công suất tính toán như lấy trung bình (và, trong trường hợp, các phép cộng và/hoặc các phép dịch và/hoặc lấy mẫu giảm) có thể thu được giá trị phù hợp tại bước 812.

Tham chiếu đến Fig.7.2, khối 18 sẽ được dự đoán ở đây là khối $8x8$ ($M=8, N=8$) có 64 mẫu. Ở đây, tiên nghiệm, ma trận dự đoán $17M$ nên có kích thước $QxP=64x16$ ($Q=64$ bởi $Q=M*N=8*8=64$, $M=8$ và $N=8$ và bởi $P=M+N=8+8=16$). Do đó, tiên nghiệm, sẽ là $P=16$ phép nhân cần thiết cho mỗi $Q=64$ mẫu của khối $8x8$ 18 sẽ được dự đoán, để đến $64*16=1024$ phép nhân cho toàn bộ khối $8x8$ 18!

Tuy nhiên, như được thấy trên Fig.7.2, có thể được cung cấp phương pháp 820 theo đó, thay vì sử dụng tất cả 16 mẫu đường biên, chỉ 8 giá trị (ví dụ, 4 trong số hàng đường biên ngang 17c và 4 trong cột đường biên dọc 17a giữa các mẫu ban đầu của đường biên) được sử dụng. Từ hàng đường biên 17c, 4 mẫu có thể được sử dụng thay vì 8 (ví dụ, có thể là phép tính trung bình hai nhân hai và/hoặc lựa chọn của một mẫu trong số hai). Theo đó, vector đường biên không phải là vector $Px1=16x1$, mà chỉ là vector $P_{red}x1=8x1$ ($P_{red}=M_{red}+N_{red}=4+4$). Cần hiểu rằng chỉ có thể lựa chọn hoặc tính trung bình các mẫu (ví dụ, hai nhân hai) của hàng ngang 17c và các mẫu của cột dọc 17a để có,

thay vì $P=16$ mẫu ban đầu, chỉ $P_{\text{red}}=8$ giá trị đường biên, tạo ra tập hợp rút gọn 102 của các giá trị mẫu. Tập hợp rút gọn 102 này sẽ cho phép thu được phiên bản rút gọn của khối 18, phiên bản rút gọn có $Q_{\text{red}}=M_{\text{red}}*N_{\text{red}}=4*4=16$ mẫu (thay vì $Q=M*N=8*8=64$). Có thể áp dụng ma trận ALWIP để dự đoán khối có kích thước $M_{\text{red}} \times N_{\text{red}}=4 \times 4$. Phiên bản rút gọn của khối 18 bao gồm mẫu được biểu thị bởi màu xám trong sơ đồ 106 trên Fig.7.2: các mẫu được biểu thị với màu xám được tạo ô (bao gồm các mẫu 118' và 118'') tạo ra khối rút gọn 4×4 với $Q_{\text{red}}=16$ giá trị thu được tại bước áp dụng 812. Khối rút gọn 4×4 thu được bằng cách áp dụng biến đổi tuyến tính 19 tại bước áp dụng 812. Sau khi thu được các giá trị của khối rút gọn 4×4 , có thể thu được các giá trị của các mẫu còn lại (các mẫu được biểu thị với các mẫu màu trắng trong sơ đồ 106), ví dụ, bằng phép nội suy.

Theo phương pháp 810 trên Fig.7.1, phương pháp 820 có thể bao gồm bổ sung bước 813 là suy ra, ví dụ, bằng nội suy, các giá trị dự đoán cho $Q-Q_{\text{red}}=64-16=48$ mẫu còn lại (ô màu trắng) của khối $M \times N=8 \times 8$ 18 sẽ được dự đoán. $Q-Q_{\text{red}}=64-16=48$ mẫu còn lại có thể được thu từ $Q_{\text{red}}=16$ mẫu được thu trực tiếp bằng phép nội suy (phép nội suy có thể sử dụng các giá trị của các mẫu đường biên, ví dụ). Như có thể thấy trên Fig.7.2, trong khi các mẫu 118' và 118'' đã thu được tại bước 812 (như được biểu thị bởi ô vuông màu xám), mẫu 108' (trung gian đến các mẫu 118' và 118'' và được biểu thị với ô vuông màu trắng) thu được bằng phép nội suy giữa mẫu 118' và 118'' tại bước 813. Nên được hiểu rằng mà các phép nội suy cũng có thể thu được bằng các phép toán tương tự với các phép nội suy để tính trung bình như phép dịch và cộng. Do đó, trên Fig.7.2, giá trị 108' có thể nhìn chung được xác định như trung gian giá trị giữa giá trị của mẫu 118' và giá trị của mẫu 118'' (có thể là giá trị trung bình).

Bằng cách thực hiện các phép nội suy, tại bước 813, cũng có thể dẫn đến phiên bản cuối cùng của khối $M \times N=8 \times 8$ 18 dựa trên nhiều giá trị mẫu được biểu thị trên 104.

Do đó, sự so sánh giữa việc sử dụng kỹ thuật theo sáng chế và không sử dụng là:

Không sử dụng kỹ thuật theo sáng chế:

Khối 18 sẽ được dự đoán, khối có kích thước $M=8$, $N=8$; và $Q=M*N=8*8=64$ mẫu trong khối 18 cần được dự đoán;

$P=M+N=8+8=16$ mẫu trong biên 17;

$P=16$ phép nhân cho mỗi giá trị trong số $Q=64$ giá trị cần được dự đoán,

tổng số lượng $P*Q=16*64=1028$ phép nhân

tỉ lệ giữa số lượng các phép nhân và số lượng các giá trị cuối cùng sẽ thu được bởi $P*Q/Q=16$

Sử dụng kỹ thuật theo sáng chế:

Khối 18 sẽ được dự đoán, có kích thước $M=8$, $N=8$

$Q=M*N=8*8=64$ giá trị được dự đoán tại đầu cuối;

nhưng ma trận ALWIP $Q_{red} \times P_{red}$ sẽ được sử dụng, với $P_{red}=M_{red}+N_{red}$,
 $Q_{red}=M_{red}*N_{red}$, $M_{red}=4$, $N_{red}=4$

$P_{red}=M_{red}+N_{red}=4+4=8$ mẫu trong đường biên, với $P_{red}<P$

$P_{red}=8$ phép nhân cho mỗi $Q_{red}=16$ giá trị khối rút gọn 4×4 sẽ được dự đoán (được tạo ra bởi các ô màu xám trong sơ đồ 106),

tổng số lượng $P_{red}*Q_{red}=8*16=128$ phép nhân (nhỏ hơn nhiều 1024!)

tỉ lệ giữa số lượng các phép nhân và số lượng các giá trị cuối cùng sẽ thu được và $P_{red}*Q_{red}/Q=128/64=2$ (ít hơn nhiều so với 16 phép nhân thu được mà không có kỹ thuật theo sáng chế!).

Theo đó, kỹ thuật theo sáng chế là có nhu cầu sử dụng công suất ít hơn 8 lần so với kỹ thuật trước đây.

Fig.7.3 thể hiện ví dụ khác (có thể dựa trên phương pháp 820), trong đó khối 18 sẽ được dự đoán là khối 4×8 hình chữ nhật ($M=8$, $N=4$) với $Q=4*8=32$ mẫu sẽ được dự đoán. Đường biên 17 được tạo ra bởi hàng ngang 17c với $N=8$ mẫu và cột dọc 17a với $M=4$ mẫu. Do đó, tiên nghiệm đường biên 17P sẽ có kích thước $P \times 1=12 \times 1$, trong khi ma trận ALWIP dự đoán nên là ma trận $Q \times P=32 \times 12$, do đó gây ra sự cần thiết của $Q*P=32*12=384$ phép nhân.

Tuy nhiên, sẽ là khả thi, ví dụ, để lấy trung bình hoặc lấy mẫu giảm ít nhất 8 mẫu của hàng ngang 17c, để thu được hàng ngang giảm với chỉ 4 mẫu (ví dụ, các mẫu được

lấy trung bình). Trong một số ví dụ, cột dọc 17a sẽ duy trì như vậy (ví dụ, mà không tính trung bình). Tổng kết, đường biên rút gọn sẽ có kích thước $P_{red}=8$, với $P_{red}<P$. Theo đó, vector đường biên 17P sẽ có kích thước $P_{red} \times 1 = 8 \times 1$. Ma trận dự đoán ALWIP 17M sẽ là ma trận với các kích thước $M \times N_{red} \times P_{red} = 4 \times 4 \times 8 = 64$. Khối rút gọn 4×4 được tạo ra bởi các cột trong sơ đồ 107), thu được trực tiếp tại bước trải qua 812, sẽ có kích thước $Q_{red} = M \times N_{red} = 4 \times 4 = 16$ mẫu (thay vì $Q = 4 \times 8 = 32$ của khối 4×8 18 ban đầu sẽ được dự đoán). Một khi khối rút gọn 4×4 thu được bởi ALWIP, có thể thêm giá trị độ lệch b_k (bước 812c) và thực hiện các phép nội suy tại bước 813. Như có thể được thấy tại bước 813 trên Fig.7.3, khối rút gọn 4×4 được mở rộng thành khối 4×8 , trong đó các giá trị 108', không thu được tại bước 812, thu được tại bước 813 bằng cách nội suy các giá trị 118' và 118'' (các ô màu xám) thu được tại bước 812.

Do đó, sự so sánh giữa việc sử dụng kỹ thuật theo sáng chế và không sử dụng là:

Không sử dụng kỹ thuật theo sáng chế:

Khối 18 sẽ được dự đoán, khối có kích thước $M=4$, $N=8$

$Q=M \times N=4 \times 8=32$ giá trị sẽ được dự đoán;

$P=M+N=4+8=12$ mẫu trong biên;

$P=12$ phép nhân cho mỗi giá trị trong số $Q=32$ giá trị sẽ được dự đoán,

tổng số lượng $P \times Q=12 \times 32=384$ phép nhân

tỉ lệ giữa số lượng các phép nhân và số lượng các giá trị cuối cùng sẽ thu được bởi $P \times Q / Q = 12$

Sử dụng kỹ thuật theo sáng chế:

Khối 18 sẽ được dự đoán, khối có kích thước $M=4$, $N=8$

$Q=M \times N=4 \times 8=32$ giá trị được dự đoán tại đầu cuối;

nhưng ma trận ALWIP $Q_{red} \times P_{red} = 16 \times 8$ có thể được sử dụng, với $M=4$, $N_{red}=4$, $Q_{red}=M \times N_{red}=16$, $P_{red}=M+N_{red}=4+4=8$

$P_{red}=M+N_{red}=4+4=8$ mẫu trong đường biên, với $P_{red}<P$

$P_{red}=8$ phép nhân cho mỗi $Q_{red}=16$ giá trị khối rút gọn sẽ được dự đoán,

tổng số lượng $Q_{\text{red}} * P_{\text{red}} = 16 * 8 = 128$ phép nhân (nhỏ hơn 384!)

tỉ lệ giữa số lượng các phép nhân và số lượng các giá trị cuối cùng sẽ thu được và $P_{\text{red}} * Q_{\text{red}} / Q = 128 / 32 = 4$ (ít hơn nhiều so với 12 phép nhân thu được mà không có kỹ thuật theo sáng chế!).

Do đó, với kỹ thuật theo sáng chế, nỗ lực tính toán được giảm thành một phần ba.

Fig.7.4 thể hiện trường hợp khối 18 sẽ được sự bảo với các kích thước $M \times N = 16 \times 16$ và có $Q = M * N = 16 * 16 = 256$ giá trị sẽ được dự đoán tại cuối cùng, với $P = M + N = 16 + 16 = 32$ mẫu đường biên. Điều này sẽ dẫn đến ma trận dự đoán với kích thước $Q \times P = 256 \times 32$, mà có thể biểu thị $256 * 32 = 8192$ phép nhân!

Tuy nhiên, bằng cách áp dụng phương pháp 820, có thể tại bước 811, để giảm (ví dụ, bằng cách tính trung bình hoặc lấy mẫu giảm) số lượng các mẫu đường biên, ví dụ, từ 32 đến 8: ví dụ, đối với mỗi nhóm 120 gồm bốn mẫu liên tục của hàng 17a, một mẫu đơn (ví dụ, mẫu được lựa chọn trong số bốn mẫu, hoặc tính trung bình các mẫu) còn lại. Tương tự đối với mỗi nhóm gồm bốn mẫu liên tiếp có cột 17c, một mẫu đơn (ví dụ, được lựa chọn trong số bốn mẫu, hoặc tính trung bình các mẫu) còn lại.

Ở đây, ma trận ALWIP 17M là ma trận $Q_{\text{red}} \times P_{\text{red}} = 64 \times 8$: điều này là do thực tế rằng đã được lựa chọn $P_{\text{red}} = 8$ (bằng cách sử dụng 8 mẫu được lấy trung bình hoặc lựa chọn từ 32 số một của đường biên) và bởi thực tế rằng khối rút gọn sẽ được dự đoán tại bước 812 là khối 8×8 (trong sơ đồ 109, các ô vuông màu xám là 64).

Do đó, một khi 64 mẫu của khối 8×8 giảm thu được tại bước 812, có thể suy ra, tại bước 813, $Q - Q_{\text{red}} = 256 - 64 = 192$ giá trị 104 còn lại của khối 18 sẽ được dự đoán.

Trong trường hợp này, để thực hiện phép nội suy, đã được chọn sử dụng tất cả các mẫu có cột biên 17a và các mẫu thay thế trong hàng biên 17c. Các lựa chọn khác có thể được thực hiện.

Trong khi với phương pháp theo sáng chế, tỉ lệ giữa số lượng phép nhân và số lượng các giá trị thu được cuối cùng là $Q_{\text{red}} * P_{\text{red}} / Q = 8 * 64 / 256 = 2$, mà nhỏ hơn nhiều 32 phép nhân cho mỗi giá trị mà không có kỹ thuật hiện tại!

Phép so sánh giữa kỹ thuật theo sáng chế và không được sử dụng là:

Không sử dụng kỹ thuật theo sáng chế:

Khối 18 sẽ được dự đoán, khối có kích thước $M=16$, $N=16$

$Q=M*N=16*16=256$ giá trị sẽ được dự đoán;

$P=M+N=16*16=32$ mẫu trong đường biên;

$P=32$ phép nhân cho mỗi giá trị trong số $Q=256$ giá trị sẽ được dự đoán,

Tổng số lượng $P*Q=32*256=8192$ phép nhân;

tỉ lệ giữa số lượng các phép nhân và số lượng các giá trị cuối cùng sẽ thu được bởi $P*Q/Q=32$

Sử dụng kỹ thuật theo sáng chế:

Khối 18 sẽ được dự đoán, khối có kích thước $M=16$, $N=16$

$Q=M*N=16*16=256$ giá trị được dự đoán tại đầu cuối;

nhưng ma trận ALWIP $Q_{red} \times P_{red}=64 \times 8$ sẽ được sử dụng, với $M_{red}=4$, $N_{red}=4$, $Q_{red}=8*8=64$ mẫu được dự đoán bởi ALWIP, $P_{red}=M_{red}+N_{red}=4+4=8$

$P_{red}=M_{red}+N_{red}=4+4=8$ mẫu trong đường biên, với $P_{red} < P$

$P_{red}=8$ phép nhân cho mỗi $Q_{red}=64$ giá trị khối rút gọn sẽ được dự đoán,

tổng số lượng $Q_{red} * P_{red}=64*8=512$ phép nhân (nhỏ hơn 8192!)

tỉ lệ giữa số lượng các phép nhân và số lượng các giá trị cuối cùng sẽ thu được và $P_{red} * Q_{red} / Q = 8 * 64 / 256 = 2$ (ít hơn nhiều so với 32 phép nhân thu được mà không có kỹ thuật theo sáng chế!).

Theo đó, công suất tính toán được yêu cầu cho kỹ thuật theo sáng chế là nhỏ hơn 16 lần kỹ thuật thông thường!

Do đó, có thể dự đoán khối được định trước (18) của ảnh sử dụng nhiều mẫu lân cận (17) bằng cách

giảm (100, 813) nhiều mẫu lân cận đã đề thu được tập hợp rút gọn (102) gồm các giá trị mẫu thấp hơn, về số lượng các mẫu, khi so với nhiều mẫu lân cận (17),

áp dụng (812) biến đổi tuyến tính hoặc tuyến tính afin (19, 17M) đối với tập hợp rút gọn của các giá trị mẫu (102) để thu được giá trị được dự đoán cho các mẫu được định trước (104, 118', 188'') của khối được định trước (18).

Cụ thể, có thể thực hiện cách giảm (100, 813) bằng cách lấy mẫu giảm nhiều mẫu lân cận để thu được tập hợp rút gọn (102) gồm các giá trị mẫu thấp hơn, về số lượng các mẫu, khi so với nhiều mẫu lân cận (17).

Cách khác, có thể thực hiện cách giảm (100, 813) bằng cách tính trung bình nhiều mẫu lân cận đã được thực hiện để thu được tập hợp rút gọn (102) gồm các giá trị mẫu thấp hơn, về số lượng các mẫu, khi so với nhiều mẫu lân cận (17),

Hơn nữa, có thể suy ra 813, bằng cách nội suy, các giá trị dự đoán cho các mẫu bổ sung (108, 108') của khối được định trước (18) trên cơ sở các giá trị được dự đoán cho các mẫu được định trước (104, 118', 118'') và nhiều mẫu lân cận (17).

Nhiều mẫu lân cận (17a, 17c) có thể kéo dài theo một chiều dọc theo hai phía (ví dụ, về phía bên phải và về phía bên dưới trên các hình vẽ Fig. 7.1 đến Fig.7.4) của khối được định trước (18). Các mẫu được định trước (ví dụ, các mẫu mà thu được bởi ALWIP trong bước 812) có thể cũng được sắp xếp trong các hàng và các cột và, dọc theo ít nhất một trong số các hàng và các cột, các mẫu được định trước có thể được định vị tại mỗi vị trí thứ n từ mẫu (112) của mẫu được định trước 112 tiếp giáp hai phía của khối được định trước 18.

Dựa trên nhiều mẫu lân cận (17), có thể xác định cho mỗi trong số ít nhất một trong số các hàng và các cột, giá trị bổ trợ (118) cho một (118) trong số nhiều vị trí lân cận, mà được căn chỉnh với một trong số ít nhất một trong số các hàng và các cột. Cũng có thể suy ra bằng cách nội suy, các giá trị dự đoán 118 cho các mẫu bổ sung (108, 108') của khối được định trước (18) trên cơ sở các giá trị được dự đoán cho các mẫu được định trước (104, 118', 118'') và các giá trị bổ trợ cho các mẫu lân cận (118) được căn chỉnh đối với ít nhất một trong số các hàng và các cột.

Các mẫu được định trước 104 có thể được định vị tại mỗi vị trí thứ n từ mẫu (112) mà nối liền hai phía của khối được định trước 18 dọc theo các hàng và các mẫu được định trước được định vị tại mỗi vị trí thứ m từ mẫu (112) của mẫu được định trước mà

(112) nối liền hai phía của khối được định trước (18) dọc theo cột, trong đó $n, m > 1$. Trong một số trường hợp $n=m$ (ví dụ, trên Fig. 7.2 và Fig.7.3, trong đó các mẫu 104, 118', 118'', thu được trực tiếp bởi ALWIP tại 812 và được biểu thị với các ô xám, được thay thế, dọc theo các hàng và các cột, đến các mẫu 108, 108' tiếp theo thu được tại bước 813).

Dọc theo ít nhất một trong số các hàng (17c) và các cột (17a), xác định các giá trị hỗ trợ có thể được thực hiện ví dụ bằng cách tính trung bình 122, đối với mỗi giá trị hỗ trợ, tạo nhóm (120 các mẫu lân cận trong nhiều mẫu lân cận bao gồm mẫu lân cận (118) mà giá trị hỗ trợ tương ứng được xác định. Do đó, trên Fig.7.4, tại bước 813, có thể thu được giá trị của mẫu 119 bằng cách sử dụng các giá trị của mẫu được định trước 118''' (thu được trước đó tại bước 812) và mẫu lân cận 118 làm các giá trị hỗ trợ.

Nhiều mẫu lân cận có thể kéo dài một chiều dọc theo hai phía của khối được định trước (18). Có thể khả thi để thực hiện sự giảm (811) bằng cách tạo nhóm nhiều mẫu lân cận (17) vào các nhóm (110) gồm một hoặc nhiều mẫu lân cận liên tiếp và thực hiện sự lấy mẫu giảm hoặc tính trung bình trên mỗi mẫu của nhóm (110) gồm một hoặc nhiều mẫu lân cận mà có hai hoặc nhiều hơn hai mẫu lân cận.

Theo các ví dụ, biến đổi tuyến tính hoặc tuyến tính affin có thể bao gồm $P_{red} * Q_{red}$ hoặc $P_{red} * Q$ hệ số gán trọng số với P_{red} là số lượng các giá trị mẫu (102) trong tập hợp rút gọn gồm các giá trị mẫu và Q_{red} hoặc Q là các mẫu được định trước trong khối được định trước (18). Ít nhất $\frac{1}{4} P_{red} * Q_{red}$ hoặc $\frac{1}{4} P_{red} * Q$ hệ số gán trọng số và các giá trị gán trọng số khác 0. Các hệ số gán trọng số $P_{red} * Q_{red}$ hoặc $P_{red} * Q$ có thể bao gồm, đối với mỗi Q hoặc Q_{red} mẫu được định trước, chuỗi gồm P_{red} hệ số gán trọng số liên quan đến mẫu được định trước tương ứng, trong đó chuỗi, khi được sắp xếp từng cái một bên dưới nhau theo thứ tự quét raster trong số các mẫu được định trước của khối được định trước (18), tạo ra đường bao không tuyến tính đẳng hướng. $P_{red} * Q$ hoặc $P_{red} * Q_{red}$ hệ số gán trọng số có thể không liên quan đến nhau qua bất kỳ quy tắc ánh xạ thông thường. Trung bình của cực đại của các tương quan chéo giữa các chuỗi thứ nhất gồm các hệ số gán trọng số liên quan đến mẫu được định trước tương ứng, và chuỗi thứ hai gồm các hệ số gán trọng số liên quan đến các mẫu được định trước khác mẫu được định trước tương ứng, hoặc phiên bản nghịch đảo của chuỗi thứ hai, dù gì cũng dẫn đến cực đại cao hơn,

thấp hơn ngưỡng được định trước. Ngưỡng được định trước có thể là 0,3 [hoặc trong một số trường hợp là 0,2 hoặc 0,1]. Các mẫu lân cận P_{red} (17) có thể được đặt dọc theo đường một chiều kéo dài dọc theo hai phía của khối được định trước (18) và, đối với mỗi Q hoặc Q_{red} mẫu được định trước, chuỗi của P_{red} hệ số gán trọng số liên quan đến mẫu được định trước tương ứng được đặt thứ tự theo cách đi ngang đường một chiều theo hướng được định trước.

6.1 Sự mô tả của phương pháp và máy

Để dự đoán các mẫu của khối hình chữ nhật có chiều rộng W (cũng được biểu thị với N) và chiều cao H (cũng được biểu thị với M), sự dự đoán nội ảnh được gán trọng số afin (Affine-linear weighted intra prediction - ALWIP) có thể lấy một đường trong số H mẫu đường biên lân cận được khôi phục còn lại của khối và một đường của W mẫu đường biên lân cận được khôi phục phía trên khối làm đầu vào. Nếu các mẫu được khôi phục là không có sẵn, chúng có thể được tạo ra như đã được thực hiện trong sự dự đoán nội ảnh thông thường.

Sự tạo ra tín hiệu dự đoán (ví dụ, các giá trị cho khối hoàn thiện 18) có thể dựa trên ít nhất một số trong số ba bước sau:

1. Trong số các mẫu đường biên 17, các mẫu 102 (ví dụ, bốn mẫu trong trường hợp $W=H=4$ và/hoặc tám mẫu trong trường hợp khác) có thể được trích bằng cách lấy trung bình hoặc lấy mẫu giảm (ví dụ, bước 811).
2. Phép nhân vector ma trận, theo sau bởi phép cộng độ lệch, có thể được thực hiện với các mẫu được tính trung bình (hoặc các mẫu còn lại từ việc lấy mẫu giảm) làm đầu vào. Kết quả có thể là tín hiệu dự đoán rút gọn trên tập hợp được lấy mẫu gồm các mẫu trong khối ban đầu (ví dụ, bước 812).
3. Tín hiệu dự đoán tại vị trí còn lại có thể được tạo ra, ví dụ, bằng cách lấy mẫu tăng, từ tín hiệu dự đoán trên tập hợp được lấy mẫu phụ, ví dụ, bằng phép nội suy tuyến tính (ví dụ, bước 813).

Nhờ các bước 1. (811) và/hoặc 3. 813, tổng số phép nhân cần trong sự tính toán của tích ma trận-vector có thể sao cho luôn nhỏ hơn hoặc bằng $4 * W * H$. Hơn nữa, các phép toán tính trung bình trên đường biên và phép nội suy tuyến tính của tín hiệu dự

đoán rút gọn được thực hiện chỉ bằng cách sử dụng các phép cộng và các sự dịch chuyển bit. Nói cách khác, trong các ví dụ tại nhiều nhất bốn phép nhân mỗi mẫu cần cho các chế độ ALWIP.

Trong một số ví dụ, các ma trận (ví dụ, 17M) và các vector độ lệch (ví dụ, b_k) cần để tạo ra tín hiệu dự đoán có thể được lấy từ các tập hợp (ví dụ, ba tập hợp), ví dụ, S_0 , S_1 , S_2 , của ma trận mà đang được lưu trữ, ví dụ, trong (các) đơn vị lưu trữ của bộ giải mã và của bộ mã hóa.

Trong một số ví dụ, tập hợp S_0 có thể bao gồm (ví dụ, gồm có) n_0 (ví dụ, $n_0=16$ hoặc $n_0=18$ hoặc số khác) ma trận $A_0^i, i \in \{0, \dots, n_0-1\}$, mỗi ma trận có thể có 16 hàng và 4 cột và 18 vector độ lệch $b_0^i, i \in \{0, \dots, n_0-1\}$ mỗi vector này có kích thước 16 để thực hiện kỹ thuật theo Fig.7.1. Các ma trận và vector độ lệch của tập hợp này được sử dụng cho các khối 18 có kích thước 4×4 . Một khi vector đường biên đã được giảm xuống vector $P_{red}=4$ (như đối với bước 811 trên Fig.7.1), có thể ánh xạ $P_{red}=4$ mẫu của tập hợp rút gọn gồm các mẫu 102 trực tiếp đến các mẫu $Q=16$ của khối 4×4 18 sẽ được dự đoán.

Trong một số ví dụ, tập hợp S_1 có thể bao gồm (ví dụ, gồm có) n_1 (ví dụ, $n_1=8$ hoặc $n_1=18$ hoặc số khác) ma trận $A_1^i, i \in \{0, \dots, n_1-1\}$, mỗi ma trận có thể có 16 hàng và 8 cột và 18 vector độ lệch $b_1^i, i \in \{0, \dots, n_1-1\}$ mỗi vector này có kích thước 16 để thực hiện kỹ thuật theo Fig.7.2 hoặc Fig.7.3. Các ma trận và vector độ lệch của thiết lập S_1 này có thể được sử dụng cho các khối có kích thước 4×8 , 4×16 , 4×32 , 4×64 , 16×4 , 32×4 , 64×4 , 8×4 và 8×8 . Ngoài ra, có thể cũng được sử dụng cho các khối có kích thước $W \times H$ với $\max(W, H) > 4$ and $\min(W, H) = 4$, tức là, đối với các khối có kích thước 4×16 hoặc 16×4 , 4×32 or 32×4 và 4×64 hoặc 64×4 . Ma trận 16×8 đề cập đến phiên bản rút gọn của khối 18 mà là khối 4×4 , như thu được trên Fig. 7.2 và Fig.7.3.

Ngoài ra hoặc cách khác, tập hợp S_2 có thể bao gồm (ví dụ, gồm có) n_2 (ví dụ, $n_2=6$ hoặc $n_2=18$ hoặc số khác) ma trận $A_2^i, i \in \{0, \dots, n_2-1\}$, mỗi ma trận có thể có 64 hàng và 8 cột và 18 vector độ lệch $b_2^i, i \in \{0, \dots, n_2-1\}$ có kích thước 64. Ma trận 64×8 đề cập đến phiên bản rút gọn của khối 18 mà là khối 8×8 , ví dụ, như thu được trên Fig.7.4. Các ma trận và vector độ lệch của tập hợp này có thể được sử dụng cho các khối có các

kích thước 8×16 , 8×32 , 8×64 , 16×8 , 16×16 , 16×32 , 16×64 , 32×8 , 32×16 , 32×32 , 32×64 , 64×8 , 64×16 , 64×32 , 64×64 .

Các ma trận và các vector độ lệch mà tập hợp hoặc các phần của các ma trận này và vector độ lệch có thể sử dụng cho tất cả các hình dạng khối.

6.2 Tính trung bình hoặc lấy mẫu giảm biên

Ở đây, các dấu hiệu được cung cấp liên quan đến bước 811.

Như được giải thích trên đây, các mẫu đường biên (17a, 17c) có thể được tính trung bình và/hoặc lấy mẫu giảm (ví dụ, từ P mẫu đến $P_{red} < P$ mẫu).

Trong bước thứ nhất, các đường biên đầu vào $bdry^{top}$ (ví dụ, 17c) có thể được giảm đến các đường biên nhỏ hơn $bdry^{left}$ và $bdry_{red}^{top}$ để dẫn đến tập hợp rút gọn 102. Ở đây, $bdry_{red}^{top}$ và $bdry_{red}^{left}$ cả hai đều bao gồm 2 mẫu trong trường hợp khối 4×4 và cả hai bao gồm 4 mẫu trong trường hợp khác.

Trong trường hợp khối 4×4 , có thể định nghĩa

$$bdry_{red}^{top}[0] = (bdry^{top}[0] + bdry^{top}[1] + 1) \gg 1,$$

$$bdry_{red}^{top}[1] = (bdry^{top}[2] + bdry^{top}[3] + 1) \gg 1,$$

và định nghĩa $bdry_{red}^{left}$ tương tự. Theo đó, $bdry_{red}^{top}[0]$, $bdry_{red}^{top}[1]$, $bdry_{red}^{left}[0]$, $bdry_{red}^{left}[1]$ là các giá trị trung bình thu được, ví dụ, sử dụng các phép toán dịch chuyển bit

Trong tất cả trường hợp khác (ví dụ, đối với các khối có chiều rộng hoặc chiều cao khác với 4), nếu chiều rộng khối W đã cho là $W = 4 * 2^k$, đối với $0 \leq i < 4$ một định nghĩa

$$bdry_{red}^{top}[i] = \left(\left(\sum_{j=0}^{2^k-1} bdry^{top}[i * 2^k + j] \right) + 1 \ll (k - 1) \right) \gg k.$$

và định nghĩa $bdry_{red}^{left}$ tương tự.

Trong các trường hợp khác, có thể lấy mẫu giảm đường biên (ví dụ, bằng cách lựa chọn mẫu đường biên cụ thể từ nhóm các mẫu đường biên) để tới tại số lượng giảm các mẫu. Ví dụ, $bdry_{red}^{top}[0]$ có thể được lựa chọn trong số $bdry^{top}[0]$ và $bdry^{top}[1]$, và

$bdry_{red}^{top}[1]$ có thể được lựa chọn trong số $bdry_{red}^{top}[2]$ và $bdry_{red}^{top}[3]$. Cũng có thể định nghĩa $bdry_{red}^{left}$ tương tự.

Hai đường biên rút gọn $bdry_{red}^{top}$ và $bdry_{red}^{left}$ có thể nối chuỗi đến vector đường biên rút gọn $bdry_{red}$ (được kết hợp với tập hợp rút gọn 102), cũng được biểu thị với 17P. Vector đường biên giảm $bdry_{red}$ do đó có thể có kích thước bằng bốn ($P_{red}=4$) cho các khối có hình dạng 4×4 (ví dụ trên Fig.7.1) và kích thước tám ($P_{red}=8$) cho các khối có các hình dạng khác (ví dụ trên Fig.7.2 đến Fig.7.4).

Sau đây, nếu $mode < 18$ (hoặc số lượng các ma trận trong tập hợp các ma trận), có thể định nghĩa

$$bdry_{red} = [bdry_{red}^{top}, bdry_{red}^{left}].$$

Nếu $mode \geq 18$, mà tương ứng với chế độ được chuyển vị của $mode - 17$, có thể định nghĩa

$$bdry_{red} = [bdry_{red}^{left}, bdry_{red}^{top}].$$

Do đó, theo trạng thái cụ thể (*one state: mode < 18; one other state: mode ≥ 18*), có thể phân bố các giá trị được dự đoán của vector đầu ra dọc theo thứ tự quét khác nhau (ví dụ, một thứ tự quét: $[bdry_{red}^{top}, bdry_{red}^{left}]$; one other scan order: $[bdry_{red}^{left}, bdry_{red}^{top}]$).

Các chiến lược khác có thể được thực hiện. Theo các ví dụ khác, chỉ số chế độ ‘mode’ không cần thiết trong phạm vi 0 đến 35 (các phạm vi khác có thể được định nghĩa). Hơn nữa, không cần thiết cho mỗi tập hợp trong số ba tập hợp S_0, S_1, S_2 có 18 ma trận (do đó, thay vì biểu thị như $mode \geq 18$, có thể để $mode \geq n_0, n_1, n_2$, lần lượt là số lượng các ma trận cho mỗi tập hợp trong số các ma trận S_0, S_1, S_2). Hơn nữa, tập hợp có thể có các số lượng ma trận khác nhau (ví dụ, có thể là S_0 có 16 ma trận S_1 có tám ma trận, và S_2 có sáu ma trận).

Chế độ và thông tin được chuyển vị là không cần thiết được lưu trữ và/hoặc truyền như một ‘chế độ’ chỉ số chế độ tổ hợp: trong một số ví dụ, có khả năng báo hiệu rõ ràng như cờ chuyển vị và chỉ số ma trận (0-15 đối với S_0 , 0-7 đối với S_1 và 0-5 đối với S_2).

Trong một số trường hợp, tổ hợp của các cờ chuyển vị và chỉ số ma trận có thể được diễn giải là chỉ số được thiết lập. Ví dụ, có thể có một bit hoạt động như cờ chuyển vị, và một số bit biểu thị chỉ số ma trận, được biểu thị tập trung như “chỉ số được thiết lập”.

6.3 Việc tạo ra tín hiệu dự đoán rút gọn bằng phép nhân vector ma trận

Ở đây, các dấu hiệu được cung cấp liên quan đến bước 812.

Trong số vector đầu vào rút gọn $bdry_{red}$ (vector đường biên 17P), người ta có thể tạo ra tín hiệu dự đoán rút gọn $pred_{red}$. Tín hiệu sau đó có thể là tín hiệu trên khối được lấy mẫu giảm có chiều rộng W_{red} và chiều cao H_{red} . Sau đây, W_{red} và H_{red} có thể được định nghĩa như:

$$W_{red} = 4, H_{red} = 4; \quad \text{nếu } \max(W, H) \leq 8,$$

$$W_{red} = \min(W, 8), H_{red} = \min(H, 8); \quad \text{nếu không.}$$

Tín hiệu dự đoán rút gọn $pred_{red}$ có thể được tính toán bằng cách tính toán tích ma trận-vector và cộng độ lệch:

$$pred_{red} = A \cdot bdry_{red} + b.$$

Tại đây, A là ma trận (ví dụ, ma trận dự đoán 17M) có thể có $W_{red} * H_{red}$ hàng và 4 cột nếu $W=H=4$ và 8 cột trong tất cả các trường hợp khác và b là vector có thể có kích thước $W_{red} * H_{red}$.

Nếu $W = H = 4$, khi đó A có thể có 4 cột và 16 hàng và do đó có thể cần 4 phép nhân mỗi mẫu trong trường hợp tính toán $pred_{red}$. Trong tất cả các trường hợp khác, A có thể có 8 cột và người ta xác thực rằng trong tất cả các trường hợp này, một trường hợp có $8 * W_{red} * H_{red} \leq 4 * W * H$, tức là, cũng trong các trường hợp này, cần hầu hết 4 phép nhân mỗi mẫu để tính toán $pred_{red}$.

Ma trận A và vector b có thể được lấy từ một trong số các tập hợp S_0, S_1, S_2 như sau. Một định nghĩa chỉ số $idx = idx(W, H)$ bằng cách thiết lập $idx(W, H) = 0$, nếu $W = H = 4$, $idx(W, H) = 1$, nếu $\max(W, H) = 8$ và $idx(W, H) = 2$ trong tất cả các trường hợp khác. Hơn nữa, người ta có thể đặt $m = mode$, nếu $mode < 18$ và $m =$

$mode - 17$, cách khác. Khi đó, nếu $idx \leq 1$ hoặc $idx = 2$ và $\min(W, H) > 4$, người ta có thể đặt $A = A_{idx}^m$ và $b = b_{idx}^m$. Trong trường hợp $idx=2$ và $\min(W, H) = 4$, người ta cho A là ma trận mà nảy sinh bằng cách bỏ qua mọi hàng của A_{idx}^m mà, trong trường hợp $W=4$, tương ứng với tọa độ x lẻ trong khối lấy mẫu giảm, hoặc, trong trường hợp $H=4$, tương ứng với tọa độ y lẻ trong khối được lấy mẫu giảm. Nếu $mode \geq 18$, một thay thế tín hiệu dự đoán rút gọn với tín hiệu được chuyển vị của nó. Trong các ví dụ thay thế, các chiến lược khác có thể được thực hiện. Ví dụ, thay vì giảm kích thước của ma trận lớn hơn (“bỏ qua”), ma trận nhỏ hơn của S_1 ($idx=1$) với $W_{red}=4$ và $H_{red}=4$ được sử dụng. Tức là, các khối như vậy được gán cho S_1 thay vì S_2 .

Các chiến lược khác có thể được thực hiện. Trong các ví dụ khác, chỉ số chế độ ‘mode’ không cần thiết trong phạm vi 0 đến 35 (các phạm vi khác có thể được định nghĩa). Hơn nữa, không cần thiết cho mỗi tập hợp trong số ba tập hợp S_0, S_1, S_2 có 18 ma trận (do đó, thay vì biểu thị như $mode < 18$, có thể để $mode < n_0, n_1, n_2$, mà lần lượt là số lượng các ma trận cho mỗi tập hợp trong số các ma trận S_0, S_1, S_2). Hơn nữa, các tập hợp có thể có các số lượng ma trận khác nhau (ví dụ, có thể là S_0 có 16 ma trận S_1 có tám ma trận, và S_2 có sáu ma trận).

6.4 Phép nội suy tuyến tính để tạo ra tín hiệu dự đoán cuối cùng

Ở đây, các dấu hiệu được cung cấp liên quan đến bước 812.

Phép nội suy của tín hiệu dự đoán lấy mẫu phụ, trên các khối lớn phiên bản thứ hai của đường biên được tính trung bình có thể cần đến. Cụ thể, nếu $\min(W, H) > 8$ và $W \geq H$, ta viết $W = 8 * 2^l$, và đối với $0 \leq i < 8$ định nghĩa

$$bdry_{redII}^{top}[i] = \left(\left(\sum_{j=0}^{2^l-1} bdry^{top}[i * 2^l + j] \right) + 1 \ll (l-1) \right) \gg l.$$

Nếu $\min(W, H) > 8$ và $H > W$, ta định nghĩa $bdry_{redII}^{left}$ tương tự.

Ngoài ra hoặc cách khác, có thể có “sự lấy mẫu giảm cứng”, mà $bdry_{redII}^{top}[i]$ bằng

$$bdry_{redII}^{top}[i] = bdry^{top}[(i+1) * 2^l - 1].$$

Tương tự, $bdry_{redII}^{left}$ có thể được định nghĩa như vậy.

Tại các vị trí tương tự mà còn lại trong sự tạo ra $pred_{red}$, tín hiệu dự đoán cuối cùng nhưng tăng phép nội suy tuyến tính từ $pred_{red}$ (ví dụ, bước 813 trên các ví dụ của các hình vẽ từ Fig. 7.2 đến 7.4). Phép nội suy tuyến tính này có thể không cần thiết, trong một số ví dụ nếu $W = H = 4$ (ví dụ, ví dụ trên Fig.7.1).

Phép nội suy tuyến tính có thể được cho như sau (các ví dụ khác tuy vậy có thể). Giả định rằng $W \geq H$. Khi đó, nếu $H > H_{red}$, sự lấy mẫu tăng thẳng đứng của $pred_{red}$ có thể được thực hiện. Trong trường hợp này, $pred_{red}$ có thể được kéo dài bởi một đường lên đỉnh như sau. Nếu $W = 8$, $pred_{red}$ có thể có chiều rộng $W_{red} = 4$ và có thể được kéo dài đến đỉnh bởi tín hiệu đường biên được tính trung bình $bdry_{red}^{top}$, ví dụ, được định nghĩa trên đây. Nếu $W > 8$, $pred_{red}$ có chiều rộng $W_{red} = 8$ và có thể được kéo dài đến đỉnh bởi tín hiệu đường biên được tính trung bình $bdry_{red}^{top}$, ví dụ, được định nghĩa trên đây. Một có thể viết $pred_{red}[x][-1]$ cho đường đầu tiên của $pred_{red}$. Khi đó, tín hiệu $pred_{red}^{ups,ver}$ trên khối có chiều rộng W_{red} và chiều cao $2 * H_{red}$ có thể được cho bởi

$$pred_{red}^{ups,ver}[x][2*y+1] = pred_{red}[x][y],$$

$$pred_{red}^{ups,ver}[x][2*y] = (pred_{red}[x][y-1] + pred_{red}[x][y] + 1) >> 1,$$

trong đó $0 \leq x < W_{red}$ và $0 \leq y < H_{red}$. Quy trình sau có thể được thực hiện k lần cho đến khi $2^k * H_{red} = H$. Do đó, nếu $H = 8$ hoặc $H = 16$, có thể được thực hiện cùng lúc. Nếu $H = 32$, có thể được thực hiện hai lần. Nếu $H = 64$, có thể được thực hiện ba lần. Tiếp theo, phép toán lấy mẫu tăng nằm ngang có thể được áp dụng cho kết quả của sự lấy mẫu tăng dọc. Phép toán lấy mẫu tăng sau có thể sử dụng toàn bộ đường biên bên trái tín hiệu dự đoán. Cuối cùng, nếu $H > W$, ta có thể xử lý tương tự bằng cách lấy mẫu tăng thứ nhất theo hướng nằm ngang (nếu được yêu cầu) và sau đó theo hướng thẳng đứng.

Đây là ví dụ của phép nội suy sử dụng các mẫu đường biên giảm cho phép nội suy thứ nhất (nằm ngang hoặc thẳng đứng) và các mẫu đường biên ban đầu cho phép nội suy thứ hai (chiều ngang hoặc chiều dọc). Phụ thuộc vào kích thước khối, chỉ yêu cầu nội suy thứ hai hoặc không nội suy. Nếu yêu cầu cả phép nội suy theo chiều ngang hoặc chiều dọc, thứ tự phụ thuộc vào chiều rộng/chiều cao của khối.

Tuy nhiên, các kỹ thuật khác nhau có thể được sử dụng: ví dụ, các mẫu đường biên ban đầu có thể được sử dụng cho cả biến đổi thứ nhất và thứ hai và thứ tự có thể được cố định, ví dụ, chiều ngang thứ nhất rồi đến chiều dọc (trong trường hợp khác, chiều dọc thứ nhất rồi đến chiều ngang).

Do đó, thứ tự nội suy (chiều ngang/chiều dọc) và việc sử dụng các mẫu đường biên đã giảm/ban đầu có thể được biến đổi.

6.5 Sự minh họa ví dụ của toàn bộ quy trình ALWIP

Toàn bộ quy trình lấy mẫu tăng, phép nhân vector ma trận và phép nội suy tuyến tính được minh họa cho các hình dạng khác trên các hình vẽ Fig.7.1 đến Fig.7.4. Lưu ý rằng các hình dạng còn lại được xử lý như một trong số các trường hợp được mô tả.

1. Cho khối 4×4 , ALWIP có thể lấy hai trung bình dọc theo mỗi trục của đường biên bằng cách sử dụng kỹ thuật trên Fig.7.1. Bốn mẫu đầu vào, thu được đi vào phép nhân vector ma trận. Ma trận được lấy từ S_0 được định trước. Sau khi cộng độ lệch, điều này có thể tạo ra 16 mẫu dự đoán cuối cùng. Phép nội suy tuyến tính không nhất thiết tạo ra tín hiệu dự đoán. Do đó, tổng của $(4 * 16)/(4 * 4) = 4$ phép nhân mỗi mẫu được thực hiện. Xem, ví dụ, Fig.7.1.

2. Cho khối 8×8 , ALWIP có thể lấy bốn trung bình dọc theo mỗi trục của đường biên. Tám mẫu đầu vào thu được đi vào phép nhân vector ma trận, bằng cách sử dụng kỹ thuật trên Fig.7.2, Ma trận được lấy từ S_1 được định trước. Điều này tạo ra 16 mẫu trên các vị trí lẻ của khối dự đoán. Do đó, tổng của $(8 * 16)/(8 * 8) = 2$ phép nhân mỗi mẫu được thực hiện. Sau khi cộng độ lệch, các mẫu này có thể được nội suy, ví dụ, theo chiều dọc bằng cách sử dụng đường biên đỉnh và, ví dụ, theo chiều ngang bằng cách sử dụng đường biên bên trái. Xem, ví dụ, Fig.7.2.

3. Cho khối 8×4 , ALWIP có thể lấy bốn trung bình dọc theo trục nằm ngang của đường biên và bốn giá trị đường biên ban đầu trên đường biên bên trái bằng cách sử dụng kỹ thuật trên Fig.7.3. Tám mẫu đầu vào, thu được đi vào phép nhân vector ma trận. Ma trận được lấy từ S_1 được định trước. Điều này tạo ra 16 mẫu trên các vị trí lẻ theo chiều ngang và theo chiều dọc của khối dự đoán. Do đó, tổng của $(8 * 16)/(8 * 4) = 4$

phép nhân mỗi mẫu được thực hiện. Sau khi cộng độ lệch, các mẫu này được nội suy theo chiều ngang bằng cách sử dụng đường biên bên trái, ví dụ. Xem, ví dụ, Fig.7.3.

Trường hợp được chuyển vị được xử lý theo đó.

4. Cho khối 16×16 , ALWIP có thể lấy bốn trung bình dọc theo mỗi trục của đường biên. Tám mẫu đầu vào thu được đi vào phép nhân vector ma trận, bằng cách sử dụng kỹ thuật trên Fig.7.2, Ma trận được lấy từ S_2 được định trước. Điều này tạo ra 64 mẫu trên các vị trí lẻ của khối dự đoán. Do đó, tổng của $(8 * 64)/(16 * 16) = 2$ phép nhân mỗi mẫu được thực hiện. Sau khi cộng độ lệch, các mẫu này được nội suy, ví dụ, theo chiều dọc bằng cách sử dụng đường biên đỉnh và, ví dụ, theo chiều ngang bằng cách sử dụng đường biên bên trái. Xem, ví dụ, Fig.7.2. Xem, ví dụ, Fig.7.4.

Đối với các khối lớn hơn, quy trình có thể về cơ bản tương tự và dễ kiểm tra số lượng phép nhân mỗi mẫu là nhỏ hơn hai.

Đối với $W \times 8$ khối, chỉ phép nội suy ngang cần thiết như các mẫu đã cho tại các vị trí ngang lẻ và mỗi vị trí dọc. Do đó, tại hầu hết $(8 * 64)/(16 * 8) = 4$ phép nhân mỗi mẫu được thực hiện trong các trường hợp này.

Cuối cùng, đối với $W \times 4$ khối với $W > 8$, hãy để A_k là ma trận mà phát sinh bằng cách để lại mỗi hàng mà tương ứng với mục nhập lẻ dọc theo trục nằm ngang của khối được lấy mẫu giảm. Do đó, kích thước khối có thể là 32 và lần nữa, chỉ phép nội suy nằm ngang duy trì sẽ được thực hiện. Tại hầu hết $(8 * 32)/(16 * 4) = 4$ phép nhân mỗi mẫu có thể được thực hiện.

Các trường hợp được chuyển vị có thể được xử lý theo đó.

6.6 Số lượng các tham số cần và sự đánh giá độ phức tạp

Các tham số cần cho tất cả các chế độ dự đoán nội ảnh được đề xuất khả thi có thể bao gồm các ma trận và các vector độ lệch thuộc về các tập hợp S_0, S_1, S_2 . Tất cả các hệ số ma trận và các vector độ lệch có thể được lưu trữ như các giá trị 10 bit. Do đó, theo sự mô tả trên đây, tổng số 14400 vector, mỗi vector có độ chính xác 10 bit, có thể cần cho phương pháp được đề xuất. Điều này tương ứng với 0,018 megabyte bộ nhớ. Đã được chỉ ra rằng gần đây, CTU có kích thước 128×128 trong sự lấy mẫu phụ giá trị sắc độ 4:2:0 tiêu chuẩn bao gồm 24576 giá trị, mỗi giá trị trong 10 bit. Do đó, yêu cầu bộ nhớ

của dụng cụ dự đoán nội ảnh được đề xuất không vượt quá yêu cầu bộ nhớ của công cụ tham chiếu ảnh hiện thời mà được thích ứng tại buổi gặp cuối cùng. Tương tự, như được chỉ ra rằng các chế độ dự đoán nội ảnh thông thường yêu cầu bốn phép nhân mỗi mẫu do công cụ PDPC hoặc các bộ lọc nội suy 4 bậc cho các chế độ dự đoán góc với các vị trí góc phân đoạn. Do đó, về độ phức tạp vận hành, phương pháp được đề xuất không vượt quá các chế độ dự đoán nội ảnh thông thường.

6.7 Báo hiệu các chế độ dự đoán nội ảnh được đề xuất

Đối với các khối giá trị độ chói, 35 chế độ ALWIP được đề xuất, (các số lượng chế độ khác có thể được sử dụng). Đối với mỗi đơn vị lập mã (Coding Unit - CU) trong chế độ nội ảnh, cờ biểu thị liệu chế độ ALWIP sẽ được áp dụng trên đơn vị dự đoán (Prediction Unit - PU) tương ứng hay không được gửi trong dòng bit. Sự báo hiệu chỉ số sau có thể được hài hòa với MRL theo cách giống như thử nghiệm CE đầu tiên. Nếu chế độ ALWIP sẽ được áp dụng, chỉ số $predmode$ của chế độ ALWIP có thể được báo hiệu sử dụng danh sách MPM với 3 MPMS.

Ở đây, việc suy ra của các MPM có thể được thực hiện sử dụng các chế độ nội ảnh của PU phía trên và bên trái như sau. Có thể có các bảng, ví dụ, ba bảng cố định $map_angular_to_alwip_{idx}$, $idx \in \{0,1,2\}$ mà có thể gán cho chế độ dự đoán nội ảnh thông thường $predmode_{Angular}$ chế độ ALWIP.

$$predmode_{ALWIP} = map_angular_to_alwip_{idx}[predmode_{Angular}].$$

Đối với mỗi PU có chiều rộng W và chiều cao H một định nghĩa và chỉ số

$$idx(PU) = idx(W, H) \in \{0,1,2\}$$

biểu thị từ tập hợp nào trong số ba tập hợp, các tham số ALWIP sẽ được lấy trong phần 4 trên đây. Nếu đơn vị dự đoán PU_{above} trên đây có sẵn, thuộc về CTU tương tự như PU hiện thời và là chế độ nội ảnh, nếu $idx(PU) = idx(PU_{above})$ và nếu ALWIP được áp dụng trên PU_{above} với chế độ ALWIP $predmode_{ALWIP}^{above}$, ta đặt

$$mode_{ALWIP}^{above} = predmode_{ALWIP}^{above}.$$

Nếu PU nêu trên có sẵn, thuộc về CTU tương tự như PU hiện thời và nằm trong chế độ nội ảnh và có chế độ dự đoán nội ảnh thông thường $predmode_{Angular}^{above}$ được áp dụng trên PU nêu trên, ta đặt

$$mode_{ALWIP}^{above} = map_angular_to_alwip_{idx(PU_{above})}[predmode_{Angular}^{above}].$$

Trong tất cả các trường hợp khác, ta đặt

$$mode_{ALWIP}^{above} = -1$$

điều đó có nghĩa là chế độ này không khả dụng. Trong cách tương tự mà không có sự giới hạn rằng PU bên trái cần thuộc về CTU tương tự như PU hiện thời, ta suy ra chế độ

$$mode_{ALWIP}^{left}.$$

Cuối cùng, ba danh sách mặc định cố định $list_{idx}$, $idx \in \{0,1,2\}$ được cung cấp, mỗi danh sách bao gồm ba chế độ ALWIP phân biệt. Trong số danh sách mặc định $list_{idx(PU)}$ và các chế độ $mode_{ALWIP}^{above}$ và $mode_{ALWIP}^{left}$, ta xây dựng ba MPM phân biệt bằng cách thay thế -1 với các giá trị mặc định cũng như loại bỏ sự lặp lại.

Các phương án được mô tả ở đây không chỉ được hạn chế bởi sự báo hiệu được mô tả trên đây có các chế độ dự đoán nội ảnh được đề xuất. Theo phương án thay thế, không có MPM và/hoặc bảng ánh xạ được sử dụng cho MIP (ALWIP).

6.8 Suy ra danh sách MPM được thích ứng cho các chế độ dự đoán nội ảnh giá trị độ sáng và giá trị sắc độ

Các chế độ ALWIP được đề xuất có thể được hài hòa với lập mã trên cơ sở MPM của các chế độ dự đoán nội ảnh truyền thống như sau. Các quy trình suy ra danh sách MPM giá trị độ sáng và giá trị màu sắc xử lý cho các chế độ dự đoán nội ảnh thông thường có thể sử dụng các bảng cố định $map_lwip_to_angular_{idx}$, $idx \in \{0,1,2\}$, ánh xạ chế độ ALWIP $predmode_{LWIP}$ trên PU đã cho đến một trong số các chế độ dự đoán nội ảnh thông thường

$$predmode_{Angular} = map_lwip_to_angular_{idx(PU)}[predmode_{LWIP}].$$

Để suy ra danh sách MPM giá trị độ chói, bất cứ khi nào khối giá trị độ chói lân cận được bắt gặp sử dụng chế độ ALWIP $predmode_{LWIP}$, khối này sẽ được xử lý như đã sử dụng chế độ dự đoán nội ảnh thông thường $predmode_{Angular}$. Để suy ra danh sách MPM giá trị màu sắc, bất cứ khi nào khối giá trị độ sáng hiện thời sử dụng chế độ LWIP, sự ánh xạ tương tự có thể được sử dụng để dịch chế độ ALWIP thành chế độ dự đoán nội ảnh thông thường.

Rõ ràng rằng, các chế độ ALWIP có thể được hài hòa với các chế độ dự đoán nội ảnh thông thường mà không cần sử dụng các MPM và/hoặc các bảng ánh xạ. Ví dụ, có thể khả thi đối với khối giá trị sắc độ, bất cứ khi nào khối giá trị độ sáng hiện thời sử dụng chế độ ALWIP, chế độ ALWIP được ánh xạ đến chế độ dự đoán nội ảnh phẳng.

7 Sự thực thi các phương án hiệu quả

Hãy tóm tắt ngắn gọn các phương án nêu trên vì chúng có thể tạo ra cơ bản cho sự mở rộng các phương án được mô tả sau đây.

Để dự đoán khối được định trước 18 của ảnh 10, sử dụng nhiều mẫu lân cận 17a,c.

Việc giảm 100, bằng cách tính trung bình, nhiều mẫu lân cận đã được thực hiện để thu được tập hợp rút gọn 102 gồm các giá trị mẫu thấp hơn, về số lượng các mẫu, khi so với nhiều mẫu lân cận. Sự giảm này là tùy chọn về các phương án ở đây và sử dụng vector giá trị mẫu được nêu sau đây. Tập hợp rút gọn gồm các giá trị mẫu phải trải qua biến đổi tuyến tính hoặc tuyến tính afin 19 để thu được cái giá trị mẫu được dự đoán cho các mẫu được định trước 104 của khối được định trước. Đây là biến đổi, sau đó được biểu thị sử dụng ma trận A và vector độ lệch b mà thu được bằng học máy (machine learning - ML) và phương án triển khai nên được thực hiện một cách hiệu quả.

Bằng cách nội suy, các giá trị được dự đoán cho các mẫu bổ sung 108 của khối được định trước được suy ra trên cơ sở các giá trị được dự đoán cho các mẫu được định trước và nhiều mẫu lân cận. Nên lưu ý rằng, về lý thuyết, kết quả của biến đổi afin/tuyến tính có thể được kết hợp với các vị trí mẫu không đầy đủ của khối 18 để tất cả các mẫu của khối 18 có thể thu được bằng phép nội suy theo phương án thay thế. Không có phép nội suy nào có thể cần thiết.

Nhiều mẫu lân cận có thể kéo dài theo một chiều dọc theo hai cạnh của khối được định trước, các mẫu được định trước được sắp xếp theo các hàng và cột và, dọc theo ít nhất một trong số các hàng và các cột, trong đó các mẫu được định trước có thể được định vị tại mỗi vị trí thứ n từ mẫu (112) của mẫu được định trước liền kề hai cạnh của khối được định trước. Dựa trên nhiều mẫu lân cận, đối với mỗi trong số ít nhất một trong số các hàng và các cột, giá trị hỗ trợ cho một (118) trong số nhiều vị trí lân cận có thể được xác định, giá trị này được căn chỉnh với một trong số ít nhất một trong số các hàng và cột tương ứng, và bằng phép nội suy, các giá trị dự đoán cho các mẫu 108 khác của khối được định trước có thể được suy ra trên cơ sở các giá trị được dự đoán cho các mẫu được định trước. Các mẫu được định trước có thể được định vị tại mỗi vị trí thứ n từ mẫu 112 của mẫu được định trước mà nối liền hai phía của khối được định trước dọc theo các hàng và các mẫu được định trước có thể được định vị tại mỗi vị trí thứ m từ mẫu 112 của mẫu được định trước mà nối liền hai phía của khối được định trước dọc theo cột, trong đó $n, m > 1$. Có thể là $n = m$. Dọc theo ít nhất một trong số các hàng và cột, sự xác định các giá trị hỗ trợ có thể được thực hiện bằng cách tính trung bình (122), đối với mỗi giá trị hỗ trợ, nhóm 120 các mẫu lân cận trong nhiều mẫu lân cận mà bao gồm mẫu lân cận 118 mà giá trị hỗ trợ tương ứng được xác định. Nhiều mẫu lân cận có thể kéo dài một chiều dọc theo hai cạnh của khối được định trước và sự rút gọn có thể được thực hiện bằng cách nhóm nhiều mẫu lân cận thành các nhóm 110 gồm một hoặc nhiều mẫu lân cận liên tiếp và thực hiện phép tính trung bình trên mỗi mẫu của nhóm gồm một hoặc nhiều mẫu lân cận mà có nhiều hơn hai mẫu lân cận.

Đối với các khối được định trước, khối dư dự đoán có thể được truyền dẫn trong luồng dữ liệu. Điều này có thể được suy ra từ đó tại bộ giải mã và khối được định trước có thể được khôi phục sử dụng khối dư dự đoán và các giá trị được dự đoán cho các mẫu được định trước. Tại bộ mã hóa, khối dư dự đoán được mã hóa thành luồng dữ liệu tại bộ mã hóa.

Ảnh có thể được chia nhỏ thành nhiều khối có các kích thước khối khác nhau, mà nhiều khối bao gồm khối được định trước. Khi đó, có thể là biến đổi tuyến tính hoặc tuyến tính afin cho khối 18 được lựa chọn phụ thuộc vào chiều rộng W và chiều cao H của khối được định trước sao cho biến đổi tuyến tính hoặc tuyến tính afin được lựa chọn cho khối được định trước được lựa chọn trong số tập hợp thứ nhất gồm các biến đổi

tuyến tính hoặc tuyến tính afin miễn là chiều rộng W và chiều cao H của khối được định trước nằm trong tập hợp thứ hai gồm các biến đổi tuyến tính hoặc tuyến tính afin miễn là chiều rộng W và chiều cao H của khối được định trước nằm trong tập hợp thứ hai gồm các cặp chiều rộng/chiều cao mà không rời với tập hợp thứ nhất gồm các cặp chiều rộng/chiều cao. Một lần nữa, sau đó rõ ràng rằng các biến đổi afin/tuyến tính được biểu diễn bằng các tham số khác, cụ thể, các trọng số của C và, một cách tùy chọn, độ lệch và các tham số định tỉ lệ.

Bộ giải mã và bộ mã hóa có thể được tạo cấu hình để chia nhỏ ảnh thành nhiều khối có các kích thước khối khác nhau, bao gồm khối được định trước, và để lựa chọn biến đổi tuyến tính hoặc tuyến tính afin phụ thuộc vào chiều rộng W và chiều cao H của khối được định trước sao cho biến đổi tuyến tính hoặc tuyến tính afin được lựa chọn cho khối được tạo cấu hình để được lựa chọn từ

tập hợp thứ nhất gồm các biến đổi tuyến tính hoặc tuyến tính afin miễn là chiều rộng W và chiều cao H của khối được định trước nằm trong tập hợp thứ nhất gồm các cặp chiều rộng/chiều cao,

tập hợp thứ hai gồm các biến đổi tuyến tính hoặc tuyến tính afin miễn là chiều rộng W và chiều cao H của khối được định trước nằm trong tập hợp thứ hai gồm các cặp chiều rộng/chiều cao mà không nối với tập hợp thứ nhất gồm các cặp chiều rộng/chiều cao, và

tập hợp thứ ba gồm các biến đổi tuyến tính hoặc tuyến tính afin miễn là chiều rộng W và chiều cao H của khối được định trước nằm trong tập hợp thứ ba gồm một hoặc nhiều cặp chiều rộng/chiều cao mà không nối với tập hợp thứ nhất và tập hợp thứ hai gồm các cặp chiều rộng/chiều cao.

Tập hợp thứ ba bao gồm một hoặc nhiều cặp chiều rộng/chiều cao chỉ bao gồm cặp chiều rộng/chiều cao, W' , H' , và mỗi biến đổi tuyến tính và tuyến tính afin là cho biến đổi N' giá trị mẫu đến $W' \cdot H'$ giá trị được dự đoán cho mảng $W' \times H'$ của các vị trí tương tự.

Mỗi trong số các tập hợp thứ nhất và thứ hai gồm các cặp chiều rộng/chiều cao có thể bao gồm các cặp chiều rộng/chiều cao thứ nhất W_p, H_p với W_p không bằng H_p và cặp chiều rộng/chiều cao thứ hai W_q, H_q với $H_q = W_p$ và $W_q = H_p$.

Mỗi trong số các tập hợp thứ nhất và thứ hai gồm các cặp chiều rộng/chiều cao có thể bao gồm thêm các cặp chiều rộng/chiều cao thứ ba W_p, H_p với W_p bằng H_p và $H_p > H_q$.

Đối với khối được định trước, chỉ số được thiết lập có thể được truyền dẫn trong luồng dữ liệu, mà biểu thị liệu biến đổi tuyến tính và tuyến tính afin sẽ được lựa chọn cho khối 18 trong số tập hợp được định trước gồm các biến đổi tuyến tính và tuyến tính afin.

Nhiều mẫu lân cận có thể được kéo dài theo một chiều dọc theo hai cạnh của khối được định trước và sự rút gọn có thể được thực hiện bởi, đối với tập hợp thứ nhất gồm nhiều mẫu lân cận, mà nối liền phía thứ nhất của khối được định trước, tạo nhóm tập con thứ nhất thành các nhóm thứ nhất 110 có một hoặc nhiều mẫu lân cận liên tục và, đối với tập con thứ hai gồm nhiều mẫu lân cận, mà nối với phía thứ hai của khối được định trước, nhóm tập hợp thứ hai trong các nhóm được định trước, tạo nhóm tập con thứ hai thành các nhóm thứ hai 110 gồm một hoặc nhiều mẫu lân cận liên tiếp và thực hiện tính trung bình trên mỗi nhóm trong số nhóm thứ nhất và thứ hai gồm một hoặc nhiều mẫu lân cận mà có nhiều hơn hai mẫu lân cận, để thu được giá trị mẫu thứ nhất từ các nhóm thứ nhất và các giá trị mẫu thứ hai từ các nhóm thứ hai. Khi đó, biến đổi tuyến tính hoặc tuyến tính afin có thể được lựa chọn phụ thuộc vào chỉ số được thiết lập trong số tập hợp được định trước gồm các biến đổi tuyến tính hoặc tuyến tính afin sao cho hai trạng thái khác nhau của chỉ số tập hợp dẫn đến sự lựa chọn của một trong số các biến đổi tuyến tính hoặc tuyến tính afin trong số tập hợp được định trước gồm các biến đổi tuyến tính hoặc tuyến tính afin, tập hợp rút gọn gồm các giá trị mẫu có thể phải trải qua biến đổi tuyến tính hoặc tuyến tính afin được định trước trong trường hợp chỉ số được thiết lập giả định trạng thái thứ nhất trong số hai trạng thái khác nhau để vector thứ nhất tạo ra vector đầu ra của các giá trị được dự đoán, và phân bố các giá trị được dự đoán trong số vector đầu ra dọc theo thứ tự quét thứ nhất trên các mẫu được định trước của khối được định trước và trong trường hợp chỉ số được thiết lập giả định trạng thái thứ

hai khi tạo ra vector thứ hai, các vector thứ nhất và thứ hai khác nhau để các thành phần được làm giàu bởi một hoặc nhiều giá trị mẫu thứ nhất trong vector thứ nhất được làm giàu bởi một trong số các giá trị mẫu thứ nhất trong vector thứ hai, để tạo ra vector đầu ra của giá trị được dự đoán, và phân bố các giá trị được dự đoán của vector đầu ra dọc theo thứ tự quét thứ hai lên các mẫu được định trước mà được đi ngang so với thứ tự quét thứ nhất.

Mỗi biến đổi tuyến tính hoặc tuyến tính affin trong tập hợp thứ nhất gồm các biến đổi tuyến tính hoặc tuyến tính affin có thể để biến đổi N_1 giá trị mẫu thành $w_1 * h_1$ giá trị được dự đoán cho mảng $w_1 x h_1$ gồm các vị trí mẫu và mỗi biến đổi tuyến tính hoặc tuyến tính affin trong tập hợp thứ nhất gồm các biến đổi tuyến tính hoặc tuyến tính affin để biến đổi N_2 giá trị mẫu thành $w_2 * h_2$ giá trị được dự đoán cho mảng $w_2 x h_2$ gồm các vị trí mẫu, trong đó đối với cặp được định trước thứ nhất trong số tập hợp thứ nhất gồm các cặp chiều rộng/chiều cao, w_1 có thể vượt quá chiều rộng của cặp chiều rộng/chiều cao được định trước thứ nhất hoặc h_1 có thể vượt quá chiều cao của cặp chiều rộng/chiều cao được định trước thứ nhất, và đối với một cặp được định trước thứ hai trong số tập hợp thứ nhất gồm các cặp chiều rộng/chiều cao, w_1 không thể vượt quá chiều rộng của cặp chiều rộng/chiều cao được định trước thứ hai hoặc h_1 không vượt quá chiều cao của cặp chiều rộng/chiều cao thứ hai. Việc giảm 100, bằng cách tính trung bình, nhiều mẫu lân cận để thu được tập hợp rút gọn 102 gồm các giá trị mẫu có thể được thực hiện để tập hợp rút gọn 102 gồm các giá trị mẫu có N_1 giá trị mẫu nếu khối được định trước là cặp chiều rộng/chiều cao được định trước thứ nhất và nếu khối được định trước là cặp chiều rộng/chiều cao được định trước thứ hai, và phải trải qua tập hợp rút gọn gồm các giá trị mẫu đến biến đổi tuyến tính hoặc tuyến tính affin được lựa chọn có thể được thực hiện bằng cách sử dụng chỉ phần phụ thứ nhất của biến đổi tuyến tính hoặc tuyến tính affin được lựa chọn mà liên quan đến sự lấy mẫu phụ của mảng $w_1 x h_1$ có các vị trí mẫu dọc theo kích thước chiều rộng nếu w_1 vượt qua chiều rộng của một cặp chiều rộng/chiều cao, hoặc dọc theo kích thước chiều cao nếu h_1 vượt qua chiều cao của cặp chiều rộng/chiều cao nếu khối được định trước là của cặp chiều rộng/chiều cao được định trước thứ nhất, và biến đổi tuyến tính hoặc tuyến tính affin được lựa chọn hoàn toàn nếu khối được định trước là của cặp chiều rộng/chiều cao được định trước thứ hai.

Mỗi biến đổi tuyến tính hoặc tuyến tính affin trong tập hợp thứ nhất gồm các biến đổi tuyến tính hoặc tuyến tính affin có thể để biến đổi N_1 giá trị mẫu thành $w_1 \cdot h_1$ giá trị được dự đoán cho mảng $w_1 x_{h_1}$ có các vị trí mẫu với $w_1 = h_1$ và mỗi biến đổi tuyến tính hoặc tuyến tính affin trong tập hợp thứ hai gồm các biến đổi tuyến tính hoặc tuyến tính affin là để biến đổi N_2 giá trị mẫu thành $w_2 \cdot h_2$ giá trị được dự đoán cho mảng $w_2 x_{h_2}$ có các vị trí mẫu với $w_2 = h_2$.

Tất cả các phương án được mô tả trên đây chỉ minh họa rằng chúng có thể tạo ra sự cơ bản cho phương án được mô tả sau đây. Tức là, các nguyên lý và chi tiết nêu trên đóng vai trò để hiểu các phương án sau và đóng vai trò như nguồn cho các mở rộng và sửa đổi khả thi của các phương án được mô tả dưới đây. Cụ thể, nhiều chi tiết được mô tả trên đây là tùy chọn như phép tính trung bình của các mẫu lân cận, thực tế rằng các mẫu lân cận được sử dụng như các mẫu tham chiếu và tiếp theo.

Nhìn chung, các phương án được mô tả ở đây giả định rằng tín hiệu dự đoán trên khối hình chữ nhật được tạo ra trong số các mẫu đã được khôi phục như tín hiệu dự đoán nội ảnh trên khối hình chữ nhật được tạo ra trong số vùng lân cận, đã là các mẫu được khôi phục phía bên trái và bên trên khối. Sự tạo ra tín hiệu dự đoán dựa trên các bước sau.

1. Tuy nhiên, trong số các mẫu tham chiếu, mẫu đường biên được nêu bây giờ mà không nằm ngoài khả năng truyền tải bản mô tả đến các mẫu tham chiếu được định vị đầu đó, các mẫu có thể được trích bằng cách lấy trung bình. Ở đây, việc tính trung bình được thực hiện hoặc cho cả hai đường biên bên trái và phía trên khối hoặc chỉ cho các mẫu đường biên trên một trong hai phía. Nếu không thực hiện phép tính trung bình trên một phía, các mẫu trên phía đó sẽ được giữ không đổi.

2. Phép nhân vector ma trận, được theo sau một cách tùy chọn bằng cách cộng thêm độ lệch, được thực hiện trong đó vector đầu vào của phép nhân vector ma trận là sự nối chuỗi các mẫu đường biên trung bình bên trái khối và các mẫu đường biên ban đầu phía trên khối nếu phép tính trung bình được áp dụng chỉ trên phía bên trái, hoặc sự nối chuỗi của các mẫu đường biên ban đầu còn lại của khối và các mẫu đường biên được tính trung bình phía trên khối nếu phép tính trung bình được áp dụng chỉ ở phía trên hoặc sự nối chuỗi của các mẫu đường biên được lấy trung bình còn lại của khối và các

mẫu đường biên trung bình phía trên khối nếu phép tính trung bình được áp dụng trên cả hai phía của khối. Một lần nữa, các cách khác sẽ tồn tại, như các cách trong đó phép tính trung bình không được sử dụng.

3. Kết quả của phép nhân vector ma trận và phép cộng độ lệch tùy chọn có thể tùy chọn là tín hiệu dự đoán rút gọn trên tập hợp được lấy mẫu giảm gồm các mẫu trong khối ban đầu. Tín hiệu dự đoán tại các vị trí còn lại có thể được tạo ra từ tín hiệu dự đoán trên tập hợp được lấy mẫu phụ bởi phép nội suy tuyến tính.

Sự tính toán tích ma trận-vector trong bước 2 nên được thực hiện trong toán tử số nguyên. Do đó, nếu $x = (x_1, \dots, x_n)$ biểu thị đầu vào cho tích ma trận-vector, tức là x biểu thị sự nối chuỗi của các mẫu đường biên (được lấy trung bình) còn lại và phía trên khối, khi đó trong số x , tín hiệu dự đoán (được giảm) được tính toán trong Bước 2 nên được tính toán chỉ sử dụng sự luân phiên bit, phép cộng các vector độ lệch, và phép nhân với số nguyên. Một cách lý tưởng, tín hiệu dự đoán trong Bước 2 có thể được cho như $Ax + b$ trong đó b là vector độ lệch mà có thể bằng 0 và trong đó A được suy ra bởi thuật toán huấn luyện học máy. Tuy nhiên, thuật toán huấn luyện như vậy thường chỉ dẫn đến ma trận $A = A_{float}$ đã cho trong độ chính xác dấu phẩy động. Do đó, người ta đối mặt với vấn đề chỉ rõ các phép toán số nguyên theo cách hiểu nêu trên sao cho biểu thức $A_{float}x$ cũng được làm gần đúng sử dụng các phép toán số nguyên này. Ở đây, quan trọng là đề cập rằng các toán tử số nguyên không cần thiết được chọn sao cho chúng làm gần đúng biểu thức $A_{float}x$ giả định sự phân bố đồng đều của vector x nhưng thường xem xét rằng vector đầu vào x mà biểu thức $A_{float}x$ là để làm gần đúng là các mẫu đường biên (được tính trung bình) từ các tín hiệu video tự nhiên trong đó người ta có thể hi vọng một số sự tương quan giữa các thành phần x_i của x .

Fig.8 thể hiện phương án của máy 1000 dự đoán khối được định trước 18 của ảnh 10 sử dụng nhiều mẫu tham chiếu 17. Nhiều mẫu tham chiếu 17 có thể phụ thuộc vào chế độ dự đoán được sử dụng bởi máy 1000 để dự đoán khối được định trước 18. Nếu chế độ dự đoán, ví dụ, dự đoán nội ảnh, các mẫu tham chiếu 17₁ lân cận khối được định trước có thể được sử dụng. Nói cách khác, nhiều mẫu tham chiếu 17, ví dụ, được sắp xếp trong ảnh 10 dọc theo mép bên ngoài của khối được định trước 18. Nếu chế độ dự

đoán, ví dụ, dự đoán liên ảnh, các mẫu tham chiếu 17₂ trong số ảnh 10' khác có thể được sử dụng.

Máy 1000 được tạo cấu hình để tạo ra 100 vector giá trị mẫu 400 trong số nhiều mẫu tham chiếu 17. Vector giá trị mẫu có thể thu được bằng các công nghệ khác nhau. Vector giá trị mẫu có thể, ví dụ, bao gồm tất cả các mẫu tham chiếu 17. Một cách tùy chọn, mẫu tham chiếu có thể được gán trọng số. Theo ví dụ khác, vector giá trị mẫu 400 có thể được tạo ra như được mô tả đối với một trong số các hình vẽ từ Fig. 7.1 đến Fig. 7.4 đối với vector giá trị mẫu 102. Nói cách khác, vector giá trị mẫu 400 có thể được tạo ra bằng cách tính trung bình hoặc lấy mẫu giảm. Do đó, ví dụ, nhóm các mẫu tham chiếu có thể được tính trung bình để thu được vector giá trị mẫu 400 với tập hợp các giá trị được giảm. Nói cách khác, máy, ví dụ, được tạo cấu hình để tạo ra 100 vector giá trị mẫu 102 trong số nhiều mẫu tham chiếu 17 bởi, đối với mỗi thành phần của vector giá trị mẫu 400, chọn một mẫu tham chiếu trong số nhiều mẫu tham chiếu 17 như thành phần tương ứng của vector giá trị mẫu, và/hoặc tính trung bình hai hoặc nhiều thành phần của vector giá trị mẫu 400, tức là, tính trung bình hai hoặc nhiều mẫu tham chiếu trong số nhiều mẫu tham chiếu 17, để thu được thành phần tương ứng của vector giá trị mẫu 400.

Máy 1000 được tạo cấu hình để suy ra 401 từ vector giá trị mẫu 400 vector bổ sung 402 mà trên đó trên đó vector giá trị mẫu được ánh xạ bởi biến đổi tuyến tính khả nghịch được định trước 403. Vector bổ sung 402 bao gồm, ví dụ, chỉ các giá trị số nguyên và dấu phẩy cố định. Biến đổi tuyến tính khả nghịch 403 là, ví dụ, được chọn sao cho sự dự đoán các mẫu của khối được định trước 18 được thực hiện bởi số nguyên hoặc số dấu phẩy cố định.

Hơn nữa, máy 1000 được tạo cấu hình để tính toán tích ma trận-vector 404 giữa vector bổ sung 402 và ma trận dự đoán được định trước 405 để thu vector dự đoán 406, và dự đoán các mẫu của khối được định trước 18 trên cơ sở của vector dự đoán 406. Trên cơ sở vector bổ sung 402 có lợi, ma trận dự đoán được định trước có thể được lượng tử hóa để cho phép các toán tử số nguyên và/hoặc dấu phẩy cố định có ảnh hưởng không đáng kể đến sai số lượng tử hóa trên các mẫu được dự đoán của khối được định trước 18.

Theo phương án, máy 1000 được tạo cấu hình để tính toán tích ma trận-vector 404 sử dụng toán tử số học dấu phẩy cố định. Tương tự, các toán tử số nguyên có thể được sử dụng.

Theo phương án, máy 1000 được tạo cấu hình để tính toán tích ma trận-vector 404 mà không có các toán tử số học dấu phẩy động.

Theo phương án, máy 1000 được tạo cấu hình để lưu trữ sự biểu diễn số dấu phẩy cố định của ma trận dự đoán được định trước 405. Ngoài ra hoặc cách khác, sự biểu diễn số nguyên của ma trận dự đoán được định trước 405 có thể được lưu trữ.

Theo phương án, máy 1000 được tạo cấu hình để, khi dự đoán các mẫu của khối được định trước 18 trên cơ sở vector dự đoán 406, sử dụng phép nội suy để tính toán ít nhất một vị trí mẫu của khối được định trước 18 dựa trên vector dự đoán 406, mỗi thành phần của vector này được kết hợp với vị trí tương ứng nằm trong khối được định trước 18. Phép nội suy có thể được thực hiện như được mô tả liên quan đến một trong số các phương án được thể hiện trên các Fig.7.1 đến Fig.7.4.

Fig.9 thể hiện ý tưởng của sáng chế được mô tả ở đây. Các mẫu của khối được định trước có thể được dự đoán dựa trên tích ma trận-vector thứ nhất giữa ma trận A 1100 được suy ra bởi thuật toán huấn luyện trên cơ sở học máy và vector giá trị mẫu 400. Một cách tùy chọn, độ lệch b 1100 có thể được thêm vào. Để đạt được phép làm gần đúng số nguyên hoặc phép làm gần đúng dấu phẩy cố định của tích ma trận-vector thứ nhất này, vector giá trị mẫu có thể trải qua biến đổi tuyến tính khả nghịch 403 để xác định vector bổ sung 402. Tích ma trận-vector thứ hai giữa ma trận B 1200 khác và vector bổ sung 402 có thể bằng kết quả của tích ma trận-vector thứ nhất.

Vì các dấu hiệu của vector bổ sung 402, tích ma trận-vector thứ hai có thể được làm gần đúng số nguyên bởi tích ma trận-vector 404 giữa ma trận dự đoán được định trước C 405 và vector bổ sung 402 cộng với độ lệch bổ sung 408. Vector bổ sung 402 và độ lệch bổ sung 408 có thể bao gồm số nguyên hoặc giá trị dấu phẩy cố định. Tất cả các thành phần của độ lệch khác là, ví dụ, giống nhau. Ma trận dự đoán được định trước 405 có thể là ma trận được lượng tử hóa hoặc ma trận sẽ được lượng tử hóa. Kết quả của tích ma trận-vector 404 giữa ma trận dự đoán được định trước 405 và vector bổ sung 402 có thể được hiểu như vector dự đoán 406.

Sau đây, các chi tiết khác về sự làm gần đúng số nguyên được cung cấp.

Giải pháp khả thi theo phương án I: Trừ và cộng các giá trị trung bình

Một sự kết hợp khả thi của phép làm gần đúng số nguyên của biểu thức $A_{float}x$ có thể sử dụng trong ngữ cảnh nêu trên để thay thế thành phần thứ i_0 x_{i_0} , tức là, thành phần được định trước 1500, của x , tức là, vector giá trị mẫu 400, bằng giá trị trung bình $mean(x)$, tức là, giá trị được định trước 1400, của thành phần x và trừ giá trị trung bình này cho tất cả các thành phần khác. Nói cách khác, biến đổi tuyến tính khả nghịch 403, như được thể hiện trên Fig.10a, được định nghĩa sao cho thành phần được định trước 1500 của vector bổ sung 402 trở thành a , và mỗi thành phần trong số các thành phần khác của vector bổ sung 402, ngoại trừ thành phần được định trước 1500, bằng thành phần tương ứng của vector giá trị mẫu trừ a , trong đó a là giá trị được định trước 1400 mà, ví dụ, trung bình, như trung bình số học hoặc trung bình được gán trọng số, của các thành phần của vector giá trị mẫu 400. Phép toán này trên đầu vào được cho bởi biến đổi nghịch đảo T 403 mà có phương án thực hiện số nguyên hiển nhiên cụ thể nếu kích thước n của x là lũy thừa hai.

Vì $A_{float} = (A_{float}T^{-1})T$, nếu thực hiện biến đổi này trên đầu vào x , ta sẽ tìm ra được phép làm gần đúng tích phân của tích ma trận-vector By , trong đó $B = (A_{float}T^{-1})$ và $y = Tx$. Vì tích ma trận-vector $A_{float}x$ biểu diễn sự dự đoán trên khối hình chữ nhật, tức là, khối được định trước, và vì x nằm trong các mẫu đường biên (ví dụ, được tính trung bình) của khối đó, ta nên mong đợi trường hợp mà tất cả giá trị mẫu của x là bằng nhau, tức là, trong đó $x_i = mean(x)$ đối với tất cả i , mỗi giá trị mẫu trong tín hiệu dự đoán $A_{float}x$ nên gần với $mean(x)$ hoặc đúng bằng $mean(x)$. Điều này có nghĩa là ta nên hi vọng rằng cột thứ i_0 , tức là, cột tương ứng với thành phần được định trước, của B , tức là, ma trận khác 1200, gần hoặc bằng với cột mà chỉ bao gồm các số một. Do đó, nếu $M(i_0)$, tức là, ma trận số nguyên 1300, là ma trận mà cột thứ i_0 bao gồm các số một và tất cả cột còn lại khác là số không, viết $By = Cy + M(i_0)y$ với $C = B - M(i_0)$, ta nên hi vọng rằng cột thứ i_0 của C , tức là, ma trận dự đoán được định trước 405, có các mục nhập nhỏ hơn hoặc bằng 0, như được thể hiện trên Fig.10b. Hơn nữa, vì các thành phần của x là tương quan, ta có thể hi vọng đối với mỗi $i \neq i_0$, thành phần thứ i $y_i =$

$x_i - \text{mean}(x)$ của y thường có giá trị tuyệt đối nhỏ hơn nhiều so với thành phần thứ i của x . Vì ma trận $M(i_0)$ là ma trận số nguyên, sự làm gần đúng số nguyên của By đạt được nếu sự làm gần đúng số nguyên của Cy đã cho và, bằng các lập luận trên đây, ta có thể hi vọng rằng sai số lượng tử hóa mà tăng bởi sự lượng tử hóa mỗi mục nhập của C theo cách phù hợp nên chỉ ảnh hưởng biên lỗi trong sự lượng tử hóa thu được của By tương ứng của $A_{float}x$.

Giá trị được định trước 1400 không cần thiết là giá trị trung bình $\text{mean}(x)$. Sự làm gần đúng số nguyên được mô tả ở đây của biểu thức $A_{float}x$ có thể cũng đạt được với các định nghĩa thay thế sau đây của giá trị được định trước 1400:

Sự kết hợp khả thi khác của sự làm gần đúng số nguyên của biểu thức $A_{float}x$, thành phần x_{i_0} thứ i_0 của x duy trì không được thay thế và giá trị tương tự x_{i_0} được trừ từ tất cả các thành phần khác. Tức là, $y_{i_0} = x_{i_0}$ và $y_i = x_i - x_{i_0}$ cho mỗi $i \neq i_0$. Nói cách khác, giá trị được định trước 1400 có thể là thành phần của vector giá trị mẫu tương ứng với thành phần được định trước 1500.

Cách khác, giá trị được định trước 1400 là giá trị mặc định hoặc giá trị được báo hiệu trong luồng dữ liệu mà ảnh được mã hóa vào.

Giá trị được định trước 1400 bằng, ví dụ, $2^{\text{bitdepth}-1}$. Trong trường hợp này, vector bổ sung 402 có thể được định nghĩa bởi $y_0 = 2^{\text{bitdepth}-1}$ và $y_i = x_i - x_0$ đối với $i > 0$.

Cách khác, thành phần được định trước 1500 trở thành hằng số trừ giá trị được định trước 1400. Hằng số bằng, ví dụ, $2^{\text{bitdepth}-1}$. Theo phương án, thành phần được định trước y_{i_0} 1500 của vector bổ sung y 402 bằng $2^{\text{bitdepth}-1}$ trừ thành phần x_{i_0} của vector giá trị mẫu 400 tương ứng với thành phần được định trước 1500 và tất cả các thành phần khác của vector bổ sung 402 bằng với thành phần tương ứng của vector giá trị mẫu 400 trừ thành phần của vector giá trị mẫu 400 tương ứng với thành phần được định trước 1500.

Tức là, ví dụ, có lợi nếu giá trị được định trước 1400 có độ lệch nhỏ từ các giá trị dự đoán của các mẫu của khối được định trước.

Theo phương án, máy 1000 được tạo cấu hình để bao gồm nhiều biến đổi tuyến tính khả nghịch 403, mỗi biến đổi được kết hợp với một thành phần của vector bổ sung

402. Hơn nữa, máy, ví dụ, được tạo cấu hình để lựa chọn thành phần được định trước 1500 trong số các thành phần của vector giá trị mẫu 400 và sử dụng phép biến đổi tuyến tính khả nghịch 403 trong số nhiều biến đổi tuyến tính khả nghịch mà được kết hợp với thành phần được định trước 1500 như biến đổi tuyến tính khả nghịch được định trước. Tức là, ví dụ, do các vị trí khác nhau của hàng thứ i_0 , tức là, hàng của biến đổi tuyến tính khả nghịch 403 tương ứng với thành phần được định trước, phụ thuộc vào vị trí của thành phần được định trước trong vector bổ sung 402. Nếu, ví dụ, thành phần thứ nhất, tức là, y_1 , của vector bổ sung 402 là thành phần được định trước của hàng thứ i_0 sẽ thay thế hàng thứ nhất của biến đổi tuyến tính khả nghịch.

Như được thể hiện trên Fig.10 b, các thành phần ma trận 414 của ma trận dự đoán được định trước C 405 trong cột 412, tức là, cột thứ i_0 , của ma trận dự đoán được định trước 405 mà tương ứng với thành phần được định trước 1500 của vector bổ sung 402 là, ví dụ, tất cả bằng 0. Trong trường hợp này, máy, ví dụ, được tạo cấu hình để tính toán tích ma trận-vector 404 bằng cách thực hiện các phép nhân bằng cách tính toán tích ma trận-vector 407 giữa ma trận dự đoán rút gọn 405 dẫn đến ma trận dự đoán được định trước C 405 bằng cách bỏ lại cột 412 và thậm chí vector bổ sung 410 dẫn là kết quả của vector bổ sung 402 bằng cách loại bỏ thành phần được định trước 1500, như được thể hiện trên Fig.10c. Do đó, vector dự đoán 406 có thể được tính toán với ít phép nhân hơn.

Như được thể hiện trên các hình vẽ Fig.9, Fig.10b và Fig.10c, máy 1000 có thể được tạo cấu hình để, khi dự đoán các mẫu của khối được định trước trên cơ sở vector dự đoán 406, tính toán cho mỗi thành phần của vector dự đoán 406 tổng của thành phần tương ứng và a, tức là, giá trị được định trước 1400. Phép tổng có thể được thể hiện bởi tổng của vector dự đoán 406 và vector 409 với tất cả các thành phần của vector 409 bằng giá trị được định trước 1400, như được thể hiện trên Fig.9 và Fig.10c. Cách khác, phép tổng có thể được biểu diễn bởi tổng của vector dự đoán 406 và tích ma trận-vector 1310 giữa ma trận số nguyên M 1300 và vector bổ sung 402, như được thực hiện trên Fig.10b, trong đó các thành phần ma trận của ma trận số nguyên 1300 là 1 trong cột, tức là, cột thứ i_0 , của ma trận số nguyên 1300 mà tương ứng với thành phần được định trước 1500 của vector bổ sung 402, và tất cả các thành phần khác là, ví dụ, bằng 0.

Kết quả của phép cộng của ma trận dự đoán được định trước 405 và ma trận số nguyên 1300 bằng hoặc làm gần đúng, ví dụ, ma trận bổ sung 1200, được thể hiện trên Fig.9.

Nói cách khác, ma trận, tức là, ma trận B khác 1200, mà là kết quả của phép tổng mỗi thành phần ma trận của ma trận dự đoán được định trước C 405 trong cột 412, tức là, cột thứ i_0 , của ma trận dự đoán được định trước 405, mà tương ứng với thành phần được định trước 1500 của vector bổ sung 402, với một, (tức là, ma trận B) nhân với biến đổi tuyến tính khả nghịch 403 tương ứng, ví dụ, với phiên bản được lượng tử hóa của ma trận dự đoán học máy A 1100, như được thể hiện trên Fig.9, Fig.10a và Fig.10b. Phép tổng của mỗi thành phần ma trận của ma trận dự đoán được định trước C 405 trong cột thứ i_0 412 với một có thể tương ứng với phép tổng của ma trận dự đoán được định trước 405 và ma trận số nguyên 1300, như được thể hiện trên Fig.10b. Như được thể hiện trên Fig.9, ma trận dự đoán học máy A 1100 có thể bằng kết quả của ma trận bổ sung 1200 lần biến đổi tuyến tính khả nghịch. Điều này là do $A \cdot x = BT \cdot yT^{-1}$. Ma trận dự đoán được định trước 405 là, ví dụ, ma trận được lượng tử hóa, ma trận số nguyên và/hoặc ma trận dấu phẩy cố định, nhờ đó phiên bản được lượng tử hóa của ma trận dự đoán học máy A 1100 có thể được nhận biết.

Phép nhân ma trận sử dụng chỉ các phép toán số nguyên

Đối với phương án thực hiện độ phức tạp thấp (về độ phức tạp của việc cộng và nhân các giá trị vô hướng, cũng như về sự lưu trữ được yêu cầu cho các mục nhập của ma trận có phần), có mong muốn thực hiện phép nhân ma trận 404 chỉ sử dụng số học nguyên.

Để tính toán sự làm gần đúng của $z = Cy$, tức là

$$z_i = \sum_{j=0}^{n-1} C_{i,j} * y_j,$$

sử dụng các toán tử chỉ trên các số nguyên, các giá trị thực $C_{i,j}$ phải được ánh xạ đến các giá trị số nguyên $\hat{C}_{i,j}$, theo phương án. Điều này có thể được thực hiện, ví dụ, bằng sự lượng tử hóa vô hướng thống nhất, hoặc bằng cách xem xét các sự tương quan

cụ thể giữa các giá trị y_i . Các giá trị số nguyên biểu diễn, ví dụ, các số dấu phẩy cố định có thể mỗi số được lưu trữ với số lượng cố định của các bit n_bits , ví dụ, $n_bits=8$.

Tích ma trận-vector 404 với ma trận, tức là, ma trận dự đoán được định trước 405, có kích thước $m \times n$ có thể được thực hiện tương tự như được thể hiện trong mã giả này, trong đó $\ll$, $\gg$ là các toán tử dịch chuyển bên trái và bên phải và $+$, $-$ và $*$ hoạt động chỉ trên các giá trị nguyên.

(1)

```
final_offset = 1 << (right_shift_result - 1);

for i in 0...m-1
{
    accumulator = 0
    for j in 0...n-1
    {
        accumulator: = accumulator + y[j]*C[i,j]
    }
    z[i] = (accumulator + final_offset) >> right_shift_result;
}
```

Ở đây, mảng C , tức là, ma trận dự đoán được định trước 405, lưu trữ các số lượng dấu phẩy cố định, ví dụ, như các số nguyên. Phép cộng cuối cùng của $final_offset$ và toán tử dịch chuyển bên phải với $right_shift_result$ giảm độ chính xác bằng cách làm tròn để thu được định dạng dấu phẩy cố định được yêu cầu tại đầu ra.

Để cho phép phạm vi giá trị thực tăng có thể được biểu diễn bởi các số nguyên trong C , hai ma trận bổ sung $offset_{i,j}$ và $scale_{i,j}$ có thể được sử dụng, như được thể hiện trên các phương án Fig.11 và Fig.12, sao cho mỗi hệ số $b_{i,j}$ của y_j trong tích ma trận-vector

$$z_i = \sum_{j=0}^{n-1} b_{i,j} * y_j$$

được cho bởi

$$b_{i,j} = (\hat{C}_{i,j} - offset_{i,j}) * scale_{i,j}.$$

Các giá trị $offset_{i,j}$ và $scale_{i,j}$ bản thân chúng là các giá trị nguyên. Ví dụ, các số nguyên này có thể biểu diễn các số dấu phẩy cố định mà mỗi số có thể được lưu trữ với số lượng bit cố định, ví dụ, 8 bit, hoặc ví dụ, số tương tự của các bit n_bits mà được sử dụng để lưu trữ các giá trị $\hat{C}_{i,j}$.

Nói cách khác, máy 1000 được tạo cấu hình để biểu diễn ma trận dự đoán được định trước 405 sử dụng các tham số dự đoán, ví dụ các giá trị số nguyên $\hat{C}_{i,j}$ và các giá trị $offset_{i,j}$ và $scale_{i,j}$, và để tính toán tích ma trận-vector 404 bằng cách thực hiện các phép nhân và phép cộng trên các thành phần của vector bổ sung 402 và các tham số dự đoán và các kết quả trung gian được lấy từ đó, trong đó các giá trị tuyệt đối của các tham số dự đoán là có thể trình bày bởi sự biểu diễn số dấu phẩy cố định n -bit với n nhỏ hơn hoặc bằng 14, hoặc, cách khác, 10, hoặc cách khác, 8. Ví dụ, các thành phần của vector bổ sung 402 được nhân với các tham số dự đoán để tạo ra các sản phẩm là các kết quả trung gian mà, lần lượt, phải trải qua, để tạo ra các số hạng của, phép tổng.

Theo phương án, các tham số dự đoán bao gồm các trọng số, mỗi trọng số được kết hợp với thành phần ma trận tương ứng của ma trận dự đoán. Nói cách khác, ma trận dự đoán được định trước là, ví dụ, được đặt hoặc được biểu diễn bởi các tham số dự đoán. Các trọng số là, ví dụ, số nguyên và/hoặc các giá trị dấu phẩy cố định.

Theo phương án, các tham số dự đoán còn bao gồm một hoặc nhiều hệ số định tỉ lệ, ví dụ, các giá trị $scale_{i,j}$, mỗi hệ số này được kết hợp với một hoặc nhiều thành phần ma trận tương ứng của ma trận dự đoán được định trước 405 để định tỉ lệ trọng số, ví dụ, giá trị số nguyên $\hat{C}_{i,j}$, được kết hợp với một hoặc nhiều thành phần ma trận tương ứng của ma trận dự đoán 405. Ngoài ra hoặc cách khác, các tham số dự đoán bao gồm một hoặc nhiều độ lệch, ví dụ, các giá trị $offset_{i,j}$, mỗi độ lệch này được kết hợp với một hoặc nhiều thành phần ma trận tương ứng của ma trận dự đoán được định trước 405 để

làm lệch trọng số, ví dụ, giá trị số nguyên $\hat{C}_{i,j}$, được kết hợp với một hoặc nhiều thành phần ma trận tương ứng của ma trận dự đoán 405.

Để giảm lượng bộ nhớ cần thiết cho $offset_{i,j}$ và $scale_{i,j}$, các giá trị của chúng có thể được lựa chọn là hằng số cho các tập hợp cụ thể của các chỉ số i,j . Ví dụ, các mục nhập của chúng có thể không đổi đối với mỗi cột hoặc chúng có thể bất biến đối với mỗi hàng, hoặc chúng có thể bất biến cho tất cả i,j , như được thể hiện trên Fig.11.

Ví dụ, trong một phương án được ưu tiên, $offset_{i,j}$ và $scale_{i,j}$ bất biến cho tất cả các giá trị của ma trận có một chế độ dự đoán, như được thể hiện trên Fig.12. Do đó, khi có K chế độ dự đoán với $k=0..K-1$, chỉ giá trị đơn o_k và giá trị đơn s_k được yêu cầu để tính toán dự đoán cho chế độ k .

Theo phương án, $offset_{i,j}$ và/hoặc $scale_{i,j}$ là bất biến, tức là, giống nhau, đối với tất cả chế độ dự đoán nội ảnh trên cơ sở ma trận. Ngoài ra hoặc cách khác, có thể, rằng $offset_{i,j}$ và/hoặc $scale_{i,j}$ là bất biến, tức là, giống nhau, đối với tất cả các kích thước khối.

Với độ lệch biểu diễn o_k và sự định tỉ lệ biểu diễn s_k , phép tính trong (1) có thể được sửa đổi để:

(2)

```
final_offset = 0;
```

```
for i in 0...n-1
```

```
{
```

```
    final_offset: = final_offset - y[i];
```

```
}
```

```
final_offset *= final_offset * offset * scale;
```

```
final_offset += 1 << (right_shift_result - 1);
```

```
for i in 0...m-1
```

```
{
```

```
    accumulator = 0
```



```

for j in 0...n-1
{
    accumulator:= accumulator + y[j]*C[i,j]
}
z[i] = (accumulator*scale + final_offset) >> right_shift_result;
}

```

Các phương án được mở rộng từ giải pháp này

Giải pháp nêu trên chỉ các phương án sau:

1. Phương pháp dự đoán như trong Phần I, trong đó Bước 2 của Phần I, những điều sau được thực hiện cho sự làm gần đúng số nguyên của tích ma trận-vectơ được bao gồm: Trong số các mẫu đường biên (được lấy trung bình) $x = (x_1, \dots, x_n)$, đối với i_0 cố định với $1 \leq i_0 \leq n$, vectơ $y = (y_1, \dots, y_n)$ được tính toán, trong đó $y_i = x_i - \text{mean}(x)$ đối với $i \neq i_0$ và trong đó $y_{i_0} = \text{mean}(x)$ và trong đó $\text{mean}(x)$ biểu thị giá trị trung bình của x . Vectơ y khi đó đóng vai trò như đầu vào cho (sự nhận biết số nguyên của) tích ma trận-vectơ Cy sao cho tín hiệu dự đoán (được lấy mẫu giảm) pred từ Bước 2 của Phần I được cho bởi $\text{pred} = Cy + \text{meanpred}(x)$. Trong phương trình này, $\text{meanpred}(x)$ biểu thị rằng tín hiệu bằng với $\text{mean}(x)$ cho mỗi vị trí minh họa trong miền của tín hiệu dự đoán được lấy mẫu giảm. (xem, ví dụ, Fig.10b)

2. Phương pháp dự đoán như trong Phần I, trong đó Bước 2 của Phần I, những điều sau được thực hiện cho sự làm gần đúng số nguyên của tích ma trận-vectơ được bao gồm: Trong số các mẫu đường biên (được lấy trung bình) i_0 với $1 \leq i_0 \leq n$, vectơ $y = (y_1, \dots, y_{n-1})$ được tính toán, trong đó $y_i = x_i - \text{mean}(x)$ đối với $i < i_0$ và trong đó $y_i = x_{i+1} - \text{mean}(x)$ đối với $i \geq i_0$ và trong đó $\text{mean}(x)$ biểu thị giá trị trung bình của x . Vectơ y khi đó đóng vai trò như đầu vào cho (sự nhận biết số nguyên của) tích ma trận-vectơ Cy sao cho tín hiệu dự đoán (được lấy mẫu giảm) pred từ Bước 2 của Phần I được cho bởi $\text{pred} = Cy + \text{meanpred}(x)$. Trong phương trình này, $\text{meanpred}(x)$ biểu thị rằng tín hiệu mà bằng với $\text{mean}(x)$ cho mọi vị trí minh họa trong miền của tín hiệu dự đoán được lấy mẫu giảm. (xem, ví dụ, Fig.10c)

3. Phương pháp dự đoán như trong Phần I, trong đó sự nhận biết số nguyên của tích ma trận-vector Cy được cho bằng cách sử dụng các hệ số $b_{i,j} = (\hat{C}_{i,j} - offset_{i,j}) * scale_{i,j}$ trong tích ma trận-vector $z_i = \sum_j b_{i,j} * y_j$. (xem, ví dụ, Fig.11)

4. Phương pháp dự đoán như trong Phần I, trong đó bước 2 sử dụng một trong số K ma trận, sao cho các chế độ dự đoán, mỗi chế độ sử dụng ma trận khác nhau $\hat{C}_k$ với $k=0 \dots K-1$, trong đó sự nhận biết tích ma trận-vector $C_k y$ được cho bằng cách sử dụng các hệ số $b_{i,j} = (\hat{C}_{k,i,j} - offset_k) * scale_k$ trong tích ma trận-vector $z_i = \sum_j b_{i,j} * y_j$. (xem, ví dụ, Fig.12)

Tức là, theo các phương án của sáng chế, bộ mã hóa và bộ giải mã đóng vai trò như sau để dự đoán khối được định trước 18 của ảnh 10, xem Fig.9. Để dự đoán, nhiều mẫu tham chiếu được sử dụng. Như được đề cập trên đây, các phương án của sáng chế sẽ không được giới hạn ở sự mã hóa nội ảnh và theo đó, các mẫu tham chiếu sẽ không được giới hạn ở các mẫu lân cận, tức là, các mẫu của ảnh 10 khối lân cận 18. Cụ thể, các mẫu tham chiếu sẽ không được giới hạn ở các mẫu được sắp xếp dọc theo mép bên ngoài của khối 18 như các mẫu liền kề mép bên ngoài của khối. Tuy nhiên, tình huống này là một phương án nhất định của sáng chế.

Để thực hiện sự dự đoán, vector giá trị mẫu 400 được thực hiện ngoài các mẫu tham chiếu như các mẫu tham chiếu 17a và 17c. Công thức khả thi đã được mô tả trên đây. Công thức có thể bao gồm phép tính trung bình, nhờ đó giảm số lượng các mẫu 102 hoặc số lượng các thành phần của vector 400 được so với các mẫu tham chiếu 17 đóng góp vào công thức. Công thức có thể cũng, như được mô tả trên đây, bằng cách nào đó phụ thuộc vào kích thước của khối 18 như chiều rộng và chiều dài.

Vector 400 này mà phải trải qua biến đổi afin hoặc tuyến tính để thu được dự đoán của khối 18. Các ký hiệu khác nhau đã được sử dụng trên đây. Việc sử dụng ký hiệu gần nhất, dành mục đích để thực hiện sự dự đoán bằng cách áp dụng vector 400 cho ma trận A bằng cách tích ma trận-vector trong khi thực hiện phép tổng với vector độ lệch b . Vector độ lệch b là tùy chọn. Biến đổi afin hoặc tuyến tính được xác định bởi A hoặc A và b , có thể được định trước bởi bộ mã hóa và bộ giải mã hoặc, chính xác hơn, cho sự dự đoán trên cơ sở của kích thước của khối 18 như đã được mô tả trên đây.

Tuy nhiên, để đạt được sự cải thiện hiệu quả tính toán nêu trên hoặc kết xuất sự dự đoán hiệu quả hơn về phương án thực hiện, biến đổi afin hoặc tuyến tính đã được lượng tử hóa, và bộ mã hóa và bộ giải mã, hoặc bộ dự đoán của nó, được sử dụng C và T nêu trên để biểu diễn và thực hiện biến đổi tuyến tính hoặc afin, với C và T, được áp dụng theo cách được mô tả trên đây, biểu diễn phiên bản được lượng tử hóa của biến đổi afin. Cụ thể, thay vì sử dụng vector 400 trực tiếp với ma trận A, bộ dự đoán trong bộ mã hóa và bộ giải mã, áp dụng vector 402 là kết quả từ vector giá trị mẫu 400 bằng cách trừ vector tương tự cho sự ánh xạ qua biến đổi tuyến tính khả nghịch được định trước T. Có thể biến đổi T được sử dụng ở đây là giống với vector 400 có kích thước giống nhau, tức là, không phụ thuộc vào các kích thước của khối, tức là, chiều dài và chiều cao, hoặc ít nhất là giống đối với các biến đổi afin/tuyến tính khác nhau. Trên đây, vector 402 đã được biểu thị y. Ma trận đúng để thực hiện biến đổi afin/tuyến tính như được xác định bởi sự học máy có thể là B. Tuy nhiên, thay vì thực hiện chính xác B, sự dự đoán trong bộ mã hóa và bộ giải mã được thực hiện bằng cách làm gần đúng hoặc phiên bản được lượng tử hóa của chúng. Cụ thể, sự biểu diễn được thực hiện qua sự biểu diễn làm gần đúng C theo cách được định trước trên đây với $C + M$ biểu diễn phiên bản được lượng tử hóa của B.

Theo đó, sự dự đoán trong bộ mã hóa và bộ giải mã còn được thực thi khác bằng cách tính toán tích ma trận-vector 404 giữa vector 402 và ma trận dự đoán được định trước C được biểu diễn một cách phù hợp và được lưu trữ tại bộ mã hóa và bộ giải mã theo cách được mô tả trên đây. Vector 406 mà là kết quả từ tích ma trận-vector này, khi đó được sử dụng để dự đoán các mẫu 104 của khối 18. Như được mô tả trên đây, để dự đoán, mỗi thành phần của vector 406 có thể trải qua phép cộng với tham số a được biểu thị tại 408 để bù định nghĩa tương ứng của C. Tổng của vector tùy chọn 406 với vector độ lệch b có thể cũng bao gồm sự suy ra của sự dự đoán khối 18 trên cơ sở vector 406. Có thể, như được mô tả trên đây, mỗi thành phần của vector 406, và theo đó, mỗi thành phần của phép tổng của vector 406, vector của tất cả a được biểu thị tại 408 và vector tùy chọn b, tương ứng trực tiếp với các mẫu 104 của khối 18 và, do đó, biểu thị các giá trị dự đoán của các mẫu. Có thể cũng chỉ là tập con của các mẫu của khối 104 được dự đoán theo cách đó và các mẫu còn lại của khối 18, như 108, được suy ra bởi phép nội suy.

Như được mô tả trên đây, có các phương án khác để thiết lập a . Ví dụ, có thể là trung bình số học của các thành phần của vector 400. Đối với trường hợp đó, xem Fig.10. Biến đổi tuyến tính khả nghịch T có thể được biểu thị trên Fig.10, i_0 là thành phần được định trước của vector giá trị mẫu và vector 402, mà được thay thế bởi a . Tuy nhiên, như được biểu thị trên đây, có các khả năng khác. Tuy nhiên, miễn là sự biểu diễn C được quan tâm, sẽ được biểu thị trên đây rằng điều tương tự được thể hiện khác. Ví dụ, tích ma trận-vector 404 có thể, trong phép tính thực tế, kết thúc trong sự tính toán thực tế của tích ma trận-vector nhỏ hơn với thứ nguyên thấp hơn. Cụ thể, như được biểu thị trên đây, có thể vì định nghĩa của C , toàn bộ cột thứ i_0 412 lấy 0 để phép tính thực tế của sản phẩm 404 có thể được thực hiện bởi phiên bản rút gọn của vector 402 mà là kết quả từ vector 402 bằng sự loại trừ thành phần y_{i_0} , cụ thể bằng cách nhân vector rút gọn 410 này với ma trận giảm C' là kết quả từ c bằng cách bỏ cột thứ i_0 412.

Các trọng số của C hoặc các trọng số của C' , tức là, các thành phần của ma trận này, có thể được biểu thị và lưu trữ trong biểu diễn dấu phẩy cố định. Tuy nhiên, các trọng số 414 có thể, cũng được mô tả trên đây, sẽ được lưu trữ theo cách tương ứng với sự định tỉ lệ và/hoặc độ lệch khác nhau. Sự định tỉ lệ và độ lệch có thể được định nghĩa cho toàn bộ ma trận C , tức là, bằng nhau đối với tất cả các trọng số 414 của ma trận C hoặc ma trận C' , hoặc có thể được định nghĩa theo cách để bất biến hoặc bằng đối với tất cả các trọng số 414 của hàng tương tự hoặc tất cả các trọng số 414 của cùng cột của ma trận C và ma trận C' . Fig.11 minh họa, về vấn đề này, rằng sự tính toán của tích ma trận-vector, tức là, kết quả của sản phẩm này, có thể thực tế được thực hiện hơi khác, cụ thể, ví dụ, bằng cách dịch chuyển phép nhân với (các) sự định tỉ lệ về phía vector 402 hoặc 404, nhờ đó giảm số lượng phép nhân phải được thực hiện thêm. Fig.12 minh họa trường hợp sử dụng một sự định tỉ lệ và một độ lệch cho tất cả các trọng số 414 của C hoặc C' như được thực hiện trong phép tính trên đây (2).

Theo phương án, máy được mô tả ở đây để dự đoán khối được định trước của ảnh có thể được tạo cấu hình để sử dụng sự dự đoán mẫu nội ảnh trên cơ sở ma trận bao gồm các dấu hiệu sau:

Máy được tạo cấu hình để tạo ra vector giá trị mẫu $pTemp[x]$ 400 trong số nhiều mẫu tham chiếu 17. Giả sử $pTemp[x]$ là $2 * boundarySize$, $pTemp[x]$ có thể được điền

vào bởi – ví dụ, sao chép trực tiếp hoặc bằng cách lấy mẫu phụ hoặc gộp - các mẫu lân cận được đặt tại phía trên của khối được định trước, $redT[x]$ với $x = 0..boundarySize - 1$, được theo sau bởi các mẫu lân cận được đặt tại phía bên trái của khối được định trước, $redL[x]$ với $x = 0..boundarySize - 1$, (ví dụ, trong trường hợp $isTransposed=0$) hoặc ngược lại trong trường hợp xử lý được chuyển vị (ví dụ, trong trường hợp $isTransposed=1$).

Các giá trị đầu vào $p[x]$ với $x = 0..inSize - 1$ được suy ra, tức là, máy được tạo cấu hình để suy ra từ vector giá trị mẫu $pTemp[x]$ vector bổ sung $p[x]$ mà trên đó vector giá trị mẫu $pTemp[x]$ được ánh xạ bởi biến đổi tuyến tính khả nghịch, hoặc cụ thể hơn, biến đổi tuyến tính afin khả nghịch, như sau:

– Nếu $mipSizeId$ bằng 2, áp dụng công thức sau đây:

$$p[x] = pTemp[x + 1] - pTemp[0]$$

– Nếu không ($mipSizeId$ nhỏ hơn 2), áp dụng công thức sau:

$$p[0] = (1 \ll (BitDepth - 1)) - pTemp[0]$$

$$p[x] = pTemp[x] - pTemp[0] \text{ đối với } x = 1..inSize - 1$$

Ở đây, biến số $mipSizeId$ biểu thị kích thước của khối được định trước. Tức là, theo phương án của sáng chế, phép biến đổi nghịch đảo mà sử dụng biến đổi này, vector bổ sung được suy ra từ vector giá trị mẫu, phụ thuộc vào kích thước của khối được định trước. Sự độc lập có thể được cho theo

mipSizeId	boundarySize	predSize
0	2	4
1	4	4
2	4	8

Trong đó $predSize$ biểu thị số lượng các mẫu được dự đoán trong khối được định trước, và $2*boundarySize$ biểu thị kích thước của vector giá trị mẫu và liên quan đến $inSize$,

tức là, kích thước vector'S bổ sung, theo $\text{inSize} = (2 * \text{boundarySize}) - (\text{mipSizeId} == 2) ? 1 : 0$. Chính xác hơn, inSize biểu thị số lượng các thành phần này của vector bổ sung mà tham gia thực tế trong sự tính toán. inSize lớn hơn kích thước của vector giá trị mẫu cho các kích thước khối nhỏ hơn, và một thành phần nhỏ hơn cho các kích thước khối lớn hơn. Trong trường hợp trước đó, một thành phần có thể được bỏ qua, cụ thể, thành phần mà tương ứng với thành phần được định trước của vector bổ sung, như tích ma trận-vector sẽ được tính toán sau đó, sự đóng góp của thành phần vector tương ứng sẽ sử dụng số 0 và, do đó, cần không được tính toán thực tế. Sự phụ thuộc vào kích thước khối có thể bỏ lại trong trường hợp phương án thay thế, trong đó chỉ một trong số hai sự thay thế được sử dụng không thể tránh được, tức là, sự bất quy tắc của kích thước khối (tùy chọn tương ứng với mipSizeId là nhỏ hơn 2, hoặc tùy chọn tương ứng với mipSizeId bằng 2).

Nói cách khác, biến đổi tuyến tính khả nghịch được định trước, ví dụ, được định nghĩa sao cho thành phần được định trước của vector bổ sung p trở thành a , trong khi tất cả các thành phần khác tương ứng với thành phần của vector giá trị mẫu trừ a , trong đó, ví dụ, $a = pTemp[0]$. Trong trường hợp tùy chọn thứ nhất tương ứng với mipSizeId bằng 2, điều này có thể đã được nhìn thấy và chỉ các thành phần được tạo ra riêng biệt của vector bổ sung đã được xem xét thêm. Tức là, trong trường hợp tùy chọn thứ nhất, vector bổ sung thực tế là $\{p[0 \dots \text{inSize}]; pTemp[0]\}$ trong đó $pTemp[0]$ là a và phần được tính toán thực tế của phép nhân vector ma trận để sử dụng tích ma trận-vector, tức là, kết quả của phép nhân, được giới hạn đến chỉ các thành phần inSize của vector bổ sung và các cột tương ứng của ma trận, vì ma trận có cột - mà không cần đến tính toán. Trong trường hợp khác, tương ứng với mipSizeId nhỏ hơn 2, $a = pTemp[0]$ được chọn, vì tất cả các thành phần của vector bổ sung ngoại trừ $p[0]$, tức là, mỗi thành phần trong số các thành phần khác $p[x]$ (đối với $x = 1.. \text{inSize} - 1$) của vector p khác, ngoại trừ thành phần được định trước $p[0]$, bằng với thành phần tương ứng của vector giá trị mẫu $pTemp[x]$ trừ a , nhưng $p[0]$ được chọn là hằng số trừ đi a . Sản phẩm ma trận khi đó được tính toán. Hằng số là trung bình của các giá trị có thể biểu diễn, tức là, 2^{x-1} (tức là $1 \ll (\text{BitDepth} - 1)$) với x biểu thị độ sâu bit của biểu diễn về tính toán được sử dụng. Nên lưu ý rằng, nếu $p[0]$ được lựa chọn để là $pTemp[0]$ thay vào đó, khi đó sản phẩm sẽ được tính toán với sự nghiêng đơn giản từ một được tính toán sử dụng $p[0]$ như được mô tả trên đây ($p[0]$)

$= (1 \ll (\text{BitDepth} - 1)) - \text{pTemp}[0]$), bởi vector vát biến mà có thể được xem xét khi dự đoán phần bên trong khối, tức là vector dự đoán. Giá trị a do đó, là giá trị được định trước, ví dụ, $\text{pTemp}[0]$. Giá trị được định trước $\text{pTemp}[0]$ trong trường hợp này, ví dụ, thành phần của vector giá trị mẫu pTemp tương ứng với thành phần được định trước $\text{p}[0]$. Nên là mẫu lân cận với đỉnh của khối được định trước, hoặc bên trái của khối được định trước, gần nhất với góc phía trên bên trái của khối được định trước.

Đối với quy trình dự đoán mẫu nội ảnh theo predModeIntra , ví dụ, chỉ rõ chế độ dự đoán nội ảnh, máy, ví dụ, được tạo cấu hình để áp dụng các bước sau, ví dụ, thực hiện bước thứ nhất:

1. Các mẫu dự đoán nội ảnh trên cơ sở ma trận $\text{predMip}[x][y]$, với $x = 0..\text{predSize} - 1$, $y = 0..\text{predSize} - 1$ được suy ra như sau:

- Biên số modeId được thiết lập bằng với predModeIntra .
- Ma trận trọng số $\text{mWeight}[x][y]$ với $x = 0..\text{inSize} - 1$, $y = 0..\text{predSize} * \text{predSize} - 1$ được suy ra bằng cách yêu cầu với quy trình suy ra ma trận trọng số MIP với mipSizeId và modeId làm các đầu vào.
- Các mẫu dự đoán nội ảnh trên cơ sở ma trận $\text{predMip}[x][y]$, với $x = 0..\text{predSize} - 1$, $y = 0..\text{predSize} - 1$ được suy ra như sau:

$$\text{oW} = 32 - 32 * (\sum_{i=0}^{\text{inSize}-1} \text{p}[i])$$

$$\text{predMip}[x][y] = (((\sum_{i=0}^{\text{inSize}-1} \text{mWeight}[i][y * \text{predSize} + x] * \text{p}[i]) + \text{oW}) >> 6) + \text{pTemp}[0]$$

Nói cách khác, máy được tạo cấu hình để tính toán tích ma trận-vector giữa vector $\text{p}[i]$ bổ sung hoặc, trong trường hợp mipSizeId bằng 2, $\{\text{p}[i]; \text{pTemp}[0]\}$ và ma trận dự đoán được định trước mWeight hoặc, trong trường hợp mipSizeId nhỏ hơn 2, ma trận dự đoán mWeight có đường trọng số bằng 0 bổ sung tương ứng với thành phần bị loại bỏ của p , để thu được vector dự đoán, mà, tại đây, đã được gán mảng có các vị trí khối $\{x,y\}$ được phân bố bên trong của khối được định trước để dẫn đến mảng $\text{predMip}[x][y]$. Vector dự đoán có thể tương ứng với sự nối chuỗi lần lượt của các hàng $\text{predMip}[x][y]$ hoặc của các cột $\text{predMip}[x][y]$.

Theo phương án, hoặc theo sự giải nghĩa khác nhau, chỉ thành phần $((\sum_{i=0}^{inSize-1} mWeight[i][y * predSize + x] * p[i]) + oW) >> 6$ được hiểu như vector dự đoán và máy được tạo cấu hình, khi dự đoán các mẫu của khối được định trước trên cơ sở vector dự đoán, tính toán cho mỗi thành phần của vector dự đoán tổng của thành phần tương ứng và a, ví dụ, pTemp[0].

Máy có thể tùy chọn được tạo cấu hình để thực hiện bổ sung các bước sau khi dự đoán các mẫu của khối được định trước trên cơ sở của vector dự đoán, ví dụ, predMip hoặc $((\sum_{i=0}^{inSize-1} mWeight[i][y * predSize + x] * p[i]) + oW) >> 6$.

2. Các mẫu dự đoán nội ảnh trên cơ sở ma trận predMip[x][y], với $x = 0..predSize - 1, y = 0..predSize - 1$ là, ví dụ, được kẹp như sau:

$$predMip[x][y] = Clip1(predMip[x][y])$$

3. Khi isTransposed là TRUE, mảng predSize x predSize predMip[x][y] với $x = 0..predSize - 1, y = 0..predSize - 1$, ví dụ, được chuyển vị như sau:

$$predTemp[y][x] = predMip[x][y]$$

$$predMip = predTemp$$

4. Các mẫu được dự đoán predSamples[x][y], với $x = 0..nTbW - 1, y = 0..nTbH - 1$ là, ví dụ, được suy ra như sau:

– Nếu nTbW, chỉ rõ chiều rộng khối biến đổi, lớn hơn predSize hoặc nTbH, chỉ rõ chiều cao khối biến đổi, là lớn hơn predSize, quy trình lấy mẫu tăng dự đoán MIP được yêu cầu với kích thước khối đầu vào predSize, các mẫu dự đoán nội ảnh trên cơ sở ma trận predMip[x][y] với $x = 0..predSize - 1, y = 0..predSize - 1$, chiều rộng khối biến đổi nTbW, chiều cao khối biến đổi nTbH, các mẫu tham chiếu đỉnh refT[x] với $x = 0..nTbW - 1$, và các mẫu tham chiếu bên trái refL[y] với $y = 0..nTbH - 1$ làm đầu vào, và đầu ra là mảng mẫu được dự đoán predSamples.

– Nếu không, predSamples[x][y], với $x = 0..nTbW - 1, y = 0..nTbH - 1$ được thiết lập bằng với predMip[x][y].

Nói cách khác, máy được tạo cấu hình để dự đoán các mẫu predSamples của khối được định trước trên cơ sở vector dự đoán predMip.

Fig.13 thể hiện phương pháp 2000 dự đoán khối được định trước của ảnh sử dụng nhiều mẫu tham chiếu, bao gồm tạo ra 2100 vector giá trị mẫu trong số nhiều mẫu tham chiếu, suy ra 2200 từ vector giá trị mẫu vector bổ sung mà trên đó vector giá trị mẫu được ánh xạ bởi biến đổi tuyến tính khả nghịch được định trước, tính toán 2300 tích ma trận-vector giữa vector bổ sung và ma trận dự đoán được định trước để thu được vector dự đoán, và dự đoán 2400 các mẫu của khối được định trước trên cơ sở vector dự đoán.

Các phương án và ví dụ khác

Nói chung, các ví dụ có thể được thực thi như sản phẩm chương trình máy tính với lệnh chương trình, lệnh chương trình hoạt động để thực hiện một trong các phương pháp khi sản phẩm chương trình máy tính chạy trên máy tính. Ví dụ, các lệnh chương trình có thể được lưu trữ trên phương tiện đọc được bằng máy.

Các ví dụ khác bao gồm chương trình máy tính để thực hiện một trong số các phương pháp được mô tả ở đây, được lưu trữ trên vật mang có thể đọc được bằng máy.

Do đó, nói cách khác, ví dụ của phương pháp là, chương trình máy tính có các lệnh chương trình để thực hiện một trong số các phương pháp được mô tả ở đây, khi chương trình máy tính chạy trên máy tính.

Ví dụ khác của các phương pháp, phương tiện mang dữ liệu (hoặc phương tiện lưu trữ số, phương tiện đọc được bằng máy tính) gồm có, đã được ghi lại trên đó, chương trình máy tính để thực hiện một trong các phương pháp được mô tả ở đây. Phương tiện mang dữ liệu, phương tiện lưu trữ số hoặc phương tiện được ghi lại là không tạm thời và/hoặc hữu hình, hơn là các tín hiệu hữu hình và tạm thời.

Do đó, ví dụ khác của phương pháp theo sáng chế là luồng dữ liệu hoặc chuỗi các tín hiệu biểu diễn chương trình máy tính để thực hiện một trong số các phương pháp được mô tả ở đây. Ví dụ, luồng dữ liệu hoặc chuỗi các tín hiệu để được truyền dẫn qua sự kết nối truyền thông dữ liệu, ví dụ thông qua internet.

Ví dụ khác gồm có phương tiện xử lý, ví dụ máy tính, hoặc thiết bị logic lập trình được, thực hiện một trong số các phương pháp được mô tả ở đây.

Ví dụ khác bao gồm máy tính có chương trình máy tính được cài đặt trên máy tính để thực hiện một trong số các phương pháp được mô tả ở đây.

Ví dụ khác theo sáng chế gồm có máy hoặc hệ thống truyền tải (ví dụ, bằng điện tử hoặc quang học) chương trình máy tính để thực hiện một trong số các phương pháp được mô tả ở đây đến bộ thu. Bộ thu có thể là, ví dụ, máy tính, thiết bị di động, thiết bị nhớ hoặc tương tự. Máy hoặc hệ thống có thể, ví dụ, bao gồm máy chủ tệp tin để truyền tải chương trình máy tính đến bộ nhận.

Theo một số ví dụ, thiết bị logic khả trình (ví dụ, mảng cổng lập trình được dạng trường) có thể được sử dụng để thực hiện một số hoặc tất cả các chức năng của các phương pháp được mô tả ở đây. Trong một số ví dụ, mảng cổng khả trình dạng trường có thể kết hợp với bộ vi xử lý để thực hiện một trong số các phương pháp được mô tả ở đây. Thông thường, các phương pháp có thể được thực hiện một cách có lợi bởi máy phân cứng phù hợp.

Các ví dụ được mô tả bên trên chỉ mang tính minh họa cho các nguyên lý được thảo luận trên đây. Cần hiểu rằng các cải biên và biến đổi của các phương án và các chi tiết được mô tả ở đây sẽ là rõ ràng. Do đó, mục đích của sáng chế được giới hạn bởi phạm vi của các điểm yêu cầu bảo hộ sắp đưa ra dưới đây và không bị giới hạn bởi các chi tiết cụ thể được biểu diễn bằng bản mô tả và giải thích của các ví dụ ở đây.

Các chi tiết giống nhau hoặc tương đương hoặc các chi tiết với chức năng giống nhau hoặc tương đương được biểu thị ở phần mô tả sau đây bởi các số tham chiếu giống nhau hoặc tương đương thậm chí khi xuất hiện ở các hình vẽ khác nhau.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Máy (1000) dự đoán khối được định trước (18) của ảnh (10) bằng cách sử dụng nhiều mẫu tham chiếu (17a,c), máy được tạo cấu hình để

tạo ra (100) vector giá trị mẫu (102, 400) trong số nhiều mẫu tham chiếu (17a,c),
suy ra từ vector giá trị mẫu (102, 400) vector bổ sung (402) trên đó vector giá trị mẫu (102, 400) được ánh xạ bởi biến đổi tuyến tính khả nghịch được định trước (403),
tính toán tích ma trận-vector (404) giữa vector bổ sung (402) và ma trận dự đoán được định trước (405) để thu được vector dự đoán (406), và

dự đoán các mẫu của khối được định trước (18) trên cơ sở vector dự đoán (406).

2. Máy (1000) theo điểm 1, trong đó biến đổi tuyến tính khả nghịch được định trước (403) được định nghĩa sao cho

thành phần được định trước (1500) của vector bổ sung (402) trở thành a hoặc hằng số trừ đi a , và

mỗi trong số các phần khác của vector bổ sung (402), ngoại trừ thành phần được định trước (1500), bằng thành phần tương ứng của vector giá trị mẫu (102, 400) trừ a ,
trong đó a là giá trị được định trước (1400).

3. Máy (1000) theo điểm 2, trong đó giá trị được định trước (1400) là một trong số trung bình, như trung bình số học hoặc trung bình được gán trọng số, của các thành phần của vector giá trị mẫu (102, 400),

giá trị mặc định,

giá trị được báo hiệu trong luồng dữ liệu mà ảnh (10) được lập mã vào đó, và

thành phần của vector giá trị mẫu (102, 400) tương ứng với thành phần được định trước (1500).

4. Máy (1000) theo điểm 1, trong đó biến đổi tuyến tính khả nghịch được định trước (403) được định nghĩa sao cho

thành phần được định trước (1500) của vector bổ sung (402) trở thành a hoặc hằng số trừ đi a , và

mỗi trong số các phần khác của vector bổ sung (402), ngoại trừ thành phần được định trước (1500), bằng thành phần tương ứng của vector giá trị mẫu (102, 400) trừ a ,

trong đó a là trung bình số học của các thành phần của vector giá trị mẫu (102, 400).

5. Máy (1000) theo điểm 1, trong đó biến đổi tuyến tính khả nghịch được định trước (403) được định nghĩa sao cho

thành phần được định trước (1500) của vector bổ sung (402) trở thành a hoặc hằng số trừ đi a , và

mỗi trong số các phần khác của vector bổ sung (402), ngoại trừ thành phần được định trước (1500), bằng thành phần tương ứng của vector giá trị mẫu (102, 400) trừ a ,

trong đó a là thành phần của vector giá trị mẫu (102, 400) tương ứng với thành phần được định trước (1500),

trong đó máy (1000) được tạo cấu hình để

bao gồm nhiều biến đổi tuyến tính khả nghịch, mỗi biến đổi này được kết hợp với một thành phần của vector bổ sung (402),

lựa chọn thành phần được định trước (1500) trong số các thành phần của vector giá trị mẫu (102, 400) và

sử dụng phép biến đổi tuyến tính khả nghịch trong số nhiều biến đổi tuyến tính khả nghịch mà được kết hợp với thành phần được định trước (1500) như biến đổi tuyến tính khả nghịch được định trước (403).

6. Máy (1000) theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 2 đến 5, trong đó các thành phần ma trận của ma trận dự đoán được định trước (405) trong cột của ma trận dự đoán được định trước (405) tương ứng với thành phần được định trước (1500) của vector bổ sung (402) đều bằng 0 và máy (1000) được tạo cấu hình để

tính toán tích ma trận-vector (404) bằng cách thực hiện các phép nhân bằng cách tính toán tích ma trận-vector (407) giữa ma trận dự đoán giảm (405) dẫn đến ma trận dự đoán được định trước (405) bằng cách bỏ đi cột (412) và thậm chí vector bổ sung (410) thu được từ vector bổ sung (402) bằng cách bỏ đi thành phần được định trước (1500).

7. Máy (1000) theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 2 đến 6, máy được tạo cấu hình để, khi dự đoán các mẫu của khối được định trước (18) trên cơ sở vector dự đoán (406), tính toán cho mỗi thành phần của vector dự đoán (406) tổng của thành phần tương ứng và a .

8. Máy (1000) theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 2 đến 7, trong đó ma trận, là kết quả của phép cộng mỗi thành phần ma trận của ma trận dự đoán được định trước (405) trong cột ma trận dự đoán được định trước (405), ma trận này tương ứng với thành phần được định trước (1500) của vector bổ sung (402), với một, nhân với biến đổi tuyến tính khả nghịch được định trước (403) tương ứng với phiên bản được lượng tử hóa của ma trận dự đoán học máy (1100).

9. Máy (1000) theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 8, máy được tạo cấu hình để

tạo ra (100) vector giá trị mẫu (102, 400) trong số nhiều mẫu tham chiếu (17a,c) bằng cách, đối với mỗi thành phần của vector giá trị mẫu (102, 400),

chọn một mẫu tham chiếu trong số nhiều mẫu tham chiếu (17a,c) làm thành phần tương ứng của vector giá trị mẫu (102, 400), và/hoặc

tính trung bình hai hoặc nhiều thành phần của vector giá trị mẫu (102, 400) để thu được thành phần tương ứng của vector giá trị mẫu (102, 400).

10. Máy (1000) theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 9, trong đó nhiều mẫu tham chiếu (17a,c) được sắp xếp trong ảnh (10) dọc theo mép bên ngoài của khối được định trước (18).

11. Máy (1000) theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 10, máy được tạo cấu hình để tính toán tích ma trận-vector (404) bằng cách sử dụng các phép tính số học dấu phẩy cố định.

12. Máy (1000) theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 11, máy được tạo cấu hình để tính toán tích ma trận-vector (404) mà không sử dụng các phép toán số học dấu phẩy động.

13. Máy (1000) theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 12, máy được tạo cấu hình để lưu trữ sự biểu diễn số dấu phẩy cố định của ma trận dự đoán được định trước (405).

14. Máy (1000) theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 13, máy được tạo cấu hình để biểu diễn ma trận dự đoán được định trước (405) sử dụng các tham số dự đoán và để tính toán tích ma trận-vectơ (404) bằng cách thực hiện các phép nhân và phép cộng trên các thành phần của vectơ bổ sung (402) và các tham số dự đoán và các kết quả trung gian được lấy từ đó, trong đó các giá trị tuyệt đối của các tham số dự đoán có thể biểu diễn bởi các biểu diễn số dấu phẩy cố định n -bit với n nhỏ hơn hoặc bằng 14, hoặc 10, hoặc 8.

15. Máy (1000) theo điểm 14, trong đó các tham số dự đoán bao gồm:

các trọng số, mỗi trọng số được kết hợp với thành phần ma trận tương ứng của ma trận dự đoán được định trước (405).

16. Máy (1000) theo điểm 15, trong đó các tham số dự đoán còn bao gồm:

một hoặc nhiều hệ số định tỉ lệ, mỗi hệ số được kết hợp với một hoặc nhiều thành phần ma trận tương ứng của ma trận dự đoán được định trước (405) để định tỉ lệ trọng số được kết hợp với một hoặc nhiều thành phần ma trận tương ứng của ma trận dự đoán được định trước (405), và/hoặc

một hoặc nhiều độ lệch, mỗi độ lệch được kết hợp với một hoặc nhiều thành phần ma trận tương ứng của ma trận dự đoán được định trước (405) để tính độ lệch trọng số được kết hợp với một hoặc nhiều thành phần ma trận tương ứng của ma trận dự đoán được định trước (405).

17. Máy (1000) theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 16, máy được tạo cấu hình để, khi dự đoán các mẫu của khối được định trước (18) trên cơ sở vectơ dự đoán (406),

sử dụng phép nội suy để tính toán ít nhất một vị trí mẫu của khối được định trước (18) dựa trên vectơ dự đoán (406), mỗi thành phần của vectơ này được kết hợp với vị trí tương ứng nằm trong khối được định trước (18).

18. Máy mã hóa ảnh bao gồm:

máy dự đoán khối được định trước (18) của ảnh bằng cách sử dụng nhiều mẫu tham chiếu (17a,c) theo điểm bất kì trong số các điểm từ 1 đến 17, để thu được tín hiệu dự đoán, và

bộ mã hóa entropy được tạo cấu hình để mã hóa khối dư dự đoán cho khối được định trước để hiệu chỉnh tín hiệu dự đoán.

19. Máy giải mã ảnh bao gồm,

máy dự đoán khối được định trước (18) của ảnh bằng cách sử dụng nhiều mẫu tham chiếu (17a,c) theo điểm bất kì trong số các điểm từ 1 đến 17, để thu được tín hiệu dự đoán,

bộ giải mã entropy được tạo cấu hình để giải mã khối dư dự đoán cho khối được định trước, và

bộ hiệu chỉnh dự đoán được tạo cấu hình để hiệu chỉnh tín hiệu dự đoán sử dụng khối dư dự đoán.

20. Phương pháp (2000) dự đoán khối được định trước (18) của ảnh sử dụng nhiều mẫu tham chiếu (17a,c), phương pháp này bao gồm các bước

tạo ra (2100, 100) vector giá trị mẫu (102, 400) trong số nhiều mẫu tham chiếu,

suy ra (2200) từ vector giá trị mẫu vector bổ sung (402) trên đó vector giá trị mẫu được ánh xạ bởi biến đổi tuyến tính khả nghịch được định trước (403),

tính toán (2300) tích ma trận-vector (404) giữa vector bổ sung (402) và ma trận dự đoán được định trước (405) để thu vector dự đoán (406), và

dự đoán (2400) các mẫu của khối được định trước trên cơ sở vector dự đoán (406).

21. Phương pháp mã hóa ảnh bao gồm các bước:

dự đoán khối được định trước (18) của ảnh bằng cách sử dụng nhiều mẫu tham chiếu (17a,c) theo phương pháp (2000) theo điểm 20, để thu được tín hiệu dự đoán, và

mã hóa entropy khối dư dự đoán cho khối được định trước để hiệu chỉnh tín hiệu dự đoán.

22. Phương pháp giải mã ảnh bao gồm:

dự đoán khối được định trước (18) của ảnh bằng cách sử dụng nhiều mẫu tham chiếu (17a,c) theo phương pháp (2000) theo điểm 20, để thu được tín hiệu dự đoán, giải mã entropy khối dư dự đoán cho khối được định trước, và hiệu chỉnh tín hiệu dự đoán sử dụng khối dư dự đoán.

23. Phương tiện lưu trữ đọc được bằng máy tính có mã chương trình để thực hiện, khi chạy trên máy tính, phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 20 đến 22.

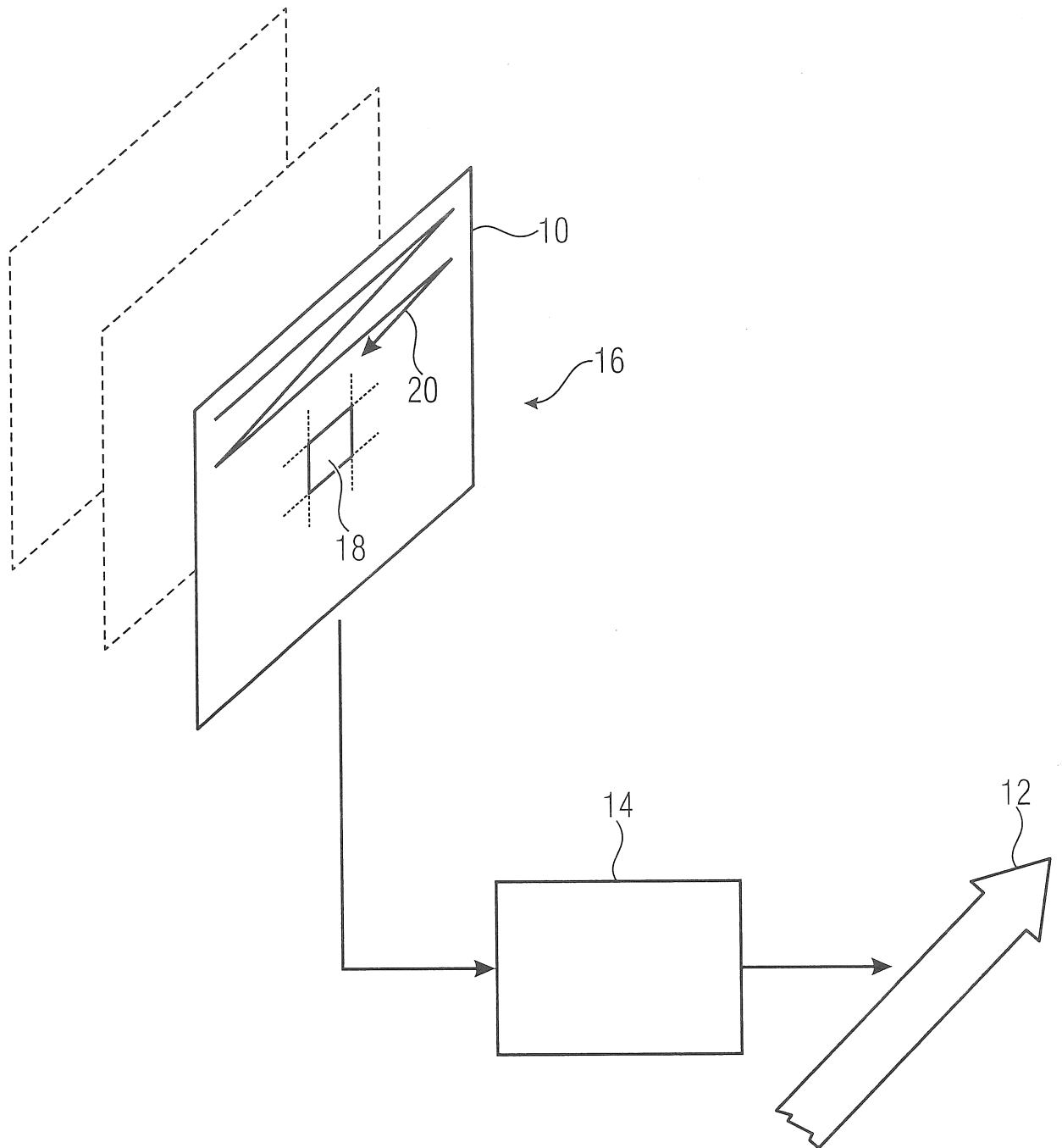


Fig. 1

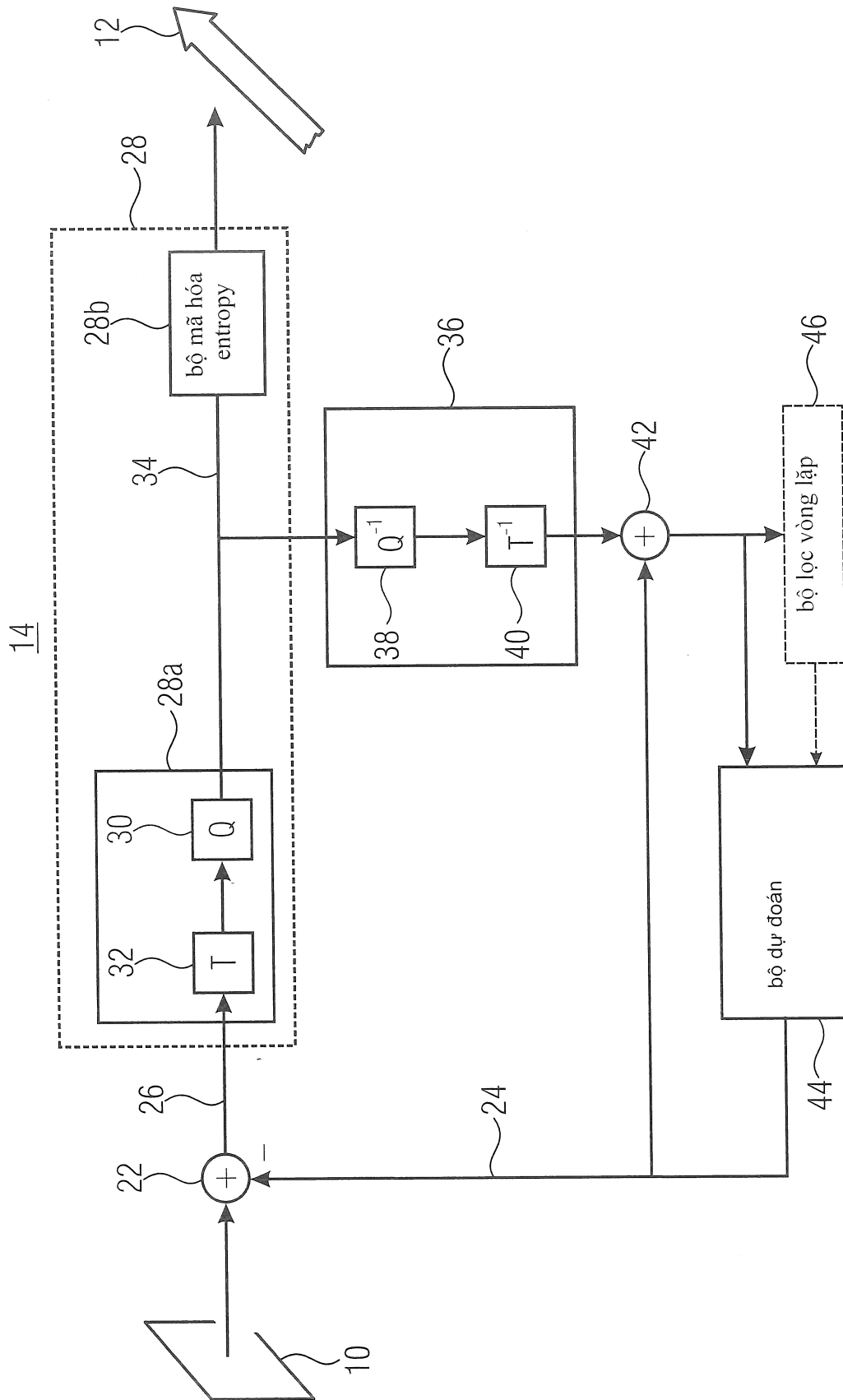


Fig. 2

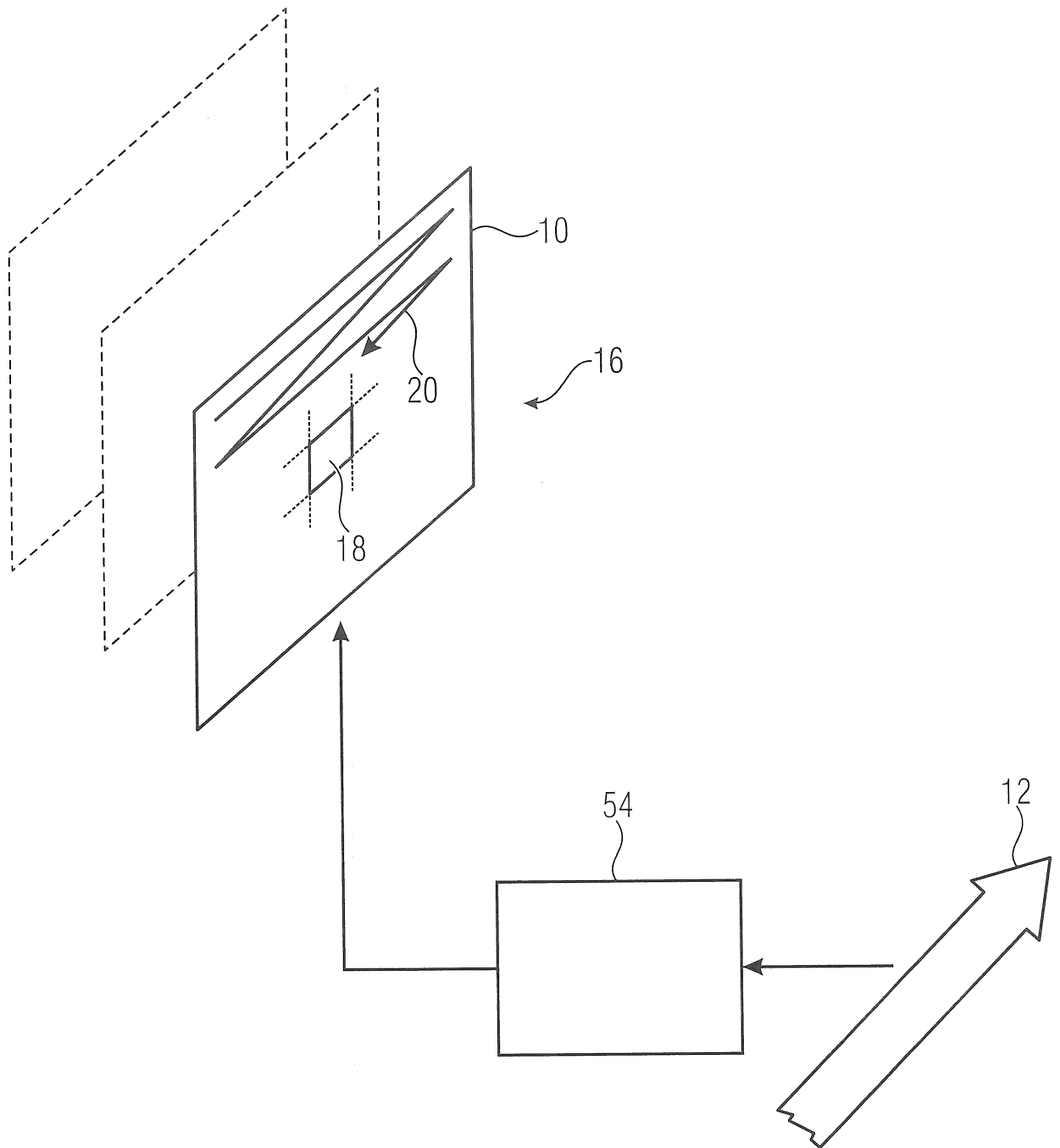


Fig. 3

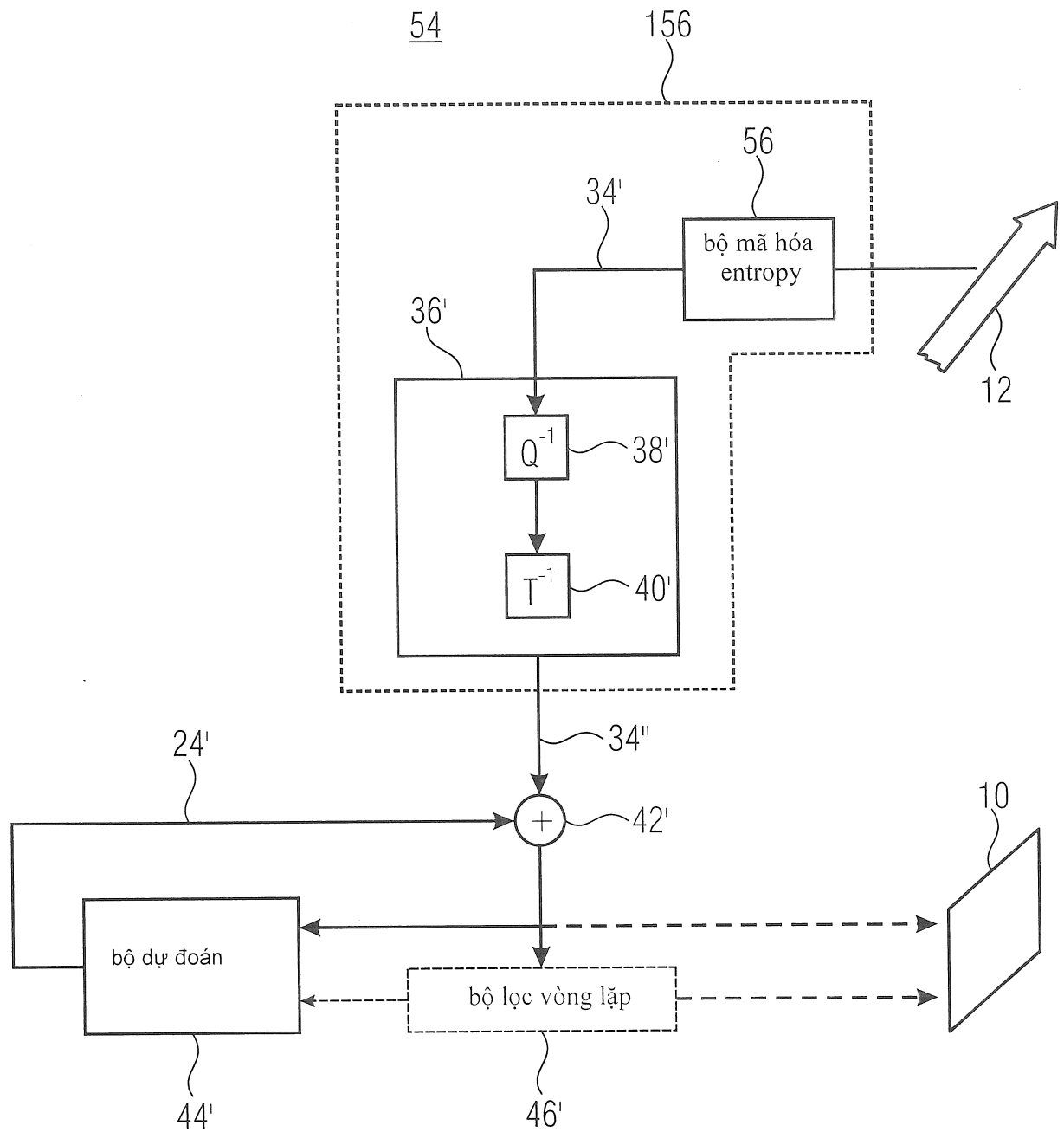


Fig. 4

5/15

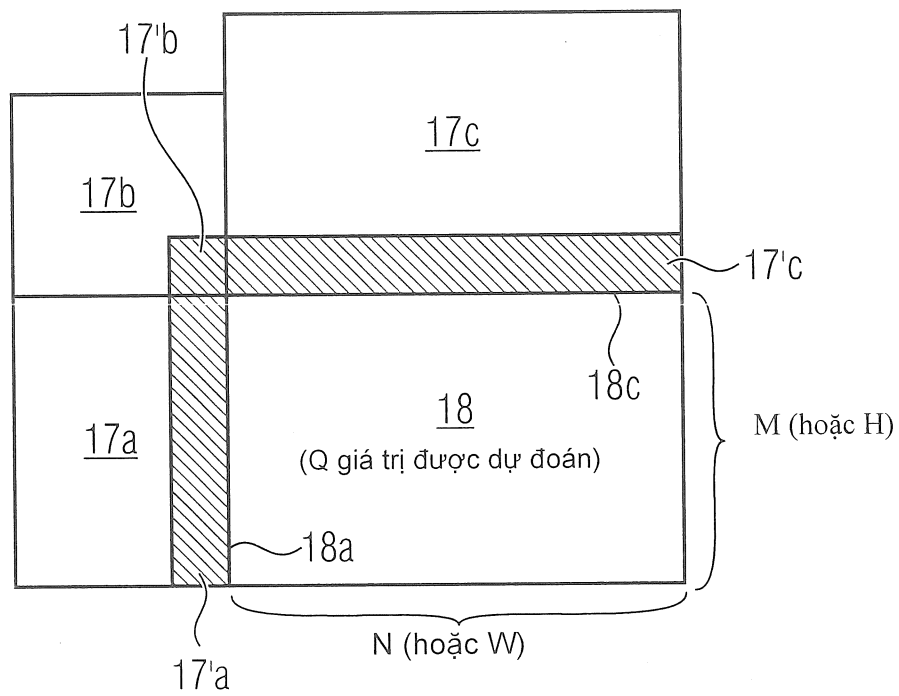


Fig. 5

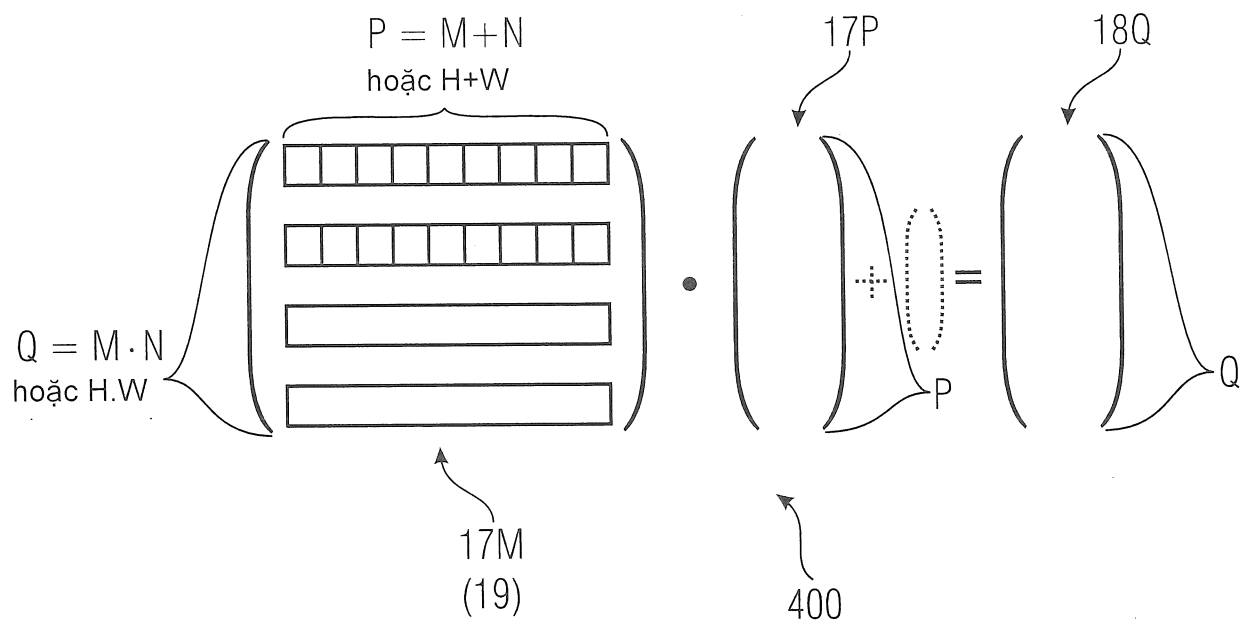


Fig. 6

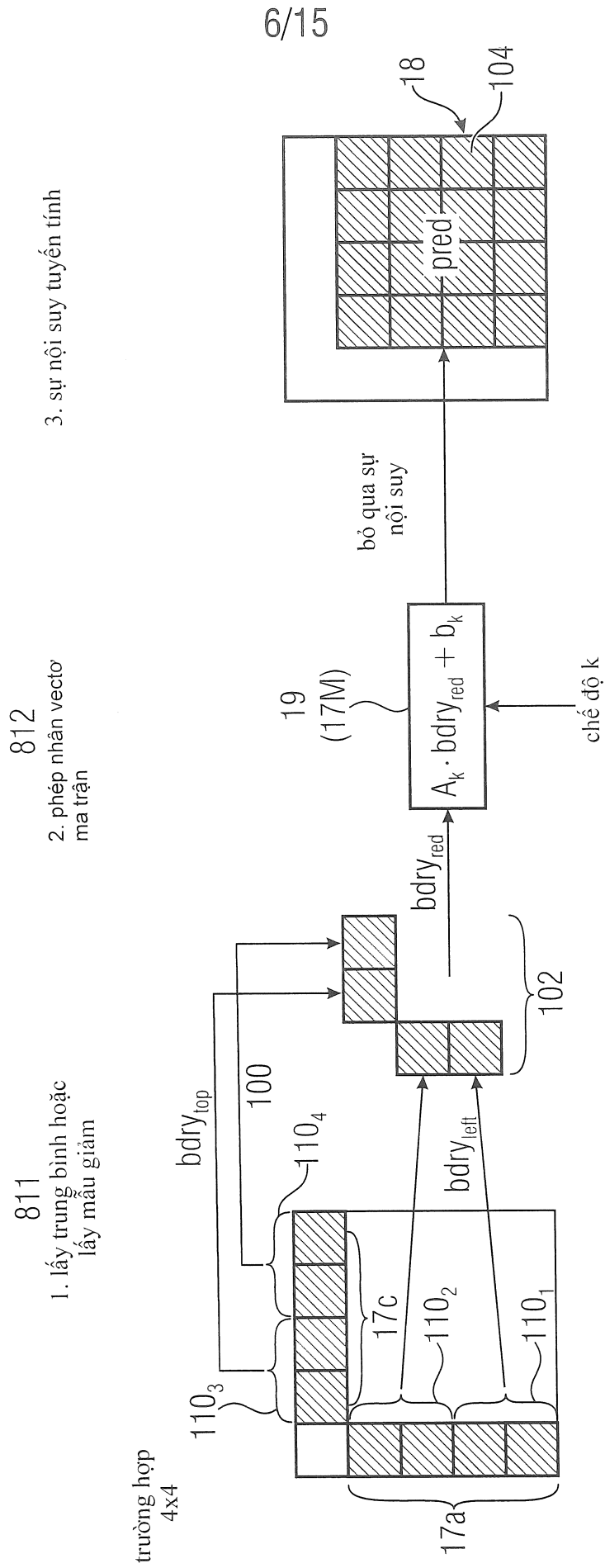


Fig. 7.1

- 811
1. lấy trung bình hoặc lấy mẫu giảm
- 812
2. phép nhân vector ma trận
- 813
3. sự nội suy tuyến tính

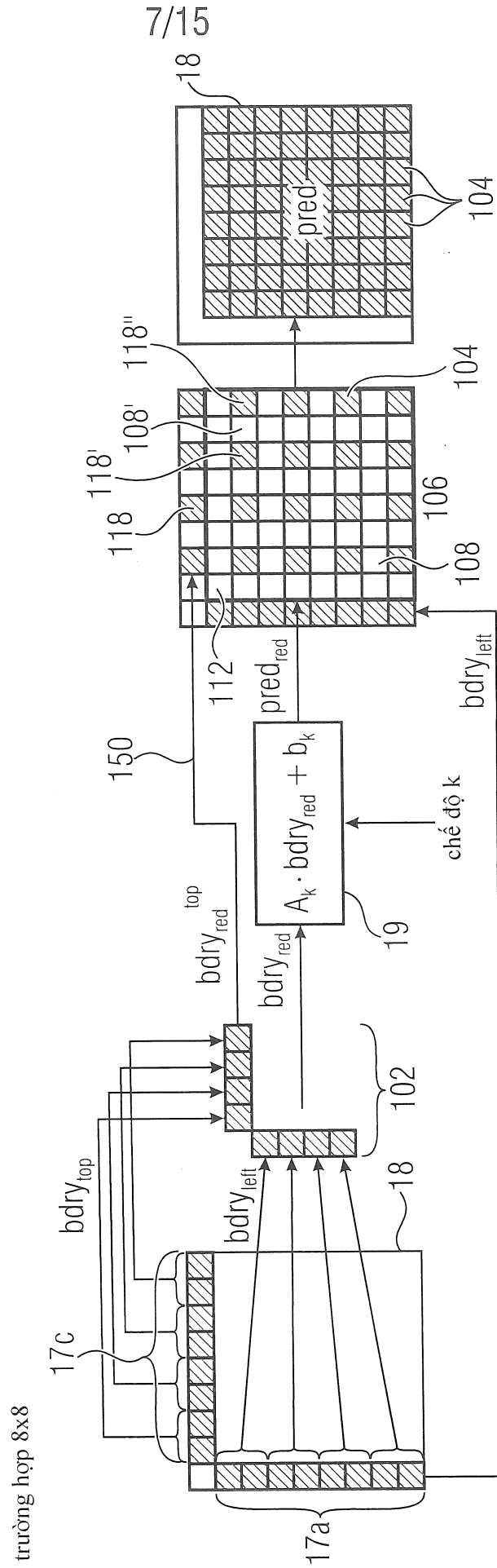


Fig. 7.2

- 811
1. lấy trung bình hoặc lấy mẫu giảm
- 812
2. phép nhân vector ma trận
- 813
3. sự nội suy tuyến tính

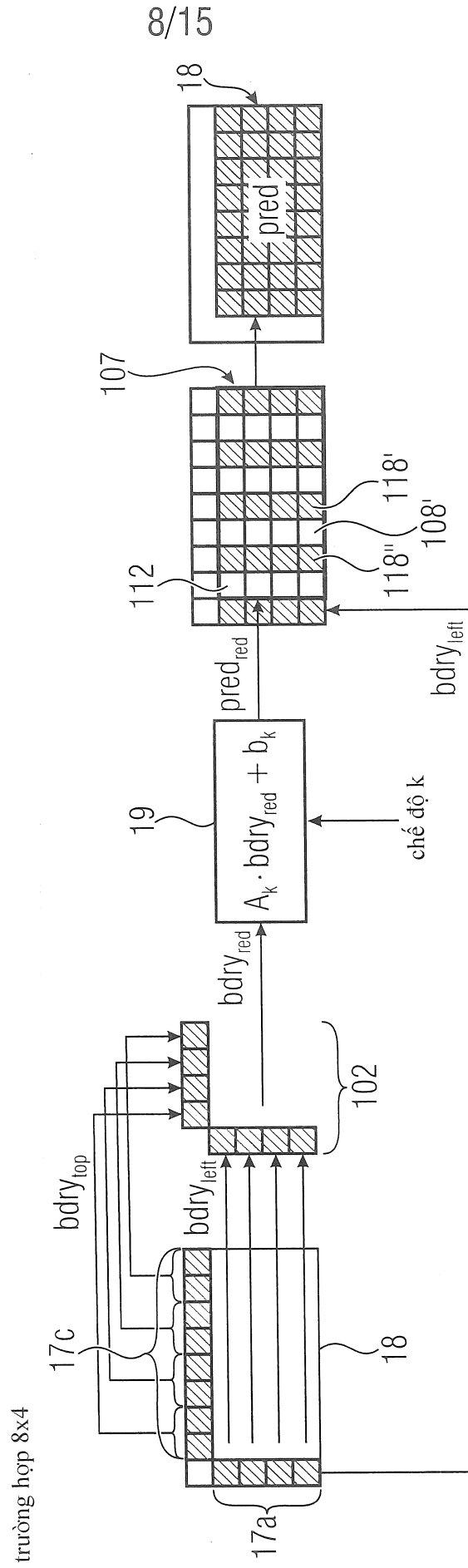


Fig. 7.3

- 811
1. lấy trung bình hoặc lấy mẫu giảm
- 812
2. phép nhân vector ma trận
- 813
3. sự nội suy tuyến tính

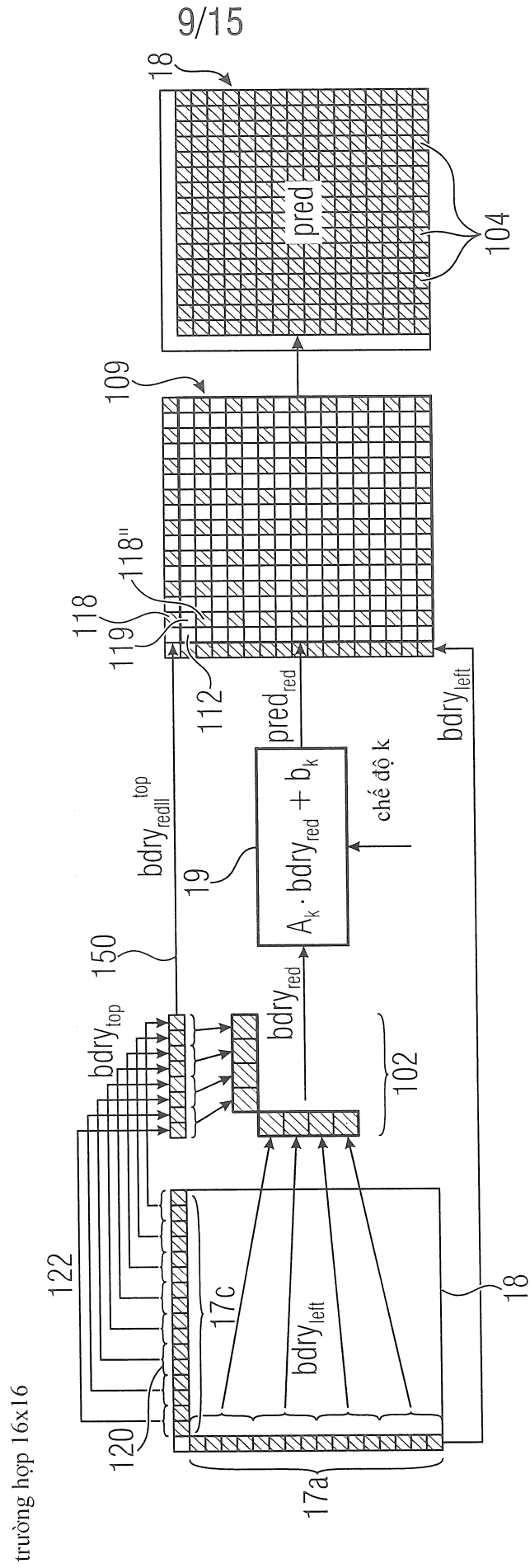


Fig. 7.4

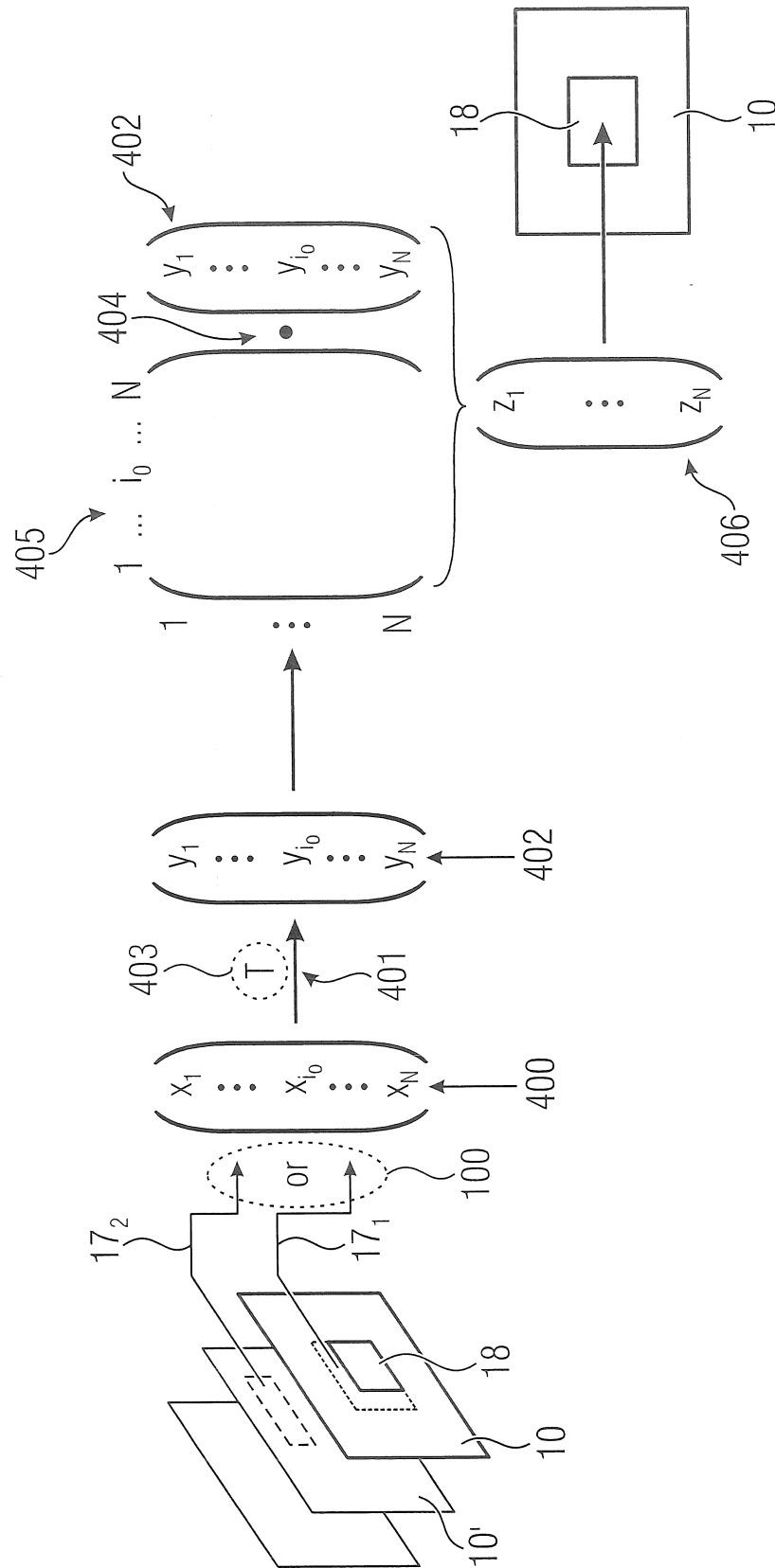


Fig. 8

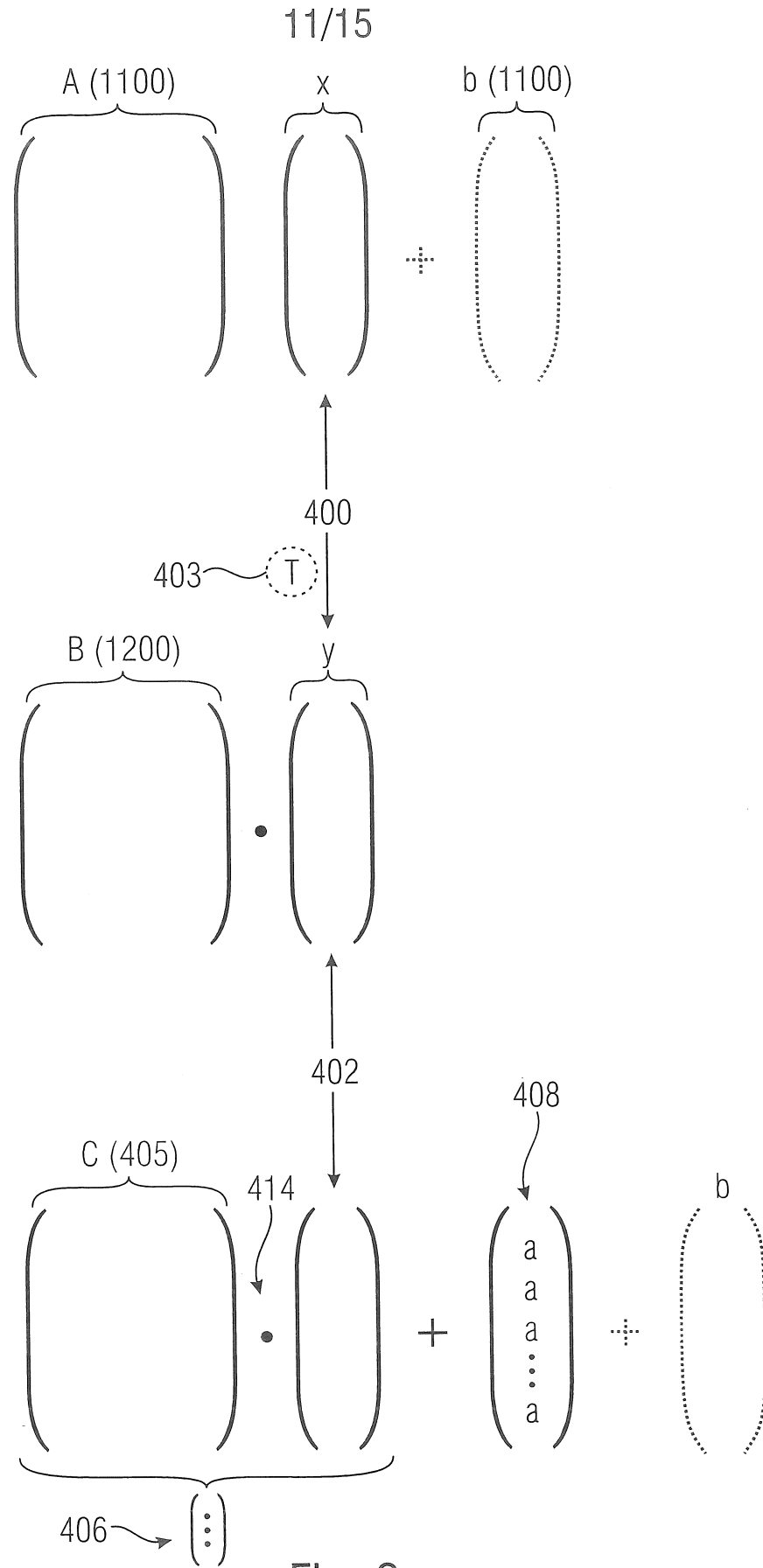


Fig. 9

$$\begin{array}{c}
 1 \\
 2 \\
 \vdots \\
 i_0 \\
 \vdots \\
 N
 \end{array}
 \underbrace{\begin{pmatrix}
 1 & 2 & 3 & \dots & N \\
 \frac{N-1}{N} & -\frac{1}{N} & -\frac{1}{N} & \dots & -\frac{1}{N} \\
 -\frac{1}{N} & \frac{N-1}{N} & -\frac{1}{N} & \dots & -\frac{1}{N} \\
 & & \ddots & \ddots & \\
 \frac{1}{N} & \frac{1}{N} & \frac{1}{N} & \dots & \frac{1}{N} \\
 & & \ddots & \ddots & \\
 -\frac{1}{N} & -\frac{1}{N} & -\frac{1}{N} & \dots & \frac{N-1}{N}
 \end{pmatrix}}_{T \text{ (403)}}
 \cdot
 \begin{pmatrix}
 x_1 \\
 \vdots \\
 x_{i_0} \\
 \vdots \\
 x_N
 \end{pmatrix}
 \begin{matrix}
 \uparrow \\
 400
 \end{matrix}
 =
 \begin{pmatrix}
 x_1 - a \\
 x_2 - a \\
 \vdots \\
 a \\
 \vdots \\
 x_N - a
 \end{pmatrix}
 \begin{matrix}
 \uparrow \\
 1400
 \end{matrix}
 =
 \begin{pmatrix}
 y_1 \\
 \vdots \\
 y_{i_0} \\
 \vdots \\
 y_N
 \end{pmatrix}
 \begin{matrix}
 \uparrow \\
 402
 \end{matrix}
 \begin{matrix}
 \\
 \\
 \\
 \uparrow \\
 1500
 \end{matrix}$$

$x_{i_0} \xrightarrow{\quad} a \xrightarrow{\quad} y_{i_0}$

Fig. 10a

13/15

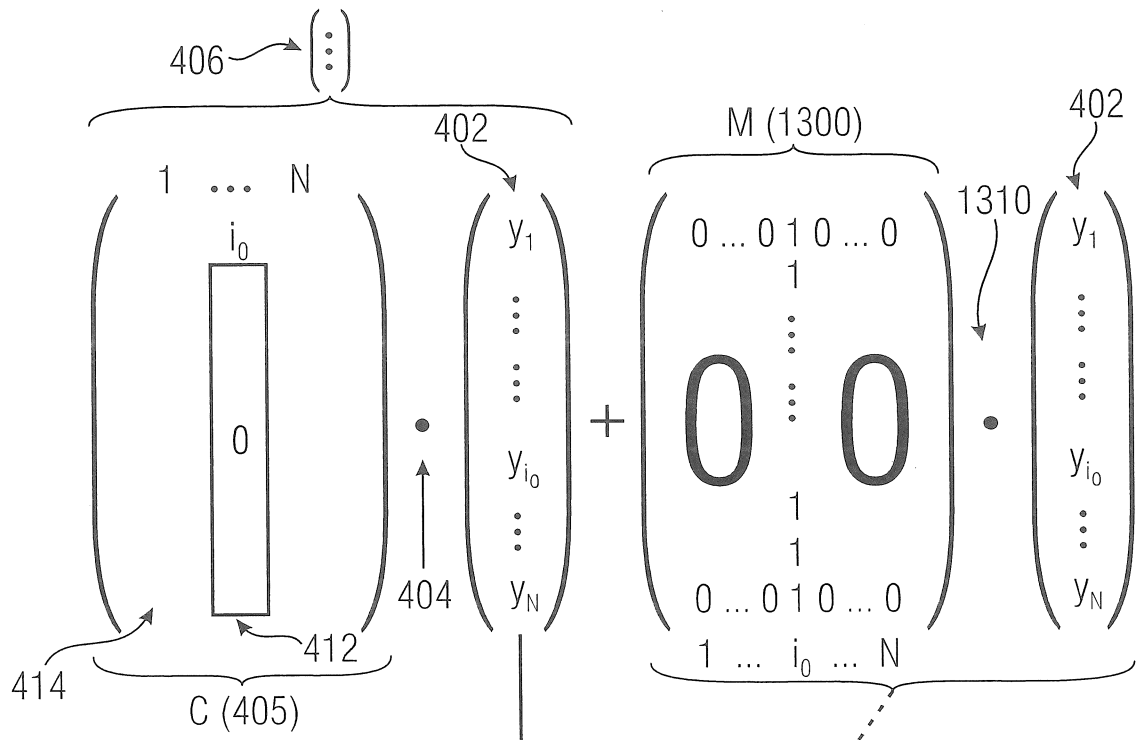


Fig. 10b

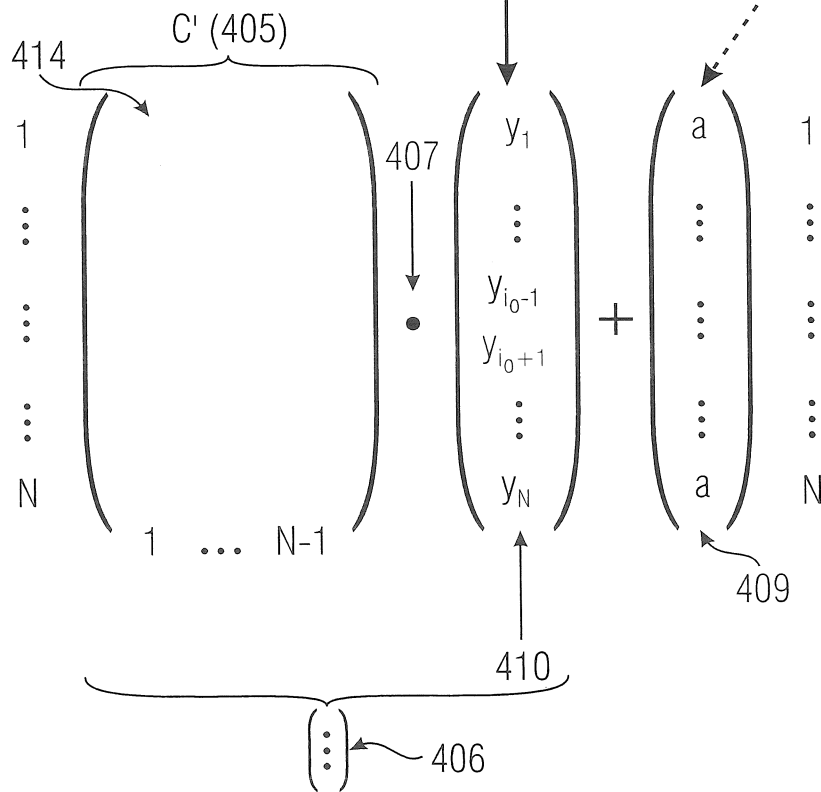


Fig. 10c

14/15

$$\begin{array}{c}
 \overbrace{\hspace{10em}}^{C / C'} \\
 \left(\begin{array}{ccc} C_{11} - \text{offset}_{11} & C_{12} - \text{offset}_{12} & \dots & C_{N1} - \text{offset}_{N1} \\ \vdots & & \ddots & \\ C_{1N} - \text{offset}_{1N} & & & \end{array} \right) \cdot \begin{array}{c} \begin{array}{c} \text{402 / 410} \\ \downarrow \\ \left(\begin{array}{c} y_1 \cdot \text{scale}_1 \\ \vdots \\ y_N \cdot \text{scale}_1 \end{array} \right) \end{array} + \left(\begin{array}{c} a \\ \vdots \\ a \end{array} \right)
 \end{array}$$

vi dụ $\text{offset}_{ij} = \text{offset}_{nm}$ for $\forall$ all $i = n$ or for $\forall j = m$

vi dụ $\text{scale}_i = \text{scale}_j$ for $\forall i, j$

Fig. 11

$$\text{scale} \cdot \left(\begin{array}{ccc} C_{11} & C_{12} & \dots & C_{N1} \\ \vdots & & \ddots & \\ C_{1N} & & & \end{array} \right) \cdot \left(\begin{array}{c} y_1 \\ \vdots \\ y_N \end{array} \right) - \left(\begin{array}{c} \text{offset} \cdot y_1 \\ \vdots \\ \text{offset} \cdot y_N \end{array} \right) \cdot \text{scale} + \left(\begin{array}{c} a \\ \vdots \\ a \end{array} \right)$$

Fig. 12

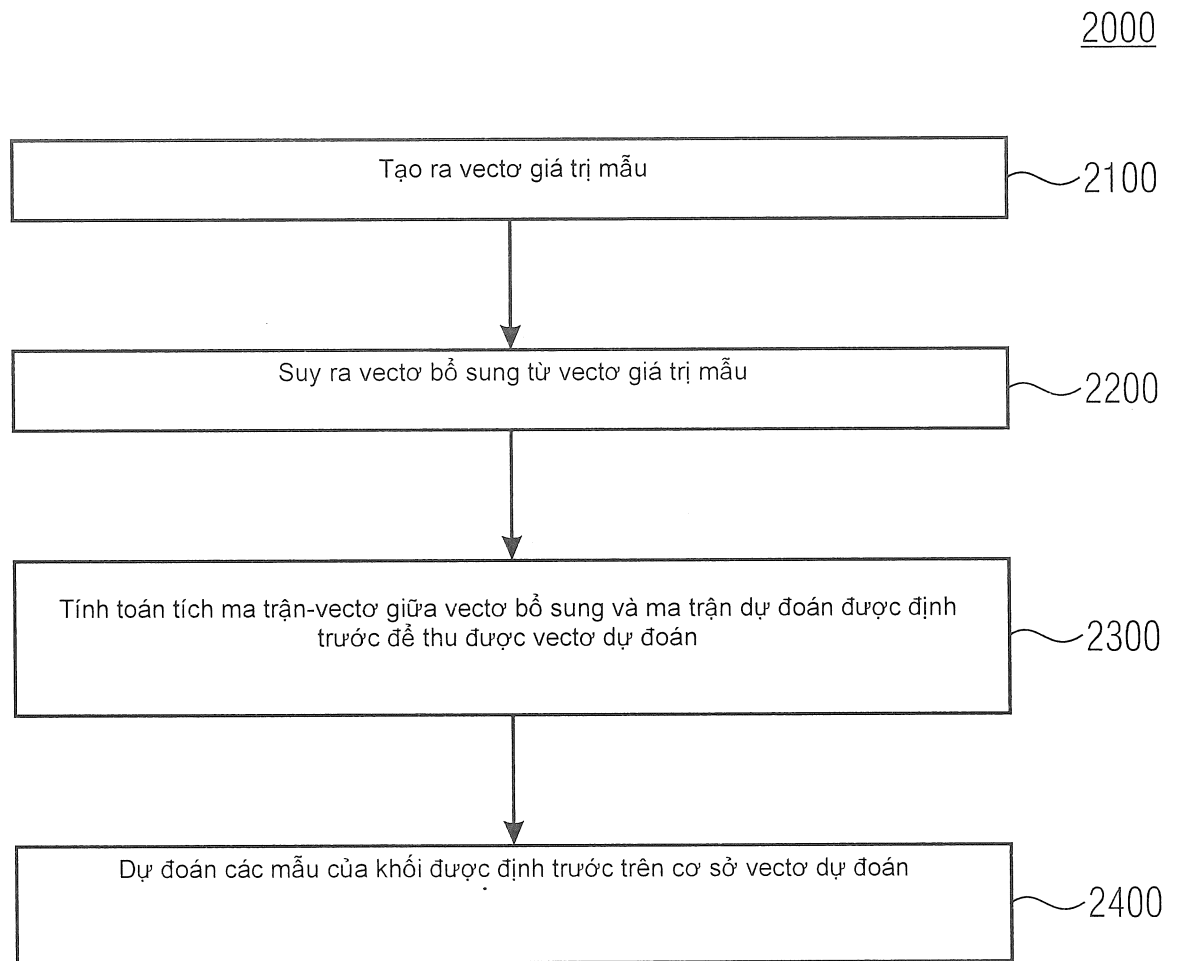


Fig. 13