



(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)



1-0042372

(51)⁷ G06T 5/00; H04N 19/186

(13) B

(21) 1-2017-03079

(22) 25/01/2016

(86) PCT/EP2016/051449 25/01/2016

(87) WO2016/120209 04/08/2016

(30) 15305125.5 30/01/2015 EP; 15306607.1 09/10/2015 EP

(45) 27/01/2025 442

(43) 25/12/2017 357A

(73) InterDigital VC Holdings, Inc (Us) (US)

200 Bellevue Parkway, Suite 300, Wilmington, DE 19809, USA

(72) LASSERRE, Sebastien (FR); ANDRIVON, Pierre (FR); LELEANNEC, Fabrice (FR); TOUZE, David (FR).

(74) Công ty Luật TNHH T&G (TGVN)

(54) PHƯƠNG PHÁP VÀ THIẾT BỊ MÃ HÓA VÀ GIẢI MÃ

(21) 1-2017-03079

(57) Sáng chế này đề cập tới phương pháp và thiết bị để mã hóa hình ảnh màu có các thành phần màu. Phương pháp bao gồm bước thu (11) thành phần độ chói (L) và hai thành phần sắc độ cuối cùng (C1, C2) từ hình ảnh màu cần được mã hóa, thu (12) thành phần độ chói cuối cùng (L'') và hai thành phần sắc độ cuối cùng (C1'', C2''), và mã hóa (13) thành phần độ chói cuối cùng nêu trên (L'') và ít nhất một thành phần sắc độ cuối cùng nêu trên, khác biệt ở chỗ phương pháp còn bao gồm bước:

xác định thông số thứ nhất ($\beta^{-1}(L(i))$) dựa trên trị số của từng điểm ảnh (i) của thành phần độ chói (L);

thu hai thành phần sắc độ cuối cùng (C1'', C2'') bằng cách định tỉ lệ hai thành phần sắc độ (C1, C2) bởi thông số thứ nhất; và thu (122) thành phần độ chói cuối cùng (L'') bằng cách kết hợp tuyến tính thành phần độ chói (L) và hai thành phần sắc độ cuối cùng (C1'', C2'') lại với nhau và là như sau:

$$L'' = L - mC''_1 - nC''_2$$

trong đó, L là thành phần độ chói, L'' là thành phần độ chói cuối cùng, C''1 và C''2 là hai thành phần sắc độ cuối cùng, m và n là các hệ số khác không.

BF

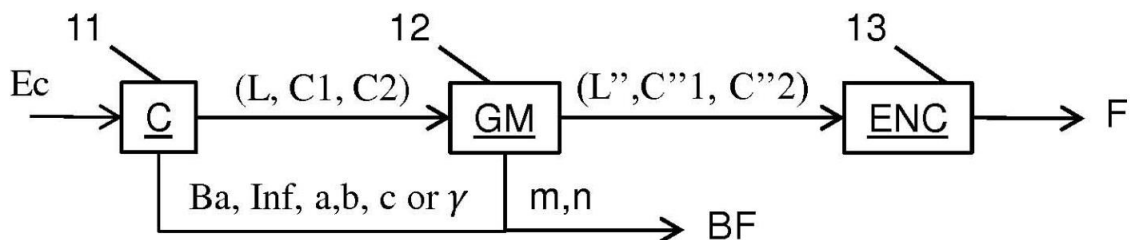


Fig. 2

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập chung đến việc mã hóa và giải mã hình ảnh/video. Cụ thể, nhưng không giới hạn, sáng chế đề cập đến lĩnh vực kỹ thuật mã hóa/giải mã hình ảnh mà các trị số điểm ảnh của nó thuộc dải động cao.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Phần này nhằm giới thiệu với người đọc các khía cạnh khác nhau của kỹ thuật, mà có thể liên quan đến các khía cạnh khác nhau của sáng chế như được mô tả và/hoặc được yêu cầu bảo hộ dưới đây. Việc đề cập này được tin là hữu ích để cung cấp thông tin về tình trạng kỹ thuật cho người đọc để giúp hiểu rõ hơn về các khía cạnh khác nhau của sáng chế. Do đó, cần hiểu là các tuyên bố này được đọc với ý nghĩa như vậy, và không phải là sự thừa nhận tình trạng kỹ thuật.

Trong phần dưới đây, hình ảnh màu chứa một vài mảng các mẫu (các trị số điểm ảnh) trong định dạng hình ảnh/video cụ thể chỉ rõ tất cả thông tin liên quan tới các trị số điểm ảnh của hình ảnh (hoặc video) và tất cả thông tin có thể được sử dụng bởi bộ hiển thị và/hoặc thiết bị bất kỳ khác để trực quan hóa và/hoặc để giải mã hình ảnh (hoặc video) chẳng hạn. Hình ảnh màu bao gồm ít nhất một thành phần, dưới dạng của mảng thứ nhất của các mẫu, thường là thành phần độ chói (luma hoặc luminance), và, ít nhất một thành phần khác, dưới dạng là ít nhất một mảng khác của các mẫu. Hoặc, theo cách tương đương, thông tin giống nhau cũng có thể được biểu diễn bởi tập hợp các mảng của các mẫu màu (thành phần màu), như sự biểu diễn RGB ba màu truyền thống.

Trị số điểm ảnh được biểu diễn bởi vector của các trị số C , trong đó c là số lượng thành phần. Mỗi trị số của vector được biểu diễn với một số lượng bit mà xác định dải động lớn nhất của các trị số điểm ảnh.

Các hình ảnh dải rộng tiêu chuẩn (Standard-Dynamic-Range, SDR) là các hình ảnh màu mà các trị số độ chói của chúng được biểu diễn với độ động hạn chế thường được đo bởi bậc hai hoặc f-stop. Các hình ảnh SDR có độ động quanh 10 fstop, tức là tỉ lệ

1000 giữa các điểm ảnh sáng nhất và các điểm ảnh tối nhất trong miền tuyến tính, và được mã hóa với số lượng bit hạn chế (hầu hết thường là 8 hoặc 10 trong các hệ thống ti vi có độ phân giải cao (High Definition Television, HDTV) và các hệ thống ti vi có độ phân giải siêu cao (Ultra-High Definition Television, UHD TV) trong miền phi tuyến, ví dụ bằng cách sử dụng ITU-R BT.709 OEFT (Optico-Electrical-Transfer-Function) (*Rec. ITU-R BT.709-5, April 2002*) hoặc ITU-R BT.2020 OETF (*Rec. ITU-R BT.2020-1, June 2014*) để làm giảm độ động. Việc biểu diễn phi tuyến được giới hạn này không cho phép kết xuất đúng đối với các biến đổi tín hiệu nhỏ, cụ thể trong các dải độ chói tối và sáng. Trong các hình ảnh dải động cao (High-Dynamic-Range, HDR), độ động của tín hiệu là cao hơn nhiều (lên tới 20 f-stop, là tỉ lệ một phần triệu giữa các điểm ảnh sáng nhất và các điểm ảnh tối nhất) và biểu diễn phi tuyến mới là cần để duy trì độ chính xác cao của tín hiệu qua toàn bộ dải của nó. Trong các hình ảnh HDR, dữ liệu thô thường được biểu diễn dưới định dạng dấu phẩy động (32-bit hoặc 16-bit đối với mỗi thành phần, cụ thể là động hoặc nửa động), định dạng phổ biến nhất là định dạng nửa động openEXR (16-bit cho mỗi thành phần RGB, nghĩa là 48 bit cho mỗi điểm ảnh), hoặc bằng các số nguyên với dạng biểu diễn dài, điển hình ít nhất là 16 bit.

Gam màu (gamut) của màu là tập hợp đầy đủ nhất định của các màu. Cách dùng phổ biến nhất đề cập đến tập hợp các màu mà có thể được biểu diễn chính xác trong tình huống đã cho, như nằm trong không gian màu đã cho hoặc bởi thiết bị đầu ra nhất định.

Gam màu của màu đôi khi được xác định bởi các thành phần cơ bản RGB được tạo ra trong giản đồ sắc độ không gian màu CIE1931 và điểm trắng như được minh họa trên Fig.1.

Phổ biến là xác định các thành phần cơ bản trong phần được gọi là giản đồ sắc độ không gian màu CIE1931. Đây là giản đồ hai chiều (x,y) xác định các màu theo cách độc lập với thành phần độ chói. Màu XYZ bất kỳ sau đó sẽ được chiếu vào giản đồ này nhờ phép biến đổi:

$$\begin{cases} x = \frac{X}{X + Y + Z} \\ y = \frac{Y}{X + Y + Z} \end{cases}$$

Thành phần $z=1-x-y$ cũng được xác định nhưng không mang thông tin thêm nào.

Gam màu được định nghĩa trong giản đồ này bởi hình tam giác mà các đỉnh của nó là bộ các tọa độ (x,y) của ba thành phần cơ bản RGB. Điểm trắng W là điểm (x,y) đã cho khác thuộc về tam giác, thường gần với tâm của tam giác.

Lượng màu được xác định bởi không gian màu và dải động của các trị số được biểu diễn trong không gian màu này.

Ví dụ, gam màu được định nghĩa bởi không gian màu RGB ITU-R bản đề xuất BT.2020 cho UHDTV. Tiêu chuẩn cũ hơn, ITU-R bản đề xuất BT.709, được xác định là gam màu nhỏ hơn cho HDTV. Trong SDR, dải động được định nghĩa một cách chính thức lên tới 100 nit (candela per square meter - candela trên mét vuông) cho lượng màu (color volume) mà trong đó dữ liệu được mã hóa, mặc dù một số công nghệ hiển thị có thể thể hiện các điểm ảnh sáng hơn.

Như được giải thích kỹ hơn trong tài liệu “*A Review of RGB Color Spaces*” bởi Danny Pascale, việc thay đổi của gam màu, tức là phép biến đổi mà ánh xạ ba thành phần cơ bản và điểm trắng từ gam màu này tới gam màu khác, có thể được thực hiện bằng cách sử dụng ma trận 3×3 trong không gian màu RGB tuyến tính. Cũng vậy, việc thay đổi không gian từ XYZ sang RGB được thực hiện bởi ma trận 3×3 . Kết quả là, dù RGB hay XYZ là các không gian màu, thì việc thay đổi gam màu có thể được thực hiện bởi ma trận 3×3 . Ví dụ, việc thay đổi gam màu từ RGB tuyến tính BT.2020 sang XYZ BT.709 có thể được thực hiện bởi ma trận 3×3 .

Các hình ảnh có dải động cao (High Dynamic Range, HDR) là các hình ảnh màu mà các trị số độ chói của chúng được biểu diễn với phân động HDR là cao hơn phân động của hình ảnh SDR.

Phân động HDR chưa được định nghĩa bởi tiêu chuẩn nhưng có thể mong đợi rằng dải động sẽ lên tới vài nghìn nit. Ví dụ, lượng màu HDR được xác định bởi không gian màu RGB BT.2020 và các trị số được biểu diễn trong không gian màu RGB này thuộc về dải động trong khoảng từ 0 đến 4000 nit. Một ví dụ khác về lượng màu HDR được xác định bởi không gian màu RGB BT.2020 và các trị số được biểu diễn trong không gian màu RGB này thuộc về dải động trong khoảng từ 0 đến 1000 nit.

Việc tạo cấp độ màu (color-grading) đối với hình ảnh (hoặc video) là quy trình thay đổi/tăng cường các màu của hình ảnh (hoặc video). Thông thường, việc tạo cấp độ màu đối với hình ảnh liên quan đến sự thay đổi của lượng màu (không gian màu và/hoặc dải động) hoặc sự thay đổi của gam màu liên quan đến hình ảnh này. Theo đó, hai phiên bản được tạo cấp độ màu khác nhau của cùng một hình ảnh là các phiên bản của hình ảnh này mà các trị số của chúng được biểu diễn theo các lượng màu (hoặc gam màu) khác nhau hoặc các phiên bản của hình ảnh mà ít nhất một màu trong các màu của chúng đã được thay đổi/tăng cường theo các cấp độ màu khác nhau. Điều này có thể liên quan đến các tương tác người dùng.

Ví dụ, trong sản xuất điện ảnh, hình ảnh và video được chụp lại bằng cách sử dụng các camera ba màu thành các trị số màu RGB gồm có 3 thành phần Đỏ, Xanh lá cây và Xanh lam (Red, Green và Blue). Các trị số màu RGB phụ thuộc vào các đặc tính ba màu (các thành phần cơ bản màu) của cảm biến. Phiên bản được tạo cấp độ màu thứ nhất của hình ảnh được chụp lại, sau đó được thu để lấy các kết xuất màu mề (bằng cách sử dụng cấp độ màu mề cụ thể). Thông thường, các trị số của phiên bản được tạo cấp độ màu thứ nhất của hình ảnh được chụp lại được biểu diễn theo định dạng YUV được chuẩn hóa như BT.2020 mà xác định các trị số thông số cho các hệ thống truyền hình độ nét siêu cao (Ultra-High Definition Television, UHD TV).

Định dạng YUV thường được thực hiện bằng cách áp dụng hàm phi tuyến, còn được gọi là hàm biến đổi quang-điện (Optical Electronic Transfer Function, OETF) trên các thành phần RGB tuyến tính để thu các thành phần R'G'B' phi tuyến, và sau đó áp dụng phép biến đổi màu (thường là ma trận 3x3) trên các thành phần R'G'B' phi tuyến thu được để thu ba thành phần YUV. Thành phần thứ nhất Y là thành phần độ chói và hai thành phần U,V là các thành phần sắc độ.

Sau đó, người tạo màu, thường cùng với đạo diễn hình ảnh, thực hiện việc điều khiển trên các trị số màu của phiên bản được tạo cấp độ màu thứ nhất của hình ảnh được chụp lại nhờ tinh chỉnh/chỉnh sửa một số trị số màu để chuyển tải mục đích nghệ thuật.

Vấn đề cần được giải quyết là sự phân bố của hình ảnh (hoặc video) HDR được nén trong khi, tại cùng một thời điểm, việc phân bố hình ảnh (hoặc video) SDR được

kết hợp biểu diễn phiên bản được tạo cấp độ màu của hình ảnh (hoặc video) HDR nêu trên.

Giải pháp bình thường là phát đồng thời cả hình ảnh (hoặc video) SDR và HDR trên cơ sở hạ tầng phân phối nhưng sẽ có nhược điểm là cân bằng thông gấp đôi so với việc phân bố cơ sở hạ tầng kế thừa được làm thích ứng để truyền quảng bá hình ảnh (hoặc video) SDR như lược tả HEVC phần chính 10 (*“High Efficiency Video Coding”, SERIES H: AUDIOVISUAL và MULTIMEDIA SYSTEMS, Recommendation ITU-T H.265, Telecommunication Standardization Sector of ITU, April 2013*).

Việc sử dụng cơ sở hạ tầng phân phối kế thừa là yêu cầu để tăng tốc việc hiện ra của việc phân phối các hình ảnh (hoặc video) HDR. Cũng vậy, tốc độ bit sẽ được tối thiểu hóa trong khi vẫn đảm bảo được chất lượng tốt của các phiên bản SDR và HDR của hình ảnh (hoặc video).

Ngoài ra, việc tương thích ngược có thể được đảm bảo, tức là hình ảnh (hoặc video) SDR sẽ là có thể quan sát được cho những người sử dụng được trang bị bộ giải mã và bộ hiển thị kế thừa, tức là, cụ thể là độ sáng tổng thể nhận biết được (tức là, các cảnh tối so với các cảnh sáng) và các màu nhận biết được (ví dụ, việc bảo toàn các màu, v.v.) cần được bảo toàn.

Một giải pháp trực tiếp khác là để làm giảm dải động của hình ảnh HDR (hoặc video) bởi hàm phi tuyến thích hợp, diễn hình thành một số bit hạn chế (chẳng hạn 10 bit), và được nén một cách trực tiếp bởi lược tả HEVC phần chính 10. Hàm phi tuyến (đường cong) này hiện đã tồn tại như phần được gọi là PQ EOTF được đề xuất bởi Dolby tại SMPTE (*SMPTE standard: High Dynamic Range Electro-Optical Transfer Function of Mastering Reference Displays, SMPTE ST 2084:2014*).

Nhược điểm của giải pháp này là thiếu tính tương thích ngược, tức là phiên bản thu gọn thu được của hình ảnh (video) không có chất lượng trực quan đủ để có thể được xem xét là có thể nhìn được như là hình ảnh (hoặc video) SDR, và hiệu quả nén ở mức độ nào đó được coi là kém.

Sáng chế đã được tạo ra với lưu ý về các vấn đề nêu trên.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Phần sau đây thể hiện bản chất kỹ thuật của sáng chế được đơn giản hóa để cung cấp sự hiểu biết cơ bản về một số khía cạnh của sáng chế. Phần bản chất này không phải là tổng quan bao quát sáng chế. Phần này không nhằm nhận dạng các phần tử chính hoặc có tính quyết định của sáng chế. Phần bản chất sau đây chỉ thể hiện một số khía cạnh của sáng chế dưới dạng được đơn giản hóa như mở đầu cho phần mô tả chi tiết sáng chế dưới đây.

Phần bộc lộ này được đưa ra để khắc phục ít nhất một trong các nhược điểm của tình trạng kỹ thuật với phương pháp và thiết bị được yêu cầu bảo hộ.

Có thể thấy rằng các màu thu được bằng cách kết hợp thành phần độ chói và hai thành phần sắc độ lại với nhau biểu diễn phiên bản SDR của hình ảnh màu HDR không bảo toàn độ màu và độ bão hòa nhận biết được của các màu của hình ảnh màu HDR.

Việc ánh xạ gam màu của các màu của hình ảnh SDR này lên trên gam màu của các màu của hình ảnh màu HDR cần được mã hóa, hiệu chỉnh độ màu và độ bão hòa nhận biết được có liên quan tới hình ảnh HDR nêu trên.

Độ màu và độ bão hòa nhận biết được của màu của hình ảnh HDR do đó sẽ được bảo toàn, làm tăng chất lượng trực quan của hình ảnh SDR được giải mã mà các màu nhận biết được của chúng sẽ khớp hơn so với HDR gốc.

Theo phương án, việc ánh xạ thành phần độ chói và thành phần sắc độ lên trên thành phần độ chói cuối cùng và hai thành phần sắc độ cuối cùng bao gồm bước:

- định tỉ lệ từng thành phần trong hai thành phần sắc độ bởi thông số thứ nhất phụ thuộc vào trị số điều biến thu được từ thành phần độ chói và trị số của từng điểm ảnh của thành phần độ chói; và

- thu thành phần độ chói cuối cùng bằng cách kết hợp tuyến tính thành phần độ chói và hai thành phần sắc độ cuối cùng lại với nhau.

Phương án này cho phép thu hình ảnh màu SDR bằng cách kết hợp các thành phần độ chói và thành phần sắc độ được giải mã lại với nhau. Hình ảnh màu SDR này có thể được hiển thị bởi bộ hiển thị SDR hiện có. Theo nghĩa khác, hình ảnh màu SDR này là

có thể nhìn được bởi người sử dụng cuối cùng từ bộ hiển thị SDR hiện có của họ. Do đó, phương pháp cho phép tương thích ngược với bộ hiển thị SDR hiện có bất kỳ. Ngoài ra, hình ảnh HDR có thể được tạo thành từ các thành phần độ chói và thành phần sắc độ cuối cùng thu được bằng cách ánh xạ các thành phần độ chói và thành phần sắc độ (hình ảnh màu SDR) lên trên các thành phần độ chói và thành phần sắc độ cuối cùng tránh được việc đồng thời phát cả hình ảnh SDR và hình ảnh HDR nhờ đó.

Theo phương án, bước thu hai thành phần sắc độ nêu trên từ ít nhất một thành phần màu trung gian nêu trên bao gồm:

- thu ba thành phần trung gian bằng cách lấy căn bậc hai của từng thành phần màu trung gian; và
- kết hợp tuyến tính ba thành phần trung gian lại với nhau.

Hàm căn bậc hai được sử dụng để tính xấp xỉ hàm biến đổi quang-điện (Optico-Electrical-Transfer-Function, OEFT -) được yêu cầu tại phía mã hóa. Việc tính xấp xỉ này dẫn đến các công thức nghịch đảo rõ ràng và dẫn tới bộ giải mã có độ phức tạp thấp, một phần là do hàm biến đổi điện-quang (EOTF), mà sẽ được áp dụng tại phía bộ giải mã để giải mã hình ảnh đầu vào động hoàn toàn, sau đó sẽ là hàm bình phương.

Cũng vậy, hình ảnh SDR thể hiện phần nào các màu thống nhất do căn bậc hai là sự xấp xỉ tốt của tiêu chuẩn OETF SDR được định nghĩa bởi bản đề xuất “ITU-R Recommendation BT.709/BT.2020”, được sử dụng trong TV HD/UHD, mà chủ yếu là lũy thừa 0,45.

Theo một khía cạnh khác trong các khía cạnh của nó, phần bộc lộ này đề xuất phương pháp giải mã hình ảnh màu từ dòng bit.

Theo khía cạnh khác trong số các khía cạnh của sáng chế, sáng chế đề cập đến các thiết bị bao gồm bộ xử lý được tạo kết cấu để thực hiện các phương pháp trên, sản phẩm chương trình máy tính bao gồm các lệnh mã chương trình để thực thi các bước của các phương pháp trên khi chương trình này được thực thi trên máy tính, phương tiện đọc được bởi bộ xử lý đã lưu trữ trong đó các lệnh để làm cho bộ xử lý thực hiện ít nhất các bước của các phương pháp trên, và phương tiện lưu trữ không chuyển tiếp mang các

lệnh của mã chương trình để thực thi các bước của các phương pháp nêu trên khi chương trình được thực thi trên thiết bị tính toán.

Bản chất riêng của sáng chế cũng như các mục đích, ưu điểm, dấu hiệu và cách sử dụng khác của sáng chế sẽ trở nên rõ ràng nhờ phần mô tả sau của các phương án được xem cùng với các hình vẽ kèm theo.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Trên các hình vẽ, phương án của sáng chế sẽ được minh họa. Trong đó:

Fig.1 thể hiện các ví dụ của các giản đồ sắc độ;

Fig.2 thể hiện theo cách sơ lược giản đồ của các bước của phương pháp mã hóa hình ảnh màu theo phương án của sáng chế;

Fig.3 minh họa nguyên tắc của việc ánh xạ gam màu theo sáng chế;

Fig.4 thể hiện theo cách sơ lược giản đồ của các bước con của bước 12 theo phương án của sáng chế;

Fig.5 thể hiện theo cách sơ lược giản đồ của các bước con của bước 11 theo phương án của sáng chế;

Fig.6 thể hiện theo cách sơ lược giản đồ của các bước con của bước 170 theo phương án của sáng chế;

Fig.7 thể hiện theo cách sơ lược giản đồ của các bước con của bước 170 theo phương án của sáng chế;

Fig.8 thể hiện theo cách sơ lược giản đồ của các bước của phương pháp giải mã hình ảnh màu từ ít nhất một dòng bit theo phương án của sáng chế;

Fig.9 thể hiện theo cách sơ lược giản đồ của các bước con của bước 22 theo phương án của sáng chế

Fig.10 thể hiện theo cách sơ lược giản đồ của các bước con của bước 23 theo phương án của sáng chế;

Fig.11a và Fig.11b thể hiện theo cách sơ lược giản đồ của các bước con của bước 230 theo các phương án khác nhau của sáng chế;

Fig.12 thể hiện một cách sơ lược giản đồ của các bước con của bước 231 theo phương án của sáng chế;

Fig.13 thể hiện ví dụ của kiến trúc của thiết bị theo phương án của sáng chế;

Fig.14 thể hiện hai thiết bị từ xa truyền thông qua mạng truyền thông theo phương án của sáng chế; và

Fig.15 minh họa ví dụ về bộ các thành phần trong giản đồ CEI 1931 của gam màu.

Các phần tử tương tự hoặc giống nhau được tham chiếu bởi các số tham chiếu giống nhau.

Mô tả chi tiết sáng chế

Sáng chế sẽ được mô tả đầy đủ hơn ở dưới đây với tham chiếu đến các hình vẽ kèm theo, trong đó các phương án của sáng chế sẽ được thể hiện. Tuy nhiên, sáng chế có thể được biểu hiện dưới nhiều dạng thay thế và không nên được hiểu là bị giới hạn vào các phương án được bộc lộ ở đây. Do đó, mặc dù sáng chế dễ dàng có các biến đổi khác nhau và các dạng thay thế, nhưng các phương án cụ thể của sáng chế được thể hiện theo cách ví dụ trên các hình vẽ và sẽ được mô tả chi tiết ở đây. Tuy nhiên, cần hiểu là sẽ không nhằm giới hạn sáng chế vào các dạng cụ thể được bộc lộ, mà ngược lại, sáng chế nhằm bao trùm tất cả các dạng biến đổi, tương đương, và thay thế nằm trong ý đồ và phạm vi bảo hộ của sáng chế như được xác định bởi các điểm yêu cầu bảo hộ.

Thuật ngữ được sử dụng trong bản mô tả này chỉ nhằm mục đích mô tả các phương án cụ thể và không được nhằm giới hạn sáng chế. Như được sử dụng trong bản mô tả này, các dạng số ít như “một” cũng nhằm bao gồm các dạng số nhiều, trừ khi ngữ cảnh chỉ rõ theo cách khác. Cũng cần hiểu là các thuật ngữ “bao gồm”, “gồm” và/hoặc “gồm có” khi được sử dụng trong bản mô tả này, chỉ rõ sự có mặt của các dấu hiệu, số nguyên, bước, hoạt động vận hành, phần tử, và/hoặc thành phần đã nêu nhưng không loại trừ sự có mặt hoặc bổ sung của một hoặc nhiều dấu hiệu, số nguyên, bước, hoạt động vận hành, phần tử, thành phần khác, và/hoặc nhóm của chúng. Hơn nữa, khi phần tử được đề cập

đến như là “đáp ứng” hoặc “được kết nối” với một phần tử khác, thì nó có thể đáp ứng hoặc được kết nối trực tiếp với phần tử khác, hoặc các phần tử xen giữa có thể có mặt. Ngược lại, khi một phần tử được gọi “đáp ứng trực tiếp” hoặc “được kết nối trực tiếp” với phần tử khác, thì không có mặt phần tử nào xen giữa. Như được sử dụng trong bản mô tả này, thuật ngữ “và/hoặc” bao gồm sự kết hợp bất kỳ và tất cả các sự kết hợp của một hoặc nhiều trong số các mục được liệt kê kết hợp và có thể được viết tắt là “/”.

Cần hiểu là, mặc dù các thuật ngữ thứ nhất, thứ hai, v.v. có thể được sử dụng trong bản mô tả này để mô tả các phần tử khác nhau, nhưng các phần tử này sẽ không bị giới hạn bởi các thuật ngữ này. Các thuật ngữ này chỉ được dùng để phân biệt một phần tử này với một phần tử khác. Ví dụ, phần tử thứ nhất có thể được gọi là phần tử thứ hai, và, tương tự, phần tử thứ hai có thể được gọi là phần tử thứ nhất mà không lệch khỏi các chỉ dẫn của sáng chế.

Mặc dù một số sơ đồ trong các sơ đồ bao gồm các mũi tên trên các đường truyền thông để thể hiện hướng truyền thông chính, nhưng cần hiểu là hoạt động truyền thông có thể diễn ra theo hướng ngược lại với các mũi tên được miêu tả.

Một số phương án được mô tả liên quan đến các sơ đồ khối và các sơ đồ tiến trình hoạt động trong đó mỗi khối biểu diễn phần tử mạch, môđun, hoặc phần mã mà bao gồm một hoặc nhiều lệnh có thể thực thi được để thực hiện (các) chức năng logic được chỉ rõ. Cũng cần lưu ý là theo các phương án thực hiện khác, (các) chức năng được ghi chú trên các khối có thể xuất ra khác với thứ tự được ghi chú. Ví dụ, hai khối được thể hiện liên tiếp trên thực tế có thể được thực thi về cơ bản là đồng thời hoặc các khối đôi khi có thể được thực thi theo thứ tự ngược lại, phụ thuộc vào chức năng liên quan.

Tham chiếu ở đây đến “một phương án” hoặc “phương án” có nghĩa là dấu hiệu, kết cấu, hoặc đặc tính cụ thể được mô tả liên quan đến phương án có thể được bao gồm trong ít nhất một phương án thực hiện của sáng chế. Sự xuất hiện của cụm từ “theo một phương án” hoặc “theo phương án” ở các vị trí khác nhau trong bản mô tả không nhất thiết đều chỉ cùng một phương án, cũng không là các phương án riêng rẽ hoặc thay thế mà nhất thiết loại trừ lẫn nhau đối với các phương án khác.

Các số tham chiếu xuất hiện trong các điểm yêu cầu bảo hộ là chỉ nhằm minh họa và sẽ không có tác dụng giới hạn đối với phạm vi bảo hộ của các điểm yêu cầu bảo hộ.

Mặc dù không được mô tả rõ ràng, nhưng các phương án này và các biến thể có thể được dùng theo sự kết hợp hoặc kết hợp con bất kỳ.

Theo phương án, thông số (tức là trị số thực) phụ thuộc vào trị số điều biến Ba. Trị số điều biến (hoặc ánh sáng nền) thường được kết hợp với hình ảnh HDR và là biểu diễn độ sáng của hình ảnh HDR. Ở đây, thuật ngữ ánh sáng nền (điều biến) được sử dụng bằng sự tương tự với các bộ TV được tạo thành từ tấm màu, như, ví dụ tấm LCD, và thiết bị chiếu sáng từ phía sau, ví dụ như mảng LED chẳng hạn. Thiết bị từ phía sau, thường tạo ra ánh sáng trắng, được sử dụng để chiếu sáng tấm màu để tạo ra độ sáng sáng hơn cho TV. Kết quả là, độ chói của TV là tích của độ chói của bộ phận chiếu sáng từ phía sau và của độ chói của tấm màu. Bộ phận chiếu sáng từ phía sau này thường được gọi là “điều biến” hoặc “ánh sáng nền” và cường độ của nó đôi khi biểu diễn quang cảnh tổng thể.

Sáng chế được mô tả để mã hóa/giải mã hình ảnh màu nhưng mở rộng sang mã hóa/giải mã chuỗi hình ảnh (video) bởi vì mỗi hình ảnh màu của chuỗi được mã hóa/giải mã liên tục như được mô tả sau đây.

Trong phần dưới đây, hình ảnh màu I được xem xét như là có ba thành phần màu E_c ($c=1, 2$ hoặc 3) mà trong đó các trị số điểm ảnh của hình ảnh màu I được thể hiện.

Sáng chế không được giới hạn ở không gian màu bất kỳ mà trong đó ba thành phần E_c được biểu diễn mà còn mở rộng sang không gian màu bất kỳ như RGB, CIELUV, XYZ, CIELab, v.v.

Fig.2 thể hiện theo cách sơ lược giản đồ của các bước của phương pháp mã hóa hình ảnh màu I theo phương án của sáng chế.

Trong bước 11, môđun C thu được thành phần độ chói L và hai thành phần sắc độ C1 và C2 từ hình ảnh màu I cần được mã hóa. Ví dụ, các thành phần (L, C1, C2) có thể thuộc về không gian màu YUV, thu được sau khi áp dụng OETF trên hình ảnh màu I,

và các thành phần màu Ec có thể thuộc về hoặc là không gian màu RGB tuyến tính hoặc XYZ.

Trong bước 12, môđun GM ánh xạ độ chói L và các thành phần sắc độ C1, C2 lên trên thành phần độ chói cuối cùng L'' và hai thành phần sắc độ cuối cùng C''1, C''2 để gam màu G2 của các màu thu được từ các thành phần độ chói (L'') và sắc độ (C''1, C''2) cuối cùng nêu trên ánh xạ lên trên gam màu G1 của các màu của hình ảnh màu I cần được mã hóa.

Fig.3 minh họa việc ánh xạ gam màu này. Trong các đường đứt là biểu diễn gam màu (R,G,B,W) của các màu thu được từ thành phần L và hai thành phần sắc độ C1 và C2 và trong đường liền là gam màu (R', G', B', W') của các màu của hình ảnh I cần được mã hóa.

Việc ánh xạ gam màu (R, G, B, W) lên trên gam màu (R', G', B', W') nghĩa là việc ánh xạ lần lượt các thành phần cơ bản R, G, B tới các thành phần cơ bản R', G', B' và việc ánh xạ của điểm trắng W tới điểm trắng W'. Mục đích của việc ánh xạ là để biến đổi (L, C1, C2) thành (L'', C''1, C''2) sao cho các màu nhận được thu từ các thành phần L'', C''1, C''2 là phù hợp với các màu của hình ảnh màu I tốt hơn (L, C1, C2) đã thực hiện.

Trong bước 13, bộ mã hóa ENC mã hóa thành phần độ chói L'' cuối cùng và hai thành phần sắc độ cuối cùng C''1, C''2.

Theo phương án, thành phần L'' và các thành phần sắc độ C''1, C''2 được mã hóa được lưu trong bộ nhớ tại chỗ hoặc từ xa và/hoặc cộng vào trong dòng bit F.

Theo phương án của bước 12, được minh họa trên Fig.4, hai thành phần sắc độ cuối cùng C''1, C''2 được thu bằng cách định tỉ lệ (bước 121) mỗi thành phần trong số hai thành phần sắc độ C1, C2 bởi thông số $\beta^{-1}(L(i))$ phụ thuộc vào trị số của từng điểm ảnh i của thành phần độ chói L, và môđun LCC (bước 122) thu được thành phần độ chói cuối cùng L'' bằng cách kết hợp tuyến tính thành phần độ chói L và hai thành phần sắc độ cuối cùng C''1, C''2 cùng với nhau:

$$\begin{cases} L'' = L - mC''_1 - nC''_2 \\ C''_1 = \beta^{-1}(L(i)) * C_1 \\ C''_2 = \beta^{-1}(L(i)) * C_2 \end{cases} \quad (A)$$

trong đó, **m** và **n** là các hệ số (các trị số thực) mà loại bỏ độ bão hòa màu bằng cách hiệu chỉnh các đỉnh độ chói cao nhất.

Theo biến thể, thông số $\beta^{-1}(L(i))$ còn phụ thuộc vào trị số điều biến Ba.

Theo phương án, các hệ số **m** và **n** được lưu trong hoặc là bộ nhớ tại chỗ hoặc là bộ nhớ từ xa và/hoặc được cộng vào dòng bit BF như được minh họa trên Fig.4.

Theo biến thể của môđun LCC (của phương trình A), các trị số của thành phần độ chói cuối cùng L'' là luôn thấp hơn các trị số của thành phần độ chói L :

$$L'' = L - \max(0, mC''_1 + nC''_2)$$

Điều này đảm bảo rằng các trị số của thành phần độ chói cuối cùng L'' không vượt quá các trị số của thành phần độ chói L và do đó đảm bảo rằng không có việc bão hòa màu nào xuất hiện.

Theo phương án, thông số $\beta^{-1}(L(i))$ được thu được từ bảng tra cứu (Look-Up-Table, LUT) cho trị số độ chói $L(i)$ cụ thể, và theo cách tùy chọn còn cho trị số điều biến Ba cụ thể. Do đó, với nhiều giá trị đỉnh độ chói như ví dụ, 1000, 1500 và 4000 nit, thông số $\beta^{-1}(L(i))$ cụ thể được lưu trong LUT cho mỗi trị số điều biến Ba cụ thể.

Theo biến thể, thông số $\beta^{-1}(L(i))$ được thu cho trị số của điểm ảnh của thành phần độ chói L bằng cách nội suy các đỉnh độ chói giữa nhiều đỉnh độ chói mà LUT được lưu cho nó.

Theo biến thể, thông số $\beta^{-1}(L(i))$ cho trị số điều biến Ba cụ thể được thu được cho trị số của điểm ảnh của thành phần độ chói L bằng cách nội suy các đỉnh độ chói giữa nhiều đỉnh độ chói mà LUT được lưu cho nó.

Theo phương án, thông số $\beta^{-1}(L(i))$ và các hệ số **m** và **n** trong phương trình (A) được thu được như sau.

Việc ánh xạ gam màu G2 của các màu được thu được từ độ chói (L'') cuối cùng và các thành phần sắc độ (C''_1, C''_2) lên trên gam màu G1 của các màu của hình ảnh màu I (được thu được từ các thành phần L, C_1 và C_2) được cho bởi:

$$\begin{bmatrix} L'' \\ C''_1 \\ C''_2 \end{bmatrix} = \Phi_{Ba}(Y) \begin{bmatrix} L \\ C_1 \\ C_2 \end{bmatrix} \quad (B)$$

trong đó, $\Phi_{Ba}(Y)$ là hàm ánh xạ phụ thuộc vào độ chói Y tuyến tính của hình ảnh màu I. Thông thường, độ chói tuyến tính Y được thu được như là sự kết hợp tuyến tính của các thành phần E_c của hình ảnh màu I. Thành phần độ chói L là có liên quan một cách rõ ràng tới độ chói tuyến tính Y và trị số ánh sáng nền B_a , sao cho có thể viết là

$$\Phi_{Ba}(Y) = \Phi_{Ba}(f(B_a, Y)) = \Phi_{Ba}(L)$$

và hàm ánh xạ được xem như là hàm của thành phần độ chói L .

Bây giờ, hãy cố định trị số điều biến B_a và mức độ chói tuyến tính Y_0 cụ thể. Giả sử rằng các thành phần màu E_c được biểu diễn trong không gian màu RGB tuyến tính. Ba thành phần cơ bản được kết hợp $R_{Y_0}, G_{Y_0}, B_{Y_0}$ của gam màu G2 được cho bởi

$$R_{Y_0} = \begin{bmatrix} Y_0/A_{11} \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, G_{Y_0} = \begin{bmatrix} 0 \\ Y_0/A_{12} \\ 0 \end{bmatrix}, B_{Y_0} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ Y_0/A_{13} \end{bmatrix} \quad (C)$$

trong đó, A_1 là ma trận một hàng mà xác định độ chói tuyến tính Y từ RGB tuyến tính, tức là

$$Y = A_1 \begin{bmatrix} E_1 \\ E_2 \\ E_3 \end{bmatrix}.$$

Biểu diễn S cho ma trận 3x3 được tạo thành từ các ảnh $\mu(.)$, tương ứng với việc áp dụng mô đun C (bước 11), của ba thành phần cơ bản này:

$$S_{Y_0} = [\mu(R_{Y_0}) \quad \mu(G_{Y_0}) \quad \mu(B_{Y_0})].$$

Mục đích của hàm ánh xạ $\Phi_{Ba}(L)$ là để ánh xạ trở lại S_{Y_0} lên trên ba thành phần cơ bản của gam màu G2. Theo cách khác, ma trận S_{Y_0} nên ở dưới dạng:

$$A \begin{bmatrix} r & 0 & 0 \\ 0 & g & 0 \\ 0 & 0 & b \end{bmatrix}$$

trong đó, r, g, b là các tham số chưa biết và A là ma trận 3×3 mà biến đổi không gian màu R'G'B' phi tuyến thành không gian màu LC1C2. Kết hợp tất cả, sẽ có:

$$\Phi_{Ba}(L)S_{Y_0} = A \begin{bmatrix} r & 0 & 0 \\ 0 & g & 0 \\ 0 & 0 & b \end{bmatrix} = AD$$

Cũng vậy, việc bảo toàn của điểm trắng mà các tọa độ của nó là $[1 \ 0 \ 0]$ trong không gian màu của LC1C2, sẽ dẫn tới điều kiện khác:

$$\begin{bmatrix} \eta \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} = \Phi_{Ba}(L) \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} = ADS_{Y_0}^{-1} \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

trong đó, η là tham số chưa biết khác. Kết quả là, ma trận D được xác định duy nhất bởi:

$$diag(D) = \eta A^{-1} \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} / S_{Y_0}^{-1} \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \quad (D)$$

trong đó, phép chia được hiểu như là phép chia hệ số của cột thứ nhất là A^{-1} cho cột thứ nhất là $S_{Y_0}^{-1}$. Kết quả là, ma trận ánh xạ được xác định lên tới thông số định tỷ lệ η .

Việc nghịch đảo của hàm ánh xạ $\Phi_{Ba}(L)$, được yêu cầu tại phía giải mã, là không được thu một cách dễ dàng do nó yêu cầu giải vấn đề phi tuyến ẩn trong L , do có thể dễ dàng thu ma trận nghịch đảo $\Phi_{Ba}^{-1}(L)$ như là hàm của thành phần độ chói L , nhưng không phải là phần đối của nó $\Phi_{Ba}^{-1}(L'')$ như là hàm của thành phần độ chói cuối cùng L'' . Thể hiện rằng công thức $\Phi_{Ba}(L)$ có thể còn được làm đơn giản hơn nữa để thu được $\Phi_{Ba}^{-1}(L'')$ đảo ngược đơn giản.

Thực sự là, hàm ánh xạ có thể được biểu diễn bởi:

$$\Phi_{Ba}(L) = \begin{bmatrix} \eta & -m\beta^{-1}(Ba, L(i)) & -n\beta^{-1}(Ba, L(i)) \\ 0 & \beta^{-1}(Ba, L(i)) & 0 \\ 0 & 0 & \beta^{-1}(Ba, L(i)) \end{bmatrix} \quad (E)$$

trong đó, $\mathbf{m}$ và $\mathbf{n}$ là các hệ số (các trị số thực) phụ thuộc vào mức độ chói Y_0 .
 $\Phi_{Ba}^{-1}(L)$ nghịch đảo của hàm ánh xạ $\Phi_{Ba}(L)$ được cho bởi:

$$\Phi_{Ba}^{-1}(L) = SD^{-1}A^{-1} \quad (F)$$

với cột thứ nhất của nó được cho bởi

$$\Phi_{Ba}^{-1}(L)_{col1} = \eta^{-1} \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

Theo một số thao tác đại số, có thể thể hiện rằng phương trình (F) trở thành

$$\Phi_{Ba}^{-1}(L) = \eta^{-1} \begin{bmatrix} 1 & m & n \\ 0 & \beta & 0 \\ 0 & 0 & \beta \end{bmatrix},$$

đến tới hàm ánh xạ

$$\Phi_{Ba}(L) = \Phi_0 \begin{bmatrix} \eta & 0 & 0 \\ 0 & \eta\beta^{-1} & 0 \\ 0 & 0 & \eta\beta^{-1} \end{bmatrix} \quad (G)$$

trong đó, $\mathbf{m}$ và $\mathbf{n}$ là các trị số thực (các hệ số) mà không phụ thuộc vào trị số điều biến Ba và thành phần độ chói L, $\beta = \beta(Ba, L(i))$ và đã xác định được ma trận cố định

$$\Phi_0 = \begin{bmatrix} 1 & m & n \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Các phương trình (B) và (G) thể hiện rằng hàm ánh xạ có hai tác dụng: thứ nhất, phần động của thành phần độ chói L được định tỉ lệ bởi thông số định tỉ lệ η và, thứ hai là, các thành phần sắc độ C1 và C2 cũng được định tỉ lệ bởi thông số định tỉ lệ $\eta\beta^{-1}$.

Để bảo toàn việc ánh xạ độ chói toàn cục giữa L và L'', tham số η được đặt là một. Phương trình (G) trở thành:

$$\Phi_{Ba}(L) = \Phi_0 \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \beta^{-1}(Ba, L(i)) & 0 \\ 0 & 0 & \beta^{-1}(Ba, L(i)) \end{bmatrix} \quad (H)$$

trong đó, β phụ thuộc vào trị số điều biến Ba và thành phần độ chói. Công thức này được nghịch đảo để thu được hàm ánh xạ nghịch đảo

$$\Phi_{Ba}^{-1}(L'') = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \beta(Ba, L(i)) & 0 \\ 0 & 0 & \beta(Ba, L(i)) \end{bmatrix} \Phi_0^{-1} \quad (I)$$

Ở đây, thành phần độ chói L được thu được trở lại từ L'' , $C''1$, $C''2$ bằng cách áp dụng ma trận Φ_0^{-1} và sau đó, do L là đã biết, nên có thể tìm thấy thông số $\beta(Ba, L(i))$ để áp dụng cho các thành phần sắc độ cuối cùng $C''1$, $C''2$ để thu các thành phần sắc độ $C1$, $C2$ trở lại.

Hàm ánh xạ $\Phi_{Ba}(L)$ sau đó được tạo ra bởi phương trình (H) trong đó, ma trận hằng số Φ_0 được sử dụng cho tất cả độ chói lên tới đỉnh độ chói P của ảnh màu I , và β được xác định trên toàn dải của độ chói lên tới đỉnh độ chói P .

Bao gồm phương trình (H) trong phương trình (B) dẫn tới phương trình (A).

Theo phương án khác, thông số $\beta^{-1}(Ba, L(i), m, n)$ được xem xét như là phụ thuộc vào các hệ số m và n được cho như đã được giải thích trong phương án ở trên.

Thông số β^{-1} do đó sẽ là trị số chưa biết đơn trong bước 12.

Thông số β^{-1} được thu sao cho việc méo gam màu được tính toán giữa các gam màu $G1$ và $G2$ sẽ được tối thiểu hóa. Theo cách khác, thông số β^{-1} là thông số tối ưu dưới điều kiện bảo toàn gam màu.

Theo nghĩa toán học, thông số β^{-1} sẽ được thu bằng:

$$\beta^{-1}(Ba_0, L_0, m, n) = \operatorname{argmin}_{\beta_{\text{test}}^{-1}} GD(\beta_{\text{test}}^{-1}),$$

trong đó, Y_0 là trị số độ chói đã cho mà từ đó suy ra được trị số độ chói L_0 , Ba_0 là trị số điều biến đã cho và việc méo gam màu $GD(\beta_{\text{test}}^{-1})$ được cho bởi:

$$GD(\beta_{\text{test}}^{-1}) = \sum_j (x_j - x'_j)^2 + (y_j - y'_j)^2$$

trong đó, nhiễu loạn gam màu được xác định bởi tổng của các sai số bình phương giữa thành phần (x_j, y_j) của gam màu $G1$ và thành phần được kết hợp (x'_j, y'_j) của gam màu $G2$.

Hãy cố định trị số độ chói Y_0 . Thu các trị số XYZ tương ứng của từng thành phần của bộ bởi

$$X_j = Y_0 x_j / y_j, Y_j = Y_0 \text{ và } Z_j = Y_0 (1 - x_j - y_j) / y_j.$$

và sau đó các trị số màu tương ứng Ec_j ($c=1,2$, hoặc 3). Hãy cố định và đặt trị số điều biến Ba_0 và thông số kiểm tra β_{test}^{-1} được sử dụng cho $\beta^{-1}(Ba_0, L_0, m, n)$ tại bước 121.

Khi thu các trị số cuối cùng L''_j , C''_{1j} và C''_{2j} bằng cách áp dụng chuỗi lặp mã, được tạo thành từ các bước 11 và 12 cho các thành phần màu. Từ các trị số cuối cùng này, có thể suy ra bộ gam màu được kết hợp của thành phần được kết hợp (x'_j, y'_j) trong giản đồ CEI 1931.

Fig.15 minh họa ví dụ của bộ các thành phần (x_j, y_j) trong giản đồ CEI 1931 của gam màu. Chú ý rằng các tọa độ XYZ của từng thành phần (x_j, y_j) được cho bởi

$$X_j = Y_0 x_j / y_j, Y_j = Y_0 \text{ và } Z_j = Y_0 (1 - x_j - y_j) / y_j.$$

Bằng cách làm cho trị số điều biến Ba_0 và thành phần độ chói L_0 thay đổi, và tối thiểu hóa việc méo gam màu $GD(.)$ được kết hợp, có thể thu tất cả các thông số $\beta^{-1}(Ba_0, L_0, m, n)$ phụ thuộc vào trị số điều biến Ba_0 , thành phần độ chói L_0 và cho các hệ số m và n được cố định.

Theo phương án của bước 11, được minh họa trên Fig.5, trong bước 110, môđun IC thu thành phần Y biểu diễn độ chói của hình ảnh màu I bằng cách kết hợp tuyến tính ba thành phần Ec lại với nhau:

$$Y = A_1 \begin{bmatrix} E_1 \\ E_2 \\ E_3 \end{bmatrix}$$

trong đó, A_1 là hàng thứ nhất của ma trận 3×3 A mà xác định các biến đổi không gian màu từ không gian màu (E_1, E_2, E_3) tới không gian màu (Y, C_1, C_2) .

Trong bước 130, môđun FM thu thành phần độ chói L bằng cách áp dụng hàm phi tuyến f trên thành phần Y :

$$L = f(Ba, Y) \quad (1)$$

trong đó, Ba là trị số điều biến thu được từ thành phần Y bởi môđun BaM (bước 120).

Áp dụng hàm phi tuyến f trên thành phần Y làm giảm dải động của nó. Theo nghĩa khác, phần động của thành phần độ chói L được giảm so sánh với phần động của thành phần Y.

Cơ bản là, dải động của thành phần Y được giảm để cho các trị số độ chói của thành phần L được biểu diễn bằng cách sử dụng 10 bit.

Theo phương án, thành phần Y được chia bởi trị số điều biến Ba trước khi áp dụng hàm phi tuyến f:

$$L = f(Y/Ba) \quad (2)$$

Theo phương án, hàm phi tuyến f là hàm gama:

$$L = B \cdot Y_1^\gamma$$

trong đó, Y_1 bằng Y hoặc Y/Ba theo các phương án của eq. (1) hoặc (2), B là trị số hằng số, γ là tham số (trị số thực hoàn toàn bên dưới 1).

Theo phương án, hàm phi tuyến f là hàm S-Log:

$$L = a \cdot \ln(Y_1 + b) + c$$

trong đó, a, b và c là các tham số (các trị số thực) của đường cong SLog được xác định sao cho f(0) và f(1) là bất biến, và vi phân của đường cong SLog là liên tục trong 1 khi được kéo dài bởi đường cong gama bên dưới 1. Do đó, a, b và c là các hàm của tham số γ .

Các trị số thông thường được thể hiện trên Bảng 1.

γ	a	B	c
1/2,0	0,6275	0,2550	0,8575
1/2,4	0,4742	0,1382	0,9386

1/2,8	0,3861	0,0811	0,9699
-------	--------	--------	--------

Bảng 1

Theo phương án có lợi, trị số γ gần với 1/2,5 là hiệu quả về mặt hiệu quả hoạt động nén HDR cũng như khả năng có thể nhìn được, tốt của độ sáng SDR thu được. Do đó, 3 tham số theo cách có lợi có thể lấy các trị số sau: $a = 0,44955114$, $b = 0,12123691$, $c = 0,94855684$.

Theo phương án, hàm phi tuyến f hoặc là hiệu chỉnh gamma hoặc là hiệu chỉnh SLog theo các trị số điểm ảnh của thành phần Y .

Việc áp dụng hiệu chỉnh gamma trên thành phần Y , kéo các vùng tối lên nhưng không làm giảm các ánh sáng đủ cao để loại bỏ việc cháy của các điểm ảnh sáng.

Sau đó, theo phương án, mô đun FM áp dụng hoặc là hiệu chỉnh gamma hoặc hiệu chỉnh SLog theo các trị số điểm ảnh của thành phần Y . Dữ liệu thông tin Inf có thể chỉ thị là hiệu chỉnh gamma hay hiệu chỉnh SLog được áp dụng.

Ví dụ, khi trị số điểm ảnh của thành phần Y là bên dưới ngưỡng (bằng với 1), thì hiệu chỉnh gamma được áp dụng và trái lại thì hiệu chỉnh SLog được áp dụng.

Theo phương án của bước 120, trị số điều biến Ba là trị số trung bình, trung vị, tối thiểu hoặc tối đa của các trị số điểm ảnh của thành phần Y . Các phép toán này có thể được thực hiện trong miền độ chói HDR tuyến tính Y_{lin} hoặc trong miền phi tuyến như $\ln(Y)$ hoặc Y^γ với $\gamma < 1$.

Theo phương án, khi phương pháp được sử dụng để mã hóa nhiều hình ảnh màu thuộc về chuỗi các hình ảnh, thì trị số điều biến Ba được xác định cho từng hình ảnh màu, nhóm các hình ảnh (Group of Pictures, GOP) hoặc cho phần của hình ảnh màu như, nhưng không giới hạn ở, lát hoặc đơn vị chuyển (Transfer Unit) như được định nghĩa trong HEVC.

Theo phương án, trị số Ba và/hoặc các tham số của hàm phi tuyến f (như a , b , c hoặc γ) và/hoặc dữ liệu thông tin Inf được lưu trong bộ nhớ tại chỗ hoặc từ xa và/hoặc được cộng vào trong dòng bit BF như được minh họa trên các hình vẽ Fig. 2 và Fig.5.

Trong bước 140, môđun CC thu được ít nhất một thành phần màu E_c ($c=1, 2, 3$) từ hình ảnh màu I. Thành phần màu E_c có thể được thu một cách trực tiếp từ bộ nhớ tại chỗ hoặc từ xa hoặc bằng cách áp dụng việc biến đổi màu trên hình ảnh màu I.

Trong bước 150, thành phần màu trung gian E'_c ($c=1, 2$ hoặc 3) được thu bằng cách định tỉ lệ từng thành phần màu E_c bởi thông số $r(L)$ phụ thuộc vào thành phần độ chói L:

$$\begin{cases} E'_1(i) = E_1(i) * r(L(i)) \\ E'_2(i) = E_2(i) * r(L(i)) \\ E'_3(i) = E_3(i) * r(L(i)) \end{cases}$$

trong đó, $r(L(i))$ là thông số (trị số thực), được xác định bởi môđun RM (bước 160), phụ thuộc vào trị số của điểm ảnh i của thành phần L, $E'_c(i)$ là trị số của điểm ảnh i của thành phần màu trung gian E'_c , và $E_c(i)$ là trị số của điểm ảnh i của thành phần màu E_c .

Việc định tỉ lệ bởi thông số nghĩa là nhân với thông số nêu trên hoặc chia với phần nghịch đảo của thông số nêu trên.

Việc định tỉ lệ từng thành phần màu E_c bởi thông số $r(L)$ mà phụ thuộc vào thành phần độ chói L bảo toàn độ màu của các màu của hình ảnh màu I.

Theo phương án của bước 160, thông số $r(L)$ là tỉ lệ của thành phần độ chói L trên thành phần Y:

$$r(L(i)) = \frac{L(i)}{Y(i)}$$

với $Y(i)$ là trị số của điểm ảnh i của thành phần Y. Thực tế là, trị số $Y(i)$ của điểm ảnh của thành phần Y phụ thuộc rõ ràng vào trị số $L(i)$ của điểm ảnh của thành phần độ chói L, sao cho tỉ lệ có thể được viết như là hàm của chỉ $L(i)$.

Phương án này là có lợi do việc định tỉ lệ từng thành phần màu E_c bởi thông số $r(L)$ mà còn phụ thuộc vào thành phần Y bảo toàn độ màu của các màu của hình ảnh màu I và do đó cải thiện chất lượng trực quan của hình ảnh màu được giải mã.

Chính xác hơn, trong lý thuyết định màu và màu, độ nhiều màu, sắc độ, và độ bão hòa đề cập đến cường độ biết được của màu cụ thể. Độ nhiều màu là mức độ khác biệt giữa màu và màu xám. Sắc độ là độ nhiều màu liên quan tới độ sáng của màu khác xuất hiện như màu trắng dưới các điều kiện nhìn giống nhau. Độ bão hòa là độ nhiều màu của màu so với độ sáng của riêng nó.

Kích thích có độ nhiều màu cao là chói và mạnh, trong khi sự kích thích độ nhiều màu thấp xuất hiện trầm hơn, gần với màu xám. Nếu không có độ nhiều màu, màu là xám “trung tính” (hình ảnh không có độ nhiều màu trong màu bất kỳ trong số các màu của nó được gọi là thang độ xám). Màu bất kỳ có thể được mô tả từ độ nhiều màu của nó (hoặc sắc độ hoặc độ bão hòa), mức độ sáng (hoặc độ sáng), và độ màu.

Định nghĩa của độ màu và độ bão hòa của màu phụ thuộc vào không gian màu được sử dụng để biểu diễn màu đó.

Ví dụ, khi không gian màu CIELUV được sử dụng, thì độ bão hòa s_{uv} được xác định như là tỉ lệ giữa sắc độ C_{uv}^* với độ chói L^* .

$$s_{uv} = \frac{C_{uv}^*}{L^*} = \frac{\sqrt{u^{*2} + v^{*2}}}{L^*}$$

Độ màu sau đó sẽ được cho bởi

$$h_{uv} = \arctan \frac{v^*}{u^*}$$

Theo ví dụ khác, khi không gian màu CIELAB được sử dụng, thì độ bão hòa được định nghĩa như là tỉ lệ của sắc độ so với độ chói:

$$s_{ab} = \frac{C_{ab}^*}{L^*} = \frac{\sqrt{a^{*2} + b^{*2}}}{L^*}$$

Độ màu sau đó sẽ được cho bởi

$$h_{ab} = \arctan \frac{b^*}{a^*}$$

Các phương trình này là bộ dự đoán hợp lý của độ bão hòa và độ màu mà là phù hợp với nhận thức của con người về độ bão hòa, và minh họa rằng việc điều chỉnh độ

sáng trong không gian màu CIELAB (hoặc CIELUV) trong khi giữ góc a^*/b^* (hoặc u^*/v^*) được cố định tác động đến độ màu và do đó đến nhận thức về cùng một màu. Trong bước 150, việc định tỉ lệ các thành phần màu Ec bởi cùng một thông số bảo toàn góc này, và do đó là độ màu.

Hiện sẽ xem xét rằng hình ảnh màu I được thể hiện không gian màu CIELUV và hình ảnh I2 mà được tạo thành bằng cách kết hợp thành phần độ chói L, mà dải động được làm giảm so sánh với dải động của độ chói của hình ảnh màu I (bước 130), và hai thành phần sắc độ U (=C1) và V (=C2) của không gian màu CIELUV lại với nhau. Các màu của hình ảnh I2 do đó sẽ được nhận biết một cách khác nhau bởi người nhìn là bởi vì độ bão hòa và độ màu của các màu đã thay đổi. Phương pháp (bước 150) xác định các thành phần sắc độ C1 và C2 của hình ảnh I2 sao cho độ màu của các màu của hình ảnh I2 phù hợp tốt nhất với độ màu của các màu của hình ảnh màu I.

Theo phương án của bước 160, thông số $r(L)$ được cho bởi:

$$r(L(i)) = \frac{\max\{5, L(i)\}}{2048\max\{0.01, Y(i)\}}$$

Phương án cuối cùng này là có lợi bởi vì nó ngăn thông số khỏi về không (0) cho các điểm ảnh rất tối, tức là cho phép tỉ lệ có thể nghịch đảo ngược được bất kể trị số điểm ảnh.

Trong bước 170, hai thành phần sắc độ C1, C2 được thu được từ ít nhất một thành phần trong các thành phần màu trung gian E'c nêu trên.

Theo phương án của bước 170, được minh họa trên Fig.6, ít nhất một thành phần trung gian Dc (c=1, 2 hoặc 3) được thu được bằng cách áp dụng (bước 171) OETF trên từng thành phần màu trung gian (E'c):

$$\begin{cases} D_1 = \text{OETF} (E'_1) \\ D_2 = \text{OETF} (E'_2) \\ D_3 = \text{OETF} (E'_3) \end{cases}$$

Ví dụ, OETF được xác định bởi đề xuất ITU-R BT.709 hoặc BT.2020 và được tuyên bố như sau

$$D_c = \text{OETF} (E'_c) = \begin{cases} 4,5E'_c & E'_c < 0,018 \\ 1,099E'^{0,45}_c - 0,099 & E'_c \geq 0,018 \end{cases}$$

Phương án này cho phép làm giảm dải động theo OETF cụ thể nhưng dẫn tới việc xử lý giải mã phức tạp như sẽ được mô tả chi tiết sau.

Theo biến thể của phương án này, như được minh họa trên Fig.7, OETF được xấp xỉ bởi căn bậc hai, tức là ít nhất một thành phần trung gian D_c ($c=1, 2$ hoặc 3) được thu bằng cách lấy căn bậc hai (bước 171) của từng thành phần màu trung gian (E'_c):

$$\begin{cases} D_1 = \sqrt{E'_1} \\ D_2 = \sqrt{E'_2} \\ D_3 = \sqrt{E'_3} \end{cases}$$

Phương án này là có lợi do nó cung cấp sự xấp xỉ tốt của OETF được định nghĩa bởi đề xuất ITU-R BT.709 hoặc BT.2020 và dẫn tới bộ giải mã có độ phức tạp thấp.

Theo biến thể khác của phương án này, OETF được xấp xỉ bởi căn bậc ba, tức là ít nhất một thành phần trung gian D_c ($c=1, 2$ hoặc 3) được thu bằng cách lấy căn bậc ba (bước 171) của từng thành phần màu trung gian (E'_c):

$$\begin{cases} D_1 = \sqrt[3]{E'_1} \\ D_2 = \sqrt[3]{E'_2} \\ D_3 = \sqrt[3]{E'_3} \end{cases},$$

Phương án này là có lợi do nó cung cấp sự xấp xỉ tốt của OETF được định nghĩa bởi đề xuất ITU-R BT.709 hoặc BT.2020 nhưng nó dẫn tới bộ giải mã phần nào phức tạp hơn bộ giải mã thu được khi OETF được xấp xỉ nhờ căn bậc hai.

Trong bước 172, môđun LC1 thu được hai thành phần sắc độ C_1 và C_2 bằng cách kết hợp tuyến tính ba thành phần trung gian D_c :

$$\begin{bmatrix} C_1 \\ C_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A_2 \\ A_3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} D_1 \\ D_2 \\ D_3 \end{bmatrix}$$

trong đó, A_2 và A_3 là các hàng thứ hai và thứ ba của ma trận 3×3 A .

Fig.8 thể hiện theo cách sơ lược giản đồ của các bước của phương pháp giải mã hình ảnh màu từ ít nhất dòng bit theo phương án theo phương án của sáng chế này.

Trong bước 21, bộ giải mã DEC thu được thành phần độ chói L'' và hai thành phần sắc độ C''_1, C''_2 hoặc là từ bộ nhớ tại chỗ hoặc từ xa hoặc bằng cách giải mã ít nhất một phần dòng bit F.

Trong bước 22, môđun IGM thu được thành phần độ chói cuối cùng L và hai thành phần sắc độ cuối cùng C_1, C_2 từ độ chói L'' nêu trên và các thành phần sắc độ C''_1, C''_2 nêu trên bằng cách áp dụng ánh xạ nghịch đảo trên các màu được thu được từ độ chói L'' và các thành phần sắc độ C''_1, C''_2 nêu trên.

Trong bước 23, môđun INVC thu được ít nhất một thành phần màu E_c của hình ảnh màu cần được giải mã từ thành phần độ chói L cuối cùng nêu trên và hai thành phần sắc độ C_1, C_2 cuối cùng nêu trên. Hình ảnh được giải mã được thu được bằng cách kết hợp ít nhất một thành phần màu E_c nêu trên lại với nhau.

Theo phương án của bước 22, được minh họa trên Fig.9, môđun ILCC thu được (bước 222) thành phần độ chói cuối cùng L bằng cách kết hợp tuyến tính thành phần độ chói L'' và hai thành phần sắc độ C''_1, C''_2 lại với nhau, và hai thành phần sắc độ cuối cùng C_1, C_2 được thu bằng cách định tỉ lệ (bước 221) từng thành phần trong hai thành phần sắc độ C''_1, C''_2 bởi thông số $\beta(L(i))$ mà phụ thuộc vào trị số của từng điểm ảnh i của thành phần độ chói cuối cùng L , và:

$$\begin{cases} L = L'' + mC''_1 + nC''_2 \\ C_1 = \beta(L(i)) * C''_1 \\ C_2 = \beta(L(i)) * C''_2 \end{cases} \quad (J)$$

trong đó, m và n là các hệ số (các trị số thực). Các hệ số m và n có thể là các hệ số được thu được bằng cách thông số hóa ma trận $\Phi_{Ba}(L)$ trong phương trình (G), tức là m và n là các hệ số được thu được trong Φ_0 . Do đó, chúng phụ thuộc vào gam màu của hình ảnh màu I (ví dụ gam màu BT.709 hoặc BT.2020). Các trị số thông thường cho m và n là $m \approx n$ trong khoảng $[0,1, 0,5]$

Theo biến thể, thông số còn phụ thuộc vào trị số điều biến B_a .

Phương trình (J) được xem xét như là việc ánh xạ nghịch đảo áp dụng trên các màu được thu được từ các thành phần độ chói L'' và sắc độ C''_1, C''_2 . Phương trình (J) được thu được trực tiếp từ phương trình (A) mà được xem xét như là việc ánh xạ màu.

Theo biến thể của môđun ILCC, các trị số của thành phần độ chói cuối cùng L là luôn cao hơn các trị số của thành phần độ chói L'' :

$$L = L'' + \max(0, mC''_1 + nC''_2)$$

Phương án này có lợi bởi vì nó đảm bảo rằng thành phần độ chói cuối cùng L không vượt quá trị số cắt tiềm năng thường được sử dụng bởi bộ giải mã để xác định đỉnh độ chói. Khi đỉnh độ chói được yêu cầu bởi bộ giải mã và khi thành phần độ chói cuối cùng L được cho bởi phương trình (J), thì thành phần độ chói cuối cùng L được cắt sinh ra một số hình lạ.

Theo phương án, trị số điều biến Ba và/hoặc các hệ số m và n được thu được từ bộ nhớ từ xa hoặc bộ nhớ cục bộ như bảng tra cứu (LUT), hoặc từ dòng bit BF như được minh họa trên Fig.9.

Theo phương án, thông số $\beta^{-1}(L(i))$ được thu được từ bảng tra cứu (LUT) cho trị số cụ thể $L(i)$ của thành phần độ chói cuối cùng L và, theo cách tùy chọn còn từ trị số điều biến Ba cụ thể. Do đó, với nhiều trị số đỉnh độ chói như ví dụ, 1000, 1500 và 4000 nit, thông số $\beta^{-1}(L(i))$ cụ thể được lưu trong LUT cho từng trị số điều biến Ba cụ thể.

Theo biến thể, thông số $\beta^{-1}(L(i))$ cho trị số điều biến Ba cụ thể được thu được cho trị số của điểm ảnh của thành phần độ chói cuối cùng L bằng cách nội suy các đỉnh độ chói giữa nhiều đỉnh độ chói mà LUT được lưu cho nó.

Theo phương án của bước 23, được minh họa trên Fig.10, trong bước 220, môđun IFM thu được thành phần thứ nhất Y bằng cách áp dụng hàm phi tuyến f^{-1} trên thành phần độ chói cuối cùng L để phần động của thành phần thứ nhất Y được tăng khi so với phần động của thành phần độ chói cuối cùng L :

$$Y = f^{-1}(Ba, L) \quad (A3)$$

Hàm phi tuyến f^{-1} là sự nghịch đảo của hàm phi tuyến f (bước 130).

Do đó, các phương án của hàm f^{-1} được định nghĩa theo các phương án của hàm f .

Theo phương án, các tham số của hàm phi tuyến f^{-1} (như a , b , c hoặc γ) và/hoặc dữ liệu thông tin Inf được thu được từ bộ nhớ tại chỗ hoặc từ xa (ví dụ bảng tra cứu) và/hoặc từ dòng bit BF như được minh họa trên Fig.10.

Theo phương án, thành phần độ chói L được nhân với trị số điều biến Ba sau khi đã áp dụng hàm phi tuyến f^{-1} :

$$Y = Ba * f^{-1}(L) \quad (A4)$$

Theo phương án, hàm phi tuyến f^{-1} là sự nghịch đảo của hàm gamma.

Thành phần Y do đó được cho bởi:

$$Y_1 = \frac{L^{1/\gamma}}{B}$$

trong đó, Y_1 bằng với Y hoặc Y/Ba theo các phương án của eq. (A3) hoặc (A4), B là trị số hằng số, γ là tham số (trị số thực hoàn toàn dưới 1).

Theo phương án, hàm phi tuyến f^{-1} là sự nghịch đảo của hàm S-Log. Thành phần Y_1 sau đó sẽ được cho bởi:

$$Y_1 = \exp\left(\frac{L-c}{a}\right) - b$$

Theo phương án, hàm phi tuyến f là sự nghịch đảo của hoặc là hiệu chỉnh gamma hoặc hiệu chỉnh SLog theo các trị số điểm ảnh của thành phần Y . Điều này được chỉ thị bởi dữ liệu thông tin Inf.

Trong bước 230, môđun ILC thu được ít nhất một thành phần màu E_c từ thành phần thứ nhất Y , hai thành phần sắc độ cuối cùng $C1$, $C2$, và từ thông số $r(L)$ mà phụ thuộc vào thành phần độ chói cuối cùng L . Hình ảnh màu được giải mã sau đó được thu bằng cách kết hợp ít nhất một thành phần màu E_c nêu trên lại với nhau.

Khi OETF chung được áp dụng trên từng thành phần màu trung gian E'_c (bước 171 trên Fig.6), thì các thành phần trung gian D_c là liên quan tới thành phần Y , hai thành phần sắc độ cuối cùng $C1$, $C2$ và thông số $r(L)$:

$$Y = A_1 \begin{bmatrix} E_1 \\ E_2 \\ E_3 \end{bmatrix} = A_1 \begin{bmatrix} E'_1 \\ E'_2 \\ E'_3 \end{bmatrix} / r(L) = A_1 \begin{bmatrix} \text{EOTF}(D_1) \\ \text{EOTF}(D_2) \\ \text{EOTF}(D_3) \end{bmatrix} / r(L) \quad (\text{A5a})$$

và

$$\begin{bmatrix} C_1 \\ C_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A_2 \\ A_3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} D_1 \\ D_2 \\ D_3 \end{bmatrix} \quad (\text{A5b})$$

Trong đó, hàm biến đổi điện-quang (Electro-Optical Trans Function, EOTF-) là sự nghịch đảo của OETF được áp dụng trong bước 171.

Phương trình (A5b) cho

$$\begin{cases} D_2 = \vartheta_2 D_1 + L_2(C_1, C_2) \\ D_3 = \vartheta_3 D_1 + L_3(C_1, C_2) \end{cases} \quad (\text{A6})$$

trong đó, $\text{OETF}(E_c) = D_c$, ϑ_i là các hằng số phụ thuộc vào ma trận A và L_i là các hàm tuyến tính cũng phụ thuộc vào ma trận A. Sau đó, phương trình A5a trở thành:

$$r(L) * Y = A_{11} \text{EOTF}(D_1) + A_{12} \text{EOTF}(D_2) + A_{13} \text{EOTF}(D_3) \quad (\text{A7})$$

và sau đó

$$r(L) * Y = A_{11} \text{EOTF}(D_1) + A_{12} \text{EOTF}(\vartheta_2 D_1 + L_2(C_1, C_2)) + A_{13} \text{EOTF}(\vartheta_3 D_1 + L_3(C_1, C_2)) \quad (\text{A8})$$

Phương trình (A8) là phương trình ẩn chỉ trên D_1 . Phụ thuộc vào biểu thức của EOTF, phương trình (A8) có thể được giải phức tạp hơn hay đơn giản hơn. Khi được giải, D_1 được thu được, D_2, D_3 được trừ từ D_1 bằng phương trình (A6). Sau đó, thành phần màu trung gian E'c được thu bằng cách áp dụng EOTF trên ba thành phần trung gian Dc được thu được, tức là $E'c = \text{EOTF}(Dc)$.

Trong trường hợp chung này, tức là khi OETF chung (không có thuộc tính cụ thể bất kỳ nào) được áp dụng trên từng thành phần màu trung gian E'c, thì không tồn tại lời giải giải tích nào cho phương trình (8). Ví dụ khi OETF là ITU-R BT.709/2020 OETF, và phương trình (A8) có thể được giải theo cách số học bằng cách sử dụng phương pháp

được gọi là phương pháp Newton hoặc phương pháp số học bất kỳ nào khác để tìm nghiệm của hàm thông thường. Tuy nhiên, điều này dẫn đến các bộ giải mã phức tạp cao.

Trong trường hợp chung này, theo phương án thứ nhất của bước 230, được minh họa trên Fig.11a, trong bước 231, môđun ILEC thu được ba thành phần màu trung gian E'c từ thành phần thứ nhất Y, hai thành phần sắc độ cuối cùng C1, C2 và thông số r(L) như được giải thích ở trên. Trong bước 232, ba thành phần màu Ec được thu được bằng cách định tỉ lệ từng thành phần màu trung gian E'c bởi thông số r(L):

$$Ec(i) = E'c(i)/r(L(i))$$

trong đó, $r(L(i))$ là thông số được cho bởi bước 160 mà phụ thuộc vào trị số của điểm ảnh i của thành phần độ chói cuối cùng L, $E'_c(i)$ là trị số của điểm ảnh i của thành phần màu trung gian E'c, và $E_c(i)$ là trị số của điểm ảnh i của thành phần màu Ec.

Thực sự, bước thứ tự này của bước 231 trước bước 232 là sự nghịch đảo của bước thứ tự 150 được theo sau bởi bước 170 của phương pháp mã hóa.

Theo biến thể của phương án thứ nhất này, OEFT là hàm căn bậc hai và EOTF sau đó sẽ là hàm bình phương.

Theo biến thể khác của phương án thứ nhất này, OEFT là hàm căn bậc ba và EOTF sau đó sẽ là hàm lập phương.

Khi OETF được sử dụng trong bước 171, đáp ứng điều kiện giao hoán, tức là

$$OETF(x*y) = OETF(x) * OETF(y),$$

thành phần Y và các thành phần màu Ec được liên quan bởi:

$$Y = A_1 \begin{bmatrix} E_1 \\ E_2 \\ E_3 \end{bmatrix} = A_1 \begin{bmatrix} EOTF(F_1) \\ EOTF(F_2) \\ EOTF(F_3) \end{bmatrix} \quad (A9)$$

trong đó, Fc là các thành phần bằng với OETF(Ec) và

$$\begin{aligned} \begin{bmatrix} C'_1 \\ C'_2 \end{bmatrix} &= \begin{bmatrix} C_1 \\ C_2 \end{bmatrix} / \text{OETF}(r(L)) = \begin{bmatrix} A_2 \\ A_3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} D_1 \\ D_2 \\ D_3 \end{bmatrix} / \text{OETF}(r(L)) \\ &= \begin{bmatrix} A_2 \\ A_3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \text{OETF}(E'_1) \\ \text{OETF}(E'_2) \\ \text{OETF}(E'_3) \end{bmatrix} / \text{OETF}(r(L)), \end{aligned}$$

sao cho điều kiện giao hoán cung cấp

$$\begin{bmatrix} C'_1 \\ C'_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A_2 \\ A_3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \text{OETF}(E'_1/r(L)) \\ \text{OETF}(E'_2/r(L)) \\ \text{OETF}(E'_3/r(L)) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A_2 \\ A_3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \text{OETF}(E_1) \\ \text{OETF}(E_2) \\ \text{OETF}(E_3) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A_2 \\ A_3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} F_1 \\ F_2 \\ F_3 \end{bmatrix} \quad (\text{A10})$$

Phương trình (10) cung cấp

$$\begin{cases} F_2 = \vartheta_2 F_1 + L_2(C'_1, C'_2) \\ F_3 = \vartheta_3 F_1 + L_3(C'_1, C'_2) \end{cases}$$

trong đó, ϑ_i là các hằng số phụ thuộc vào ma trận A và L_i là các hàm tuyến tính cũng phụ thuộc vào ma trận A.

Sau đó, phương trình (A9) trở thành:

$$Y = A_{11}\text{EOTF}(F_1) + A_{12}\text{EOTF}(F_2) + A_{13}\text{EOTF}(F_3) \quad (\text{A11})$$

và sau đó

$$Y = A_{11}\text{EOTF}(F_1) + A_{12}\text{EOTF}(\vartheta_2 F_1 + L_2(C'_1, C'_2)) + A_{13}\text{EOTF}(\vartheta_3 F_1 + L_3(C'_1, C'_2)) \quad (\text{A12})$$

Khi OETF thỏa mãn các điều kiện giao hoán theo phương án thứ hai của bước 230, được minh họa trên Fig.11b, trong bước 232, hai thành phần trung gian C'1 và C'2 được thu được bằng cách định tỉ lệ hai thành phần sắc độ cuối cùng C1 và C2 bởi thông số OEFT(r(L(i))) trong đó, OETF là hàm được sử dụng trong bước 171 trên Fig.6:

$$C'1(i) = \frac{C1(i)}{\text{OETF}(r(L(i)))}$$

$$C'2(i) = \frac{C2(i)}{\text{OETF}(r(L(i)))}$$

Trong đó, $r(L(i))$ là thông số được cho bởi bước 160 mà phụ thuộc vào trị số của điểm ảnh i của thành phần độ chói cuối cùng L , $C'_1(i)$, $C'_2(i)$ là trị số của điểm ảnh i lần lượt của thành phần $C'1$ và $C'2$, $C_1(i)$, $C_2(i)$ là trị số của điểm ảnh i lần lượt của hai thành phần sắc độ cuối cùng $C1$ và $C2$.

Trong bước 231, môđun ILEC thu được ba thành phần màu E_c từ thành phần thứ nhất Y và hai thành phần sắc độ trung gian $C'1$, $C'2$ như được giải thích ở trên.

Theo biến thể của phương án thứ hai này, OEFT là hàm căn bậc hai và EOTF sau đó sẽ là hàm bình phương. Sau đó, trong bước 232 trên Fig.11b, hai thành phần trung gian $C'1$ và $C'2$ được thu bằng cách định tỉ lệ hai thành phần sắc độ cuối cùng $C1$ và $C2$ bởi thông số $\sqrt{r(L(i))}$

$$C'1(i) = \frac{C1(i)}{OETF(r(L(i)))} = \frac{C1(i)}{\sqrt{r(L(i))}}$$

$$C'2(i) = \frac{C2(i)}{OETF(r(L(i)))} = \frac{C2(i)}{\sqrt{r(L(i))}}$$

Phương trình(9) trở thành:

$$Y = A_1 \begin{bmatrix} E_1 \\ E_2 \\ E_3 \end{bmatrix} = A_1 \begin{bmatrix} F_1^2 \\ F_2^2 \\ F_3^2 \end{bmatrix} \quad (A11)$$

và

$$\begin{bmatrix} C'_1 \\ C'_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} C_1 \\ C_2 \end{bmatrix} / \sqrt{r(L)} = \begin{bmatrix} A_2 \\ A_3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} D_1 \\ D_2 \\ D_3 \end{bmatrix} / \sqrt{r(L)} = \begin{bmatrix} A_2 \\ A_3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \sqrt{E'_1} \\ \sqrt{E'_2} \\ \sqrt{E'_3} \end{bmatrix} / \sqrt{r(L)}$$

sao cho việc giao hoán cung cấp

$$\begin{bmatrix} C'_1 \\ C'_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A_2 \\ A_3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \sqrt{E'_1/r(L)} \\ \sqrt{E'_2/r(L)} \\ \sqrt{E'_3/r(L)} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A_2 \\ A_3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \sqrt{E'_1} \\ \sqrt{E'_2} \\ \sqrt{E'_3} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A_2 \\ A_3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} F_1 \\ F_2 \\ F_3 \end{bmatrix} \quad (A12)$$

Phương trình (11) trở thành:

$$Y = A_{11}F_1^2 + A_{12}F_2^2 + A_{13}F_3^2 \quad (\text{A13}) \text{ và}$$

$$Y = A_{11}F_1^2 + A_{12} \left(\vartheta_2 F_1 + L_2(C'_1, C'_2) \right)^2 + A_{13} \left(\vartheta_3 F_1 + L_3(C'_1, C'_2) \right)^2 \quad (\text{A14})$$

Phương trình (A14) là phương trình bậc hai mà có thể được giải theo giải tích. Lời giải giải tích này dẫn đến phương án cụ thể của bước 231 như được minh họa trên Fig.12. Phương án này là có lợi bởi vì nó cho phép biểu thức giải tích của EOTF (sự nghịch đảo của OETF) và do đó là của các thành phần được giải mã của hình ảnh. Ngoài ra, EOTF sau đó sẽ là hàm bình phương mà là việc xử lý có độ phức tạp thấp tại phía giải mã. Trong bước 2310, môđun SM thu được thành phần thứ hai S bằng cách kết hợp hai thành phần sắc độ trung gian C'_1 , C'_2 và thành phần thứ nhất Y lại với nhau:

$$S = \sqrt{Y + k_0 C'^2_1 + k_1 C'^2_2 + k_2 C'_1 C'_2}$$

trong đó, và các trị số tham số k_0, k_1 và k_2 và C'^2_c nghĩa là bình phương của thành phần C'_c ($c=1$ hoặc 2).

Trong bước 2311, môđun LC2 thu được ba thành phần bộ giải F_c bằng cách kết hợp tuyến tính thành phần sắc độ trung gian C'_1 , C'_2 và thành phần thứ hai S lại với nhau:

$$\begin{bmatrix} F_1 \\ F_2 \\ F_3 \end{bmatrix} = C \begin{bmatrix} S \\ C'_1 \\ C'_2 \end{bmatrix}$$

trong đó, C là ma trận 3x3 được xác định như là sự nghịch đảo của ma trận A.

Trong bước 2312, ba thành phần màu E_c được thu được bằng cách lấy bình phương của từng thành phần trong các thành phần màu trung gian (D_c):

$$\begin{bmatrix} E_1 \\ E_2 \\ E_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \text{EOTF}(F_1) \\ \text{EOTF}(F_2) \\ \text{EOTF}(F_3) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} (F_1)^2 \\ (F_2)^2 \\ (F_3)^2 \end{bmatrix}$$

Ma trận A xác định việc biến đổi của hình ảnh I cần được mã hóa từ không gian màu (E1, E2, E3), trong đó các trị số điểm ảnh của hình ảnh cần được mã hóa được biểu diễn, đến không gian màu (Y, C1, C2).

Ma trận này phụ thuộc vào gam màu của hình ảnh màu cần được mã hóa.

Ví dụ, khi hình ảnh cần được mã hóa được biểu diễn trong gam màu BT709 như được xác định bởi ITU-R Rec. 709, thì ma trận A được cho bởi:

$$A = \begin{bmatrix} 0.2126 & 0.7152 & 0.0722 \\ -0.1146 & -0.3854 & 0.5 \\ 0.5 & -0.4541 & 0.0459 \end{bmatrix}$$

và ma trận C được cho bởi:

$$C = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 1.5748 \\ 1 & -0.1874 & -0.4681 \\ 1 & 1.8556 & 0 \end{bmatrix}$$

Theo biến thể của phương án thứ hai này, OEFT là hàm căn bậc ba và EOTF sau đó sẽ là hàm lập phương. Sau đó, trong bước 232 trên Fig.11b, hai thành phần trung gian C'1 và C'2 sau đó có thể được thu được bằng cách định tỉ lệ hai thành phần sắc độ cuối cùng C1 và C2 bởi thông số $\sqrt[3]{r(L(i))}$:

$$C'1(i) = \frac{C1(i)}{\sqrt[3]{r(L(i))}}$$

$$C'2(i) = \frac{C2(i)}{\sqrt[3]{r(L(i))}}$$

EOTF sau đó là hàm lập phương do đó dẫn tới phương trình (14) trên F_1 trở thành phương trình bậc ba phức tạp hơn mà có thể được giải theo cách giải tích bởi phương pháp được gọi là phương pháp Cardano.

Các lời giải giải tích rất phức tạp cũng tồn tại cho phương trình bậc bốn (phương pháp Ferrari), nhưng không còn tồn tại cho bậc cao hơn hoặc bằng năm, như đã được tuyên bố bởi lý thuyết Abel–Ruffini.

Bộ giải mã DEC được định cấu hình để giải mã dữ liệu đã được mã hóa bởi bộ mã hóa ENC.

Bộ mã hóa ENC (và bộ giải mã DEC) không bị hạn chế vào bộ mã hóa (bộ giải mã) cụ thể nào nhưng khi cần đến bộ mã hoá (bộ giải mã) entropy, thì bộ mã hoá entropy, chẳng hạn như bộ lập mã Huffman, bộ lập mã số học hoặc bộ lập mã thích ứng ngữ cảnh như bộ Cabac được sử dụng trong H264/AVC hoặc HEVC, là có lợi.

Các bộ mã hoá ENC (và bộ giải mã DEC) không bị giới hạn ở bộ mã hoá cụ thể nào, mà có thể là, ví dụ, bộ lập mã khung/video kế thừa có tổn hao như JPEG, JPEG2000, MPEG2, H264/AVC hoặc HEVC.

Trên các hình vẽ từ Fig.1 đến Fig.12, các môđun là các bộ phận chức năng, mà có thể hoặc không thể trong mối tương quan với các bộ phận vật lý có thể phân biệt được. Ví dụ, các môđun này hoặc một số trong số chúng có thể được cùng đưa vào thành phần hoặc mạch duy nhất, hoặc góp phần vào các chức năng của phần mềm. *Ngược lại*, một số môđun có thể có tiềm năng bao gồm các thực thể vật lý riêng rẽ. Thiết bị mà tương thích với sáng chế được thực hiện bằng cách sử dụng hoặc là phần cứng thuần túy, ví dụ sử dụng phần cứng chuyên dụng như ASIC hoặc FPGA hoặc VLSI, lần lượt có nghĩa là « Mạch tích hợp ứng dụng cụ thể (Application Specific Integrated Circuit) », « Mảng cổng lập trình được theo trường (Field-Programmable Gate Array) », « Tích hợp mức độ rất lớn (Very Large Scale Integration) », hoặc từ một vài thành phần điện tử tích hợp được cài vào trong thiết bị hoặc từ sự pha trộn của các thành phần phần cứng và phần mềm.

Fig.13 thể hiện kiến trúc làm ví dụ của thiết bị 1300 mà có thể được định cấu hình để thực thi phương pháp được mô tả liên quan tới các hình vẽ từ Fig.1 đến Fig.12.

Thiết bị 1300 bao gồm các phần tử sau đây mà được liên kết với nhau bằng bus dữ liệu và bus địa chỉ 1301:

- bộ vi xử lý 1302 (hoặc CPU), là, ví dụ, bộ xử lý tín hiệu số (hay Digital Signal Processor, DSP);
- bộ nhớ chỉ đọc (hay Read Only Memory, ROM) 1303;
- bộ nhớ truy cập ngẫu nhiên (Random Access Memory, RAM) 1304;
- giao diện I/O 1305 cho việc truyền và/hoặc nhận dữ liệu, từ ứng dụng; và

- pin 1306

Theo biến thể, pin 1306 là ở bên ngoài thiết bị. Mỗi thành phần trong các thành phần trên Fig.13 đều đã được biết tới bởi người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật và sẽ không bộc lộ thêm nữa. Trong mỗi trong số bộ nhớ được nêu, thuật ngữ « thanh ghi » được sử dụng trong bản mô tả này có thể tương ứng với vùng dung lượng nhỏ (một vài bit), hoặc vùng rất lớn (ví dụ, toàn bộ chương trình hoặc lượng lớn dữ liệu được nhận hoặc được giải mã). ROM 1303 bao gồm ít nhất chương trình và các tham số. Thuật toán của các phương pháp theo sáng chế được lưu trữ trong ROM 1303. Khi được bật, CPU 1302 tải lên chương trình trong RAM và thực thi các lệnh tương ứng.

RAM 1304 bao gồm, trong thanh ghi, chương trình được thực thi bởi CPU 1302 và được tải lên sau khi bật thiết bị 1300, dữ liệu đầu vào trong thanh ghi, dữ liệu trung gian trong các trạng thái khác nhau của phương pháp trong thanh ghi, và các biến khác được sử dụng để thực thi phương pháp trong thanh ghi.

Các phương án được mô tả ở đây có thể được thực hiện ở, ví dụ, phương pháp hoặc quy trình, thiết bị, chương trình phần mềm, dòng dữ liệu, hoặc tín hiệu. Ngay cả khi chỉ được thảo luận trong ngữ cảnh dưới một dạng phương án thực hiện đơn (ví dụ, chỉ được thảo luận như là phương pháp hoặc thiết bị), thì phương án thực hiện của các dấu hiệu được đề cập cũng có thể được thực hiện dưới các dạng khác (ví dụ, như là chương trình). Thiết bị có thể được thực hiện trong, ví dụ, phần cứng, phần mềm, và phần sụn thích hợp. Các phương pháp có thể được thực thi trong, ví dụ, thiết bị như, ví dụ, bộ xử lý, mà là đề cập tới các thiết bị xử lý nói chung, bao gồm, ví dụ, máy tính, bộ vi xử lý, mạch tích hợp hoặc thiết bị logic có thể lập trình được. Các bộ xử lý cũng bao gồm các thiết bị truyền thông, như máy tính, điện thoại di động, máy trợ lý cá nhân kỹ thuật số/cầm tay (Portable/Personal Digital Assistant, PDA), và các thiết bị khác tạo thuận lợi cho hoạt động truyền thông thông tin giữa các người dùng cuối.

Theo phương án cụ thể của việc mã hóa hoặc hoặc bộ mã hóa, hình ảnh màu I được thu được từ nguồn. Ví dụ, nguồn thuộc về tập hợp bao gồm:

- bộ nhớ cục bộ (1303 hoặc 1304), ví dụ, bộ nhớ video hoặc RAM (hay bộ nhớ truy cập ngẫu nhiên), bộ nhớ tốc độ nhanh, ROM (hay bộ nhớ chỉ đọc), đĩa cứng;

- giao diện lưu trữ, ví dụ giao diện với bộ lưu trữ lớn, RAM, bộ nhớ tác động nhanh, ROM, đĩa quang hoặc bộ hỗ trợ từ tính;

- giao diện truyền thông (1305), ví dụ, giao diện hữu tuyến (ví dụ, giao diện bus, giao diện mạng diện rộng, giao diện mạng cục bộ) hoặc giao diện không dây (chẳng hạn giao diện IEEE 802.11 hoặc giao diện Bluetooth®); và

- mạch chụp hình ảnh (tức là bộ cảm biến như, ví dụ, là linh kiện tích điện kép (hoặc là Charge-Coupled Device, CCD) hoặc bộ phận bán dẫn oxit kim loại bổ sung (hoặc là Complementary Metal-Oxide-Semiconductor, CMOS)).

Theo các phương án khác nhau của hoạt động giải mã hoặc bộ giải mã, hình ảnh được giải mã được gửi đến điểm đến; cụ thể là, điểm đến này thuộc về tập hợp bao gồm:

- bộ nhớ cục bộ (1303 hoặc 1304), ví dụ, bộ nhớ video hoặc RAM (bộ nhớ truy cập ngẫu nhiên), bộ nhớ tác động nhanh, ROM (bộ nhớ chỉ đọc), đĩa cứng;

- giao diện lưu trữ, ví dụ giao diện với bộ lưu trữ lớn, RAM, bộ nhớ tác động nhanh, ROM, đĩa quang hoặc bộ hỗ trợ từ tính;

- giao diện truyền thông (1305), ví dụ, giao diện hữu tuyến (ví dụ, giao diện bus, giao diện mạng diện rộng, giao diện mạng cục bộ) hoặc giao diện không dây (chẳng hạn giao diện IEEE 802.11 hoặc giao diện Bluetooth®); và

- thiết bị hiển thị.

Theo cách phương án khác của việc mã hóa hoặc bộ mã hóa, dòng bit BF và/hoặc F sẽ được gửi tới đích. Như ví dụ, một trong luồng bit F và BF hoặc cả hai luồng bit F và BF được lưu giữ ở bộ nhớ cục bộ hoặc bộ nhớ từ xa, ví dụ, bộ nhớ video (1304) hoặc RAM (1304), đĩa cứng (1303). Theo biến thể, một trong hai hoặc cả hai luồng bit sẽ được gửi đến giao diện lưu trữ, ví dụ, giao diện có bộ lưu trữ dung lượng lớn, bộ nhớ tác động nhanh, ROM, đĩa quang hoặc đĩa từ hoặc bộ đỡ từ và/hoặc được truyền qua giao diện truyền thông (1305), ví dụ, giao diện đến liên kết điểm đến điểm, bus truyền thông, liên kết điểm đến đa điểm hoặc mạng quảng bá.

Theo cách phương án khác của việc giải mã hoặc bộ giải mã, dòng bit BF và/hoặc F được thu được từ nguồn. Theo cách ví dụ, luồng bit được đọc từ bộ nhớ cục bộ, ví dụ,

bộ nhớ video (1304), RAM (1304), ROM (1303), bộ nhớ tác động nhanh (1303) hoặc đĩa cứng (1303). Theo phương án, luồng bit được nhận từ giao diện lưu trữ, ví dụ, giao diện có bộ lưu trữ dung lượng lớn, RAM, ROM, bộ nhớ tác động nhanh, đĩa quang hoặc đĩa từ và/hoặc được nhận từ giao diện truyền thông (1305), ví dụ, giao diện đến liên kết điểm đến điểm, bus, liên kết điểm đến đa điểm hoặc mạng quảng bá.

Theo các phương án khác, thiết bị 1300 được định cấu hình để thực thi phương pháp mã hóa được mô tả liên quan tới các hình vẽ từ Fig.2 đến Fig.7, thuộc về bộ bao gồm:

- thiết bị di động;
- thiết bị truyền thông;
- thiết bị chơi game;
- máy tính bảng;
- máy tính xách tay;
- camera hình ảnh tĩnh;
- camera quay video;
- chip mã hoá;
- máy chủ hình ảnh tĩnh; và
- máy chủ video (ví dụ, máy chủ phát rộng, máy chủ video theo yêu cầu hoặc máy chủ web).

Theo cách phương án khác, thiết bị 1300 được định cấu hình để thực thi phương pháp giải mã được mô tả liên quan tới các hình vẽ từ Fig.8 đến Fig.12, thuộc về bộ bao gồm:

- thiết bị di động;
- thiết bị truyền thông;
- thiết bị chơi game;
- hộp thu tín hiệu truyền hình;
- máy thu hình (TV);
- máy tính bảng;
- máy tính xách tay;

- thiết bị hiển thị, và
- chip giải mã.

Theo phương án được minh họa trên Fig.14, trong ngữ cảnh truyền thông giữa hai thiết bị từ xa A và B qua mạng truyền thông NET, thiết bị A bao gồm các phương tiện được định cấu hình để thực thi phương pháp mã hóa hình ảnh như được mô tả liên quan tới các hình vẽ từ Fig.2 đến Fig.7 và thiết bị B bao gồm các phương tiện được định cấu hình để thực thi phương pháp giải mã như được mô tả liên quan tới các hình vẽ từ Fig.8 đến Fig.12.

Theo phương án của phần bộc lộ này, mạng là mạng quảng bá, được làm thích ứng để quảng bá các hình ảnh tĩnh hoặc các hình ảnh video từ thiết bị A đến các thiết bị giải mã bao gồm thiết bị B.

Các phương án thực hiện của các quy trình và dấu hiệu khác nhau được mô tả ở đây có thể được biểu hiện trong nhiều loại trang thiết bị hoặc ứng dụng khác nhau. Các ví dụ về trang thiết bị này bao gồm bộ mã hoá, bộ giải mã, bộ xử lý sau xử lý đầu ra từ bộ giải mã, bộ xử lý trước cung cấp đầu vào cho bộ mã hoá, bộ mã hoá video, bộ giải mã video, bộ mã hóa-giải mã (codec) video, máy chủ web, hộp thu tín hiệu truyền hình (set-top box), máy tính xách tay, máy tính cá nhân, điện thoại di động, PDA, và thiết bị bất kỳ khác để xử lý hình ảnh hoặc video hoặc các thiết bị truyền thông khác. Rõ ràng là, trang thiết bị có thể di động và thậm chí được lắp đặt trong phương tiện xe cộ di động.

Ngoài ra, các phương pháp có thể được thực hiện bởi các lệnh được thực hiện bởi bộ xử lý, và các lệnh này (và/hoặc các trị số dữ liệu được tạo ra bởi sự thực hiện) có thể được lưu giữ trên phương tiện lưu trữ đọc được bởi máy tính. Phương tiện lưu trữ đọc được bởi máy tính có thể có dạng sản phẩm chương trình đọc được bởi máy tính được biểu hiện trong một hoặc nhiều phương tiện đọc được bởi máy tính và có mã chương trình đọc được bởi máy tính được biểu hiện trên đó và có thể thực thi được bởi máy tính. Phương tiện lưu trữ đọc được bởi máy tính như được sử dụng ở đây được coi là phương tiện lưu trữ không chuyên tiếp được cho khả năng sẵn có để lưu giữ thông tin trong đó cũng như khả năng sẵn có để cung cấp việc truy hồi thông tin ra từ đó. Phương tiện lưu trữ đọc được bởi máy tính có thể là, ví dụ, nhưng không bị giới hạn ở, hệ thống, dụng

cụ hoặc thiết bị điện tử, từ tính, quang học, điện từ, hồng ngoại, hoặc bán dẫn, hoặc kết hợp thích hợp bất kỳ của các thành phần nêu trên. Cần hiểu rõ là, mặc dù, phần sau đây cung cấp các ví dụ cụ thể về các phương tiện lưu trữ đọc được bởi máy tính mà các nguyên lý của sáng chế có thể được áp dụng, nhưng phần này chỉ để minh họa chứ không liệt kê toàn bộ, như người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực có thể dễ dàng hiểu rõ: đĩa mềm máy tính cầm tay; đĩa cứng; bộ nhớ chỉ đọc (read-only memory, ROM); bộ nhớ chỉ đọc lập trình được xóa được (Erasable Programmable Read-Only Memory, EPROM) hoặc bộ nhớ tác động nhanh; bộ nhớ chỉ đọc dạng đĩa compact (compact disc read-only memory, CD-ROM -) di động; thiết bị lưu trữ quang học; thiết bị lưu trữ từ tính; hoặc kết hợp thích hợp bất kỳ của các phương tiện nêu trên.

Các lệnh có thể tạo thành chương trình ứng dụng được biểu hiện hữu hình trên phương tiện đọc được bởi bộ xử lý.

Các lệnh có thể, ví dụ, nằm trong phần cứng, phần sụn, phần mềm, hoặc tổ hợp của chúng. Các lệnh có thể được tìm thấy trong, ví dụ, hệ điều hành, ứng dụng riêng rẽ, hoặc kết hợp của cả hai. Theo đó, bộ xử lý có thể có được tạo đặc tính, do đó, ví dụ, cả thiết bị được định cấu hình để thực hiện quy trình và thiết bị bao gồm phương tiện đọc được bởi bộ xử lý (như thiết bị lưu trữ) có các lệnh để thực hiện quy trình. Ngoài ra, phương tiện đọc được bởi bộ xử lý có thể lưu trữ, thêm vào hoặc thay cho các lệnh, các trị số dữ liệu được tạo ra bởi phương án thực hiện.

Người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực sẽ thấy rõ là, các phương án thực hiện có thể tạo ra nhiều loại tín hiệu được định dạng để mang thông tin mà có thể, ví dụ, được lưu trữ hoặc được truyền. Thông tin có thể bao gồm, ví dụ, các lệnh để thực hiện phương pháp, hoặc dữ liệu được tạo ra bởi một trong số các phương án thực hiện được mô tả. Ví dụ, tín hiệu có thể được định dạng để mang như dữ liệu các quy tắc để ghi hoặc đọc cú pháp của phương án được mô tả, hoặc để mang như dữ liệu các trị số cú pháp thực được ghi bởi phương án được mô tả. Tín hiệu này có thể được định dạng, ví dụ, như sóng điện từ (ví dụ, sử dụng phần tần số radio của phổ) hoặc như tín hiệu bằng cơ sở. Việc định dạng có thể bao gồm, ví dụ, mã hóa dòng dữ liệu và điều biến vật mang với dòng dữ liệu được mã hóa. Thông tin mà tín hiệu mang có thể là, ví dụ, thông tin tương

tự hoặc kỹ thuật số. Tín hiệu có thể được truyền qua nhiều loại liên kết nối dây hoặc không dây, như đã được biết đến. Tín hiệu có thể được lưu trữ trên phương tiện đọc được bởi bộ xử lý.

Một số phương án thực hiện đã được mô tả. Tuy nhiên, cần hiểu rằng các biến đổi khác nhau là có thể được thực hiện. Ví dụ, các phần tử của các phương án thực hiện khác nhau có thể được kết hợp, bổ sung, biến đổi, hoặc loại bỏ để tạo ra các phương án thực hiện khác. Ngoài ra, người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực sẽ hiểu rằng các kết cấu và quy trình khác có thể thay thế cho các kết cấu và quy trình được đề xuất và các phương án thực hiện tạo thành sẽ thực hiện ít nhất về cơ bản là cùng (các) chức năng, ít nhất về cơ bản là theo cùng (các) cách, để ít nhất về cơ bản là đạt được cùng (các) kết quả như các phương án thực hiện được đề xuất. Theo đó, các phương án thực hiện này và các phương án thực hiện khác đều đã được dự tính bởi sáng chế.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp mã hóa bao gồm các bước:

thu được hai thành phần sắc độ thêm nữa bằng cách định tỉ lệ hai thành phần sắc độ của hình ảnh màu bằng hệ số thông số dựa trên các trị số điểm ảnh của thành phần độ chói của hình ảnh màu;

tính toán thành phần độ chói thêm nữa bằng cách cộng thành phần độ chói và hai thành phần sắc độ thêm nữa; và

mã hóa thành phần độ chói thêm nữa và hai thành phần sắc độ thêm nữa.

2. Phương pháp theo điểm 1, trong đó bước cộng thành phần độ chói và hai thành phần sắc độ thêm nữa bao gồm việc kết hợp tuyến tính hai thành phần sắc độ thêm nữa.

3. Phương pháp theo điểm 2, trong đó phương pháp còn bao gồm ít nhất một trong số:

lưu trữ các hệ số m và n được sử dụng bằng cách kết hợp tuyến tính trong hoặc là bộ nhớ tại chỗ hoặc là bộ nhớ từ xa; và

cộng các hệ số m và n vào dòng bit.

4. Phương pháp theo điểm 1, trong đó hệ số thông số được thu được từ bảng tra cứu (Look-Up Table, LUT) cho trị số điểm ảnh cụ thể của thành phần độ chói.

5. Phương pháp theo điểm 1, trong đó hệ số thông số cho trị số điểm ảnh cụ thể của thành phần độ chói được thu được bằng cách nội suy các trị số của bảng tra cứu.

6. Phương pháp theo điểm 3, trong đó hệ số thông số còn phụ thuộc vào các hệ số m và n .

7. Phương pháp theo điểm 1, trong đó hệ số thông số được thu được sao cho việc méo gam màu, được tính toán giữa gam màu của các màu được thu được từ các thành phần độ chói và sắc độ thêm nữa và gam màu của các màu của hình ảnh màu cần được mã hóa, được hạ thấp.

8. Phương pháp theo điểm 1, trong đó bước thu được thành phần độ chói và hai thành phần sắc độ từ hình ảnh màu cần được mã hóa bao gồm:

thu được thành phần độ chói bao gồm:

thu được trị số điều biến từ độ chói của hình ảnh màu;

thu được độ chói được định tỉ lệ bằng cách chia độ chói của hình ảnh màu cho trị số điều biến;

thu được thành phần độ chói bằng cách áp dụng hàm phi tuyến trên độ chói được định tỉ lệ để phần động của thành phần độ chói được giảm so với phần động của độ chói được định tỉ lệ;

thu được hai thành phần sắc độ bằng cách:

thu được thông số thứ hai mà phụ thuộc vào trị số của điểm ảnh của thành phần độ chói và trị số độ chói của điểm ảnh được đặt cùng vị trí trong hình ảnh màu;

thu được ít nhất một thành phần màu trung gian bằng cách nhân từng thành phần màu với thông số thứ hai; và

thu được hai thành phần sắc độ từ ít nhất một thành phần màu trung gian.

9. Phương pháp giải mã bao gồm các bước:

tính toán thành phần độ chói thêm nữa bằng cách cộng thành phần độ chói và hai thành phần sắc độ được thu được từ dòng bit;

thu được hai thành phần sắc độ thêm nữa bằng cách định tỉ lệ hai thành phần sắc độ bằng hệ số thông số dựa trên các trị số điểm ảnh của thành phần độ chói thêm nữa; và

thu được hình ảnh màu từ thành phần độ chói thêm nữa và hai thành phần sắc độ thêm nữa.

10. Phương pháp theo điểm 9, trong đó bước cộng thành phần độ chói và hai thành phần sắc độ bao gồm việc kết hợp tuyến tính hai thành phần sắc độ.

11. Phương pháp theo điểm 10, trong đó phương pháp còn bao gồm thu được các hệ số m và n được sử dụng bằng cách kết hợp tuyến tính hoặc là từ dòng bit hoặc là từ bộ nhớ tại chỗ hoặc bộ nhớ từ xa.

12. Phương pháp theo điểm 9, trong đó hệ số thông số được thu được từ bảng tra cứu (Look-Up Table, LUT) cho trị số điểm ảnh cụ thể của thành phần độ chói.

13. Phương pháp theo điểm 9, trong đó hệ số thông số cho trị số điểm ảnh cụ thể của thành phần độ chói được thu được bằng cách nội suy các trị số của bảng tra cứu.

14. Phương pháp theo điểm 11, trong đó hệ số thông số còn phụ thuộc vào các hệ số m và n .

15. Phương pháp theo điểm 9, trong đó bước thu được hình ảnh màu từ thành phần độ chói thêm nữa và hai thành phần sắc độ thêm nữa bao gồm:

thu được thành phần thứ nhất bao gồm:

thu được thành phần tạo thành bằng cách áp dụng hàm phi tuyến trên thành phần độ chói thêm nữa để phần động của thành phần tạo thành được tăng so với phần động của thành phần độ chói thêm nữa;

thu được trị số điều biến từ độ chói của hình ảnh màu cần được giải mã;

thu được thành phần thứ nhất bằng cách nhân thành phần tạo thành với trị số điều biến;

thu được thông số thứ hai mà phụ thuộc vào trị số của điểm ảnh của thành phần độ chói thêm nữa;

thu được ít nhất một thành phần màu từ thành phần thứ nhất, hai thành phần sắc độ thêm nữa, và thông số thứ hai; và

tạo thành hình ảnh được giải mã bằng cách kết hợp ít nhất một thành phần màu.

16. Thiết bị mã hóa bao gồm bộ nhớ có các lệnh được lưu trữ để làm cho bộ xử lý:

thu được hai thành phần sắc độ thêm nữa bằng cách định tỉ lệ hai thành phần sắc độ của hình ảnh màu bằng hệ số thông số dựa trên các trị số điểm ảnh của thành phần độ chói của hình ảnh màu;

tính toán thành phần độ chói thêm nữa bằng cách cộng thành phần độ chói và hai thành phần sắc độ thêm nữa; và

mã hóa thành phần độ chói thêm nữa và hai thành phần sắc độ thêm nữa.

17. Thiết bị theo điểm 16, trong đó bước cộng thành phần độ chói và hai thành phần sắc độ thêm nữa bao gồm việc kết hợp tuyến tính hai thành phần sắc độ thêm nữa.

18. Thiết bị theo điểm 17, trong đó thiết bị còn bao gồm ít nhất một trong số:

lưu trữ các hệ số m và n được sử dụng bằng cách kết hợp tuyến tính hoặc là trong bộ nhớ tại chỗ hoặc là bộ nhớ từ xa; và

cộng các hệ số m và n vào dòng bit.

19. Thiết bị theo điểm 16, trong đó hệ số thông số được thu được từ bảng tra cứu (Look-Up Table, LUT) cho trị số điểm ảnh cụ thể của thành phần độ chói.

20. Thiết bị theo điểm 16, trong đó hệ số thông số cho trị số điểm ảnh cụ thể của thành phần độ chói được thu được bằng cách nội suy các trị số của bảng tra cứu.

21. Thiết bị theo điểm 18, trong đó hệ số thông số còn phụ thuộc vào các hệ số m và n .

22. Thiết bị theo điểm 16, trong đó hệ số thông số được thu được sao cho việc méo gam màu, được tính toán giữa gam màu của các màu được thu được từ các thành phần độ chói và sắc độ thêm nữa và gam màu của các màu của hình ảnh màu cần được mã hóa, được hạ thấp.

23. Thiết bị theo điểm 16, trong đó bước thành phần độ chói và hai thành phần sắc độ từ hình ảnh màu cần được mã hóa bao gồm:

thu được thành phần độ chói bao gồm:

thu được trị số điều biến từ độ chói của hình ảnh màu;

thu được độ chói được định tỉ lệ bằng cách chia độ chói của hình ảnh màu cho trị số điều biến;

thu được thành phần độ chói bằng cách áp dụng hàm phi tuyến trên độ chói được định tỉ lệ để phần động của thành phần độ chói được giảm so với phần động của độ chói được định tỉ lệ;

thu được hai thành phần sắc độ bằng cách:

thu được thông số thứ hai mà phụ thuộc vào trị số của điểm ảnh của thành phần độ chói và trị số độ chói của điểm ảnh được đặt cùng vị trí trong hình ảnh màu;

thu được ít nhất một thành phần màu trung gian bằng cách nhân từng thành phần màu với thông số thứ hai; và

thu được hai thành phần sắc độ từ ít nhất một thành phần màu trung gian.

24. Thiết bị theo điểm 16, còn bao gồm thành phần truyền được ghép nối theo cách truyền thông được với bộ xử lý để truyền thành phần độ chói thêm nữa được mã hóa và hai thành phần sắc độ thêm nữa được mã hóa.

25. Thiết bị giải mã bao gồm bộ nhớ có các lệnh được lưu trữ để làm cho bộ xử lý:

tính toán thành phần độ chói thêm nữa bằng cách cộng thành phần độ chói và hai thành phần sắc độ được thu được từ dòng bit;

thu được hai thành phần sắc độ thêm nữa bằng cách định tỉ lệ hai thành phần sắc độ bằng hệ số thông số dựa trên các trị số điểm ảnh của thành phần độ chói thêm nữa; và

thu được hình ảnh màu từ thành phần độ chói thêm nữa và hai thành phần sắc độ thêm nữa.

26. Thiết bị theo điểm 25, trong đó bước cộng thành phần độ chói và hai thành phần sắc độ bao gồm việc kết hợp tuyến tính hai thành phần sắc độ.

27. Thiết bị theo điểm 26, trong đó phương pháp còn bao gồm thu được các hệ số m và n được sử dụng bằng cách kết hợp tuyến tính hoặc là từ dòng bit hoặc là từ bộ nhớ tại chỗ hoặc bộ nhớ từ xa.

28. Thiết bị theo điểm 25, trong đó hệ số thông số được thu được từ bảng tra cứu (Look-Up Table, LUT) cho trị số điểm ảnh cụ thể của thành phần độ chói.

29. Thiết bị theo điểm 25, trong đó hệ số thông số cho trị số điểm ảnh cụ thể của thành phần độ chói được thu được bằng cách nội suy các trị số của bảng tra cứu.

30. Thiết bị theo điểm 27, trong đó hệ số thông số còn phụ thuộc vào các hệ số m và n .

31. Thiết bị theo điểm 25, trong đó bước thu được hình ảnh màu từ thành phần độ chói thêm nữa và hai thành phần sắc độ thêm nữa bao gồm:

thu được thành phần thứ nhất bao gồm:

thu được thành phần tạo thành bằng cách áp dụng hàm phi tuyến trên thành phần độ chói thêm nữa để phân động của thành phần tạo thành được tăng so với phân động của thành phần độ chói thêm nữa;

thu được trị số điều biến từ độ chói của hình ảnh màu cần được giải mã;

thu được thành phần thứ nhất bằng cách nhân thành phần tạo thành với trị số điều biến;

thu được thông số thứ hai mà phụ thuộc vào trị số của điểm ảnh của thành phần độ chói thêm nữa;

thu được ít nhất một thành phần màu từ thành phần thứ nhất, hai thành phần sắc độ thêm nữa, và thông số thứ hai; và

tạo thành hình ảnh được giải mã bằng cách kết hợp ít nhất một thành phần màu.

32. Thiết bị theo điểm 25, còn bao gồm bộ hiển thị được ghép nối theo cách hoạt động được với bộ xử lý để thu và hiển thị hình ảnh màu.

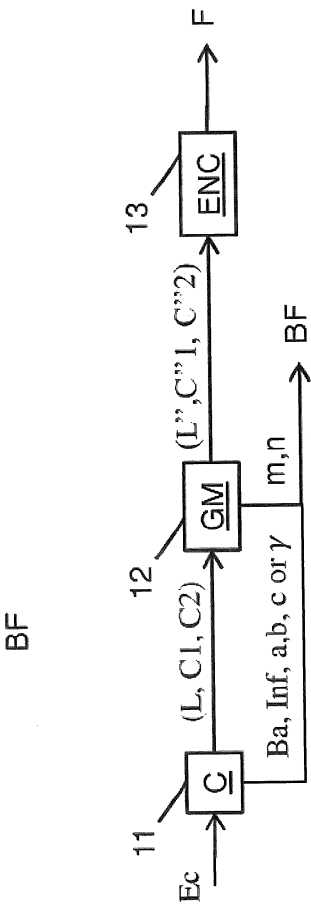


Fig. 2

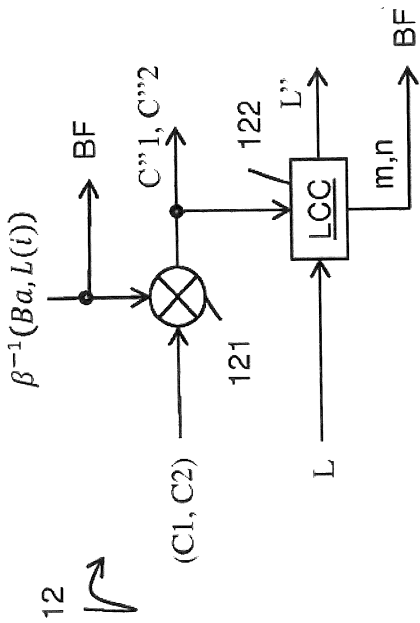


Fig. 4

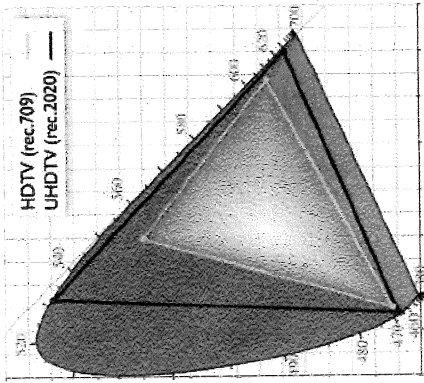


Fig. 1

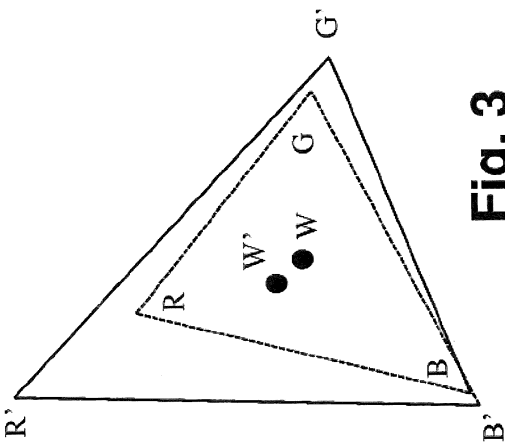


Fig. 3

2/5

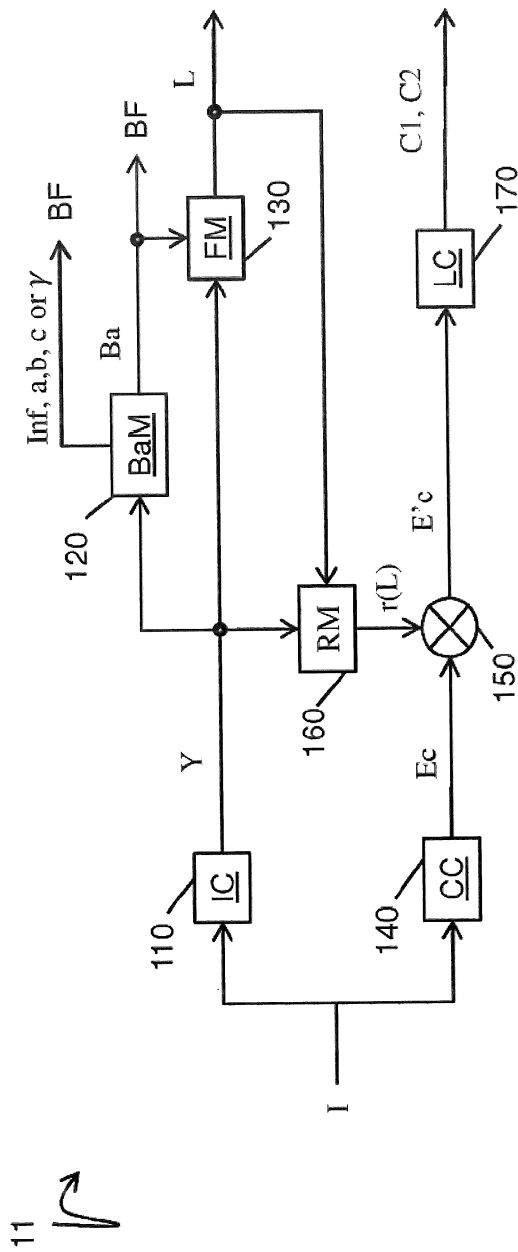


Fig. 5

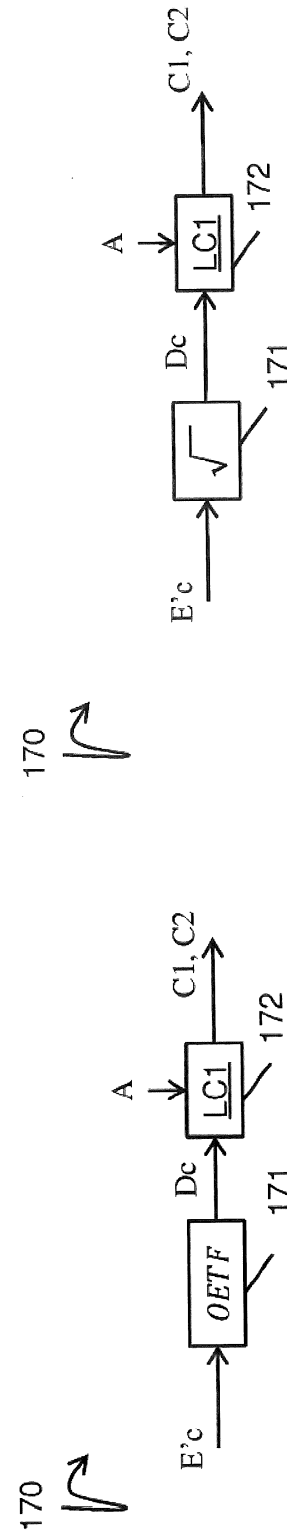


Fig. 6

170

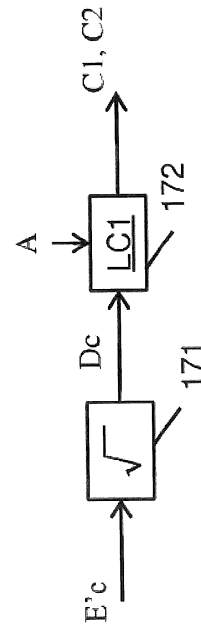


Fig. 7

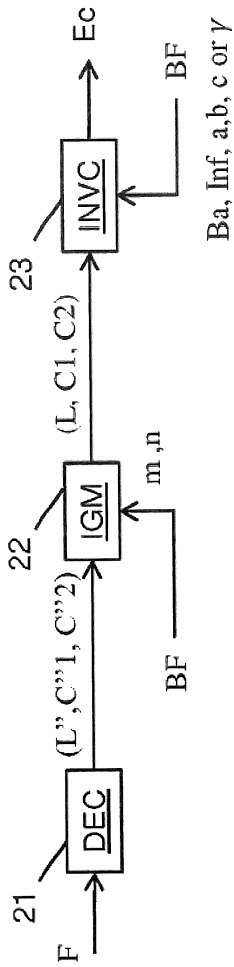


Fig. 8

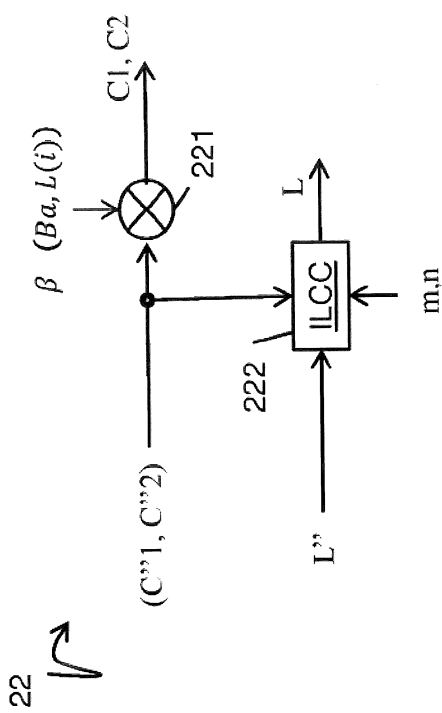


Fig. 9

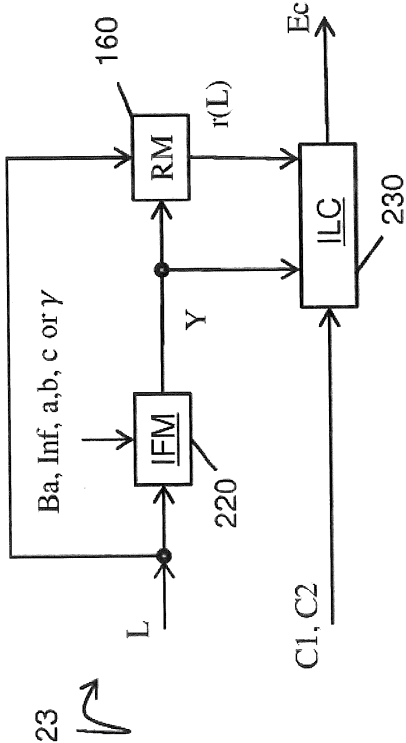


Fig. 10

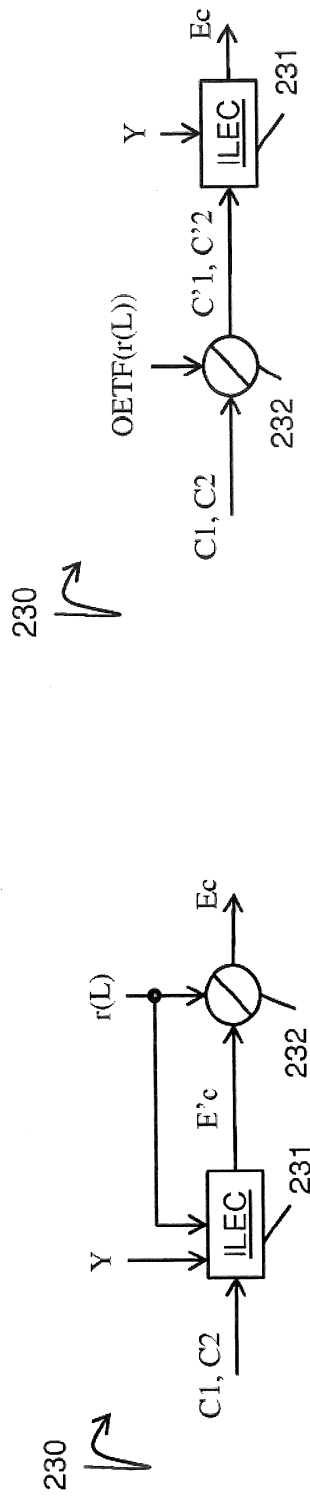


Fig. 11b

Fig. 11a

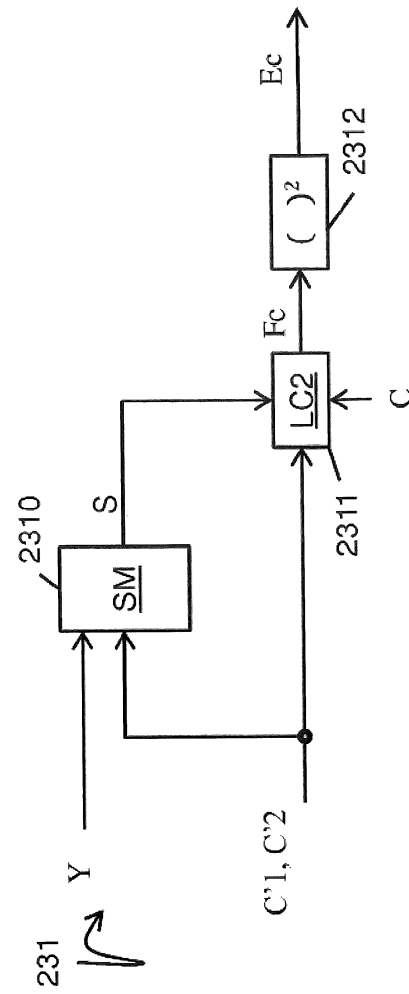


Fig. 12

5/5

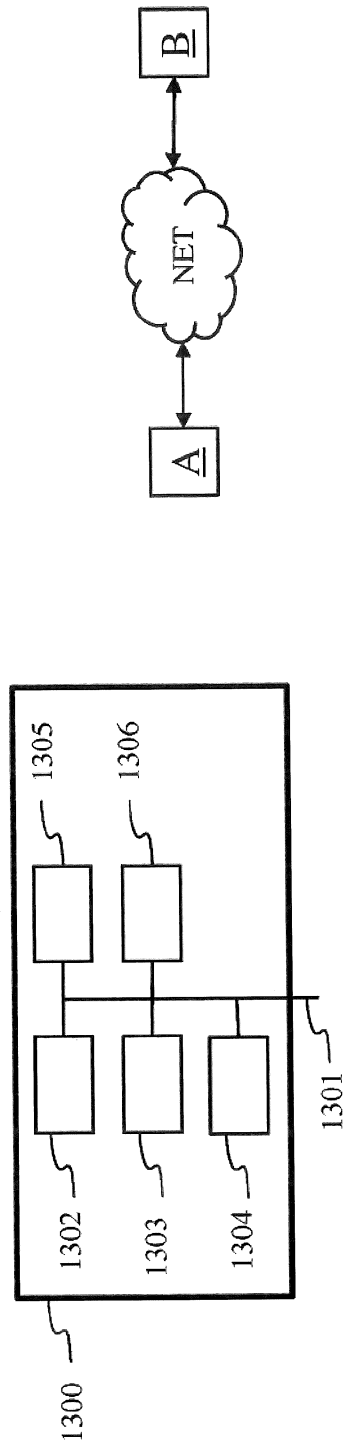


Fig. 13



Fig. 14

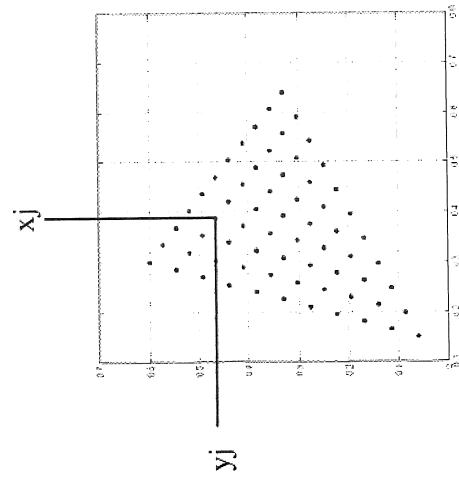


Fig. 15