



(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) 
1-0019541

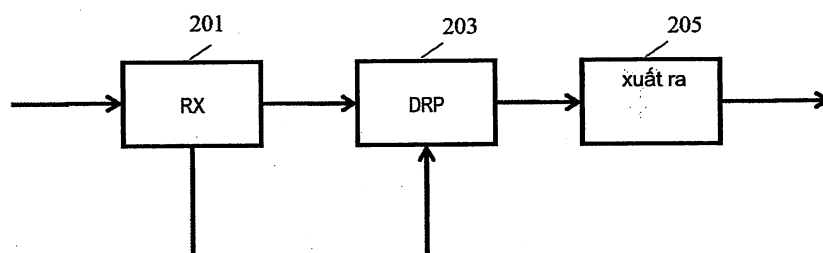
(51)⁷ **H04N 7/00, G09G 5/00**

(13) **B**

- | | | | | | |
|------|--|------------|------------|---------------|------------|
| (21) | 1-2014-01384 | (22) | 20.09.2012 | | |
| (86) | PCT/IB2012/054984 | 20.09.2012 | (87) | WO2013/046095 | 04.04.2013 |
| (30) | 11182922.2 | 27.09.2011 | EP | | |
| | 61/588,731 | 20.01.2012 | US | | |
| | 12160557.0 | 21.03.2012 | EP | | |
| (45) | 27.08.2018 | 365 | (43) | 25.09.2014 | 318 |
| (73) | Koninklijke Philips N.V. (NL)
High Tech Campus 5 NL-5656 AE Eindhoven Netherlands | | | | |
| (72) | KNIBBELER, Charles Leonardus Cornelius Maria (NL), VAN DER VLEUTEN, Renatus Josephus (NL), DE HAAN, Wiebe (NL) | | | | |
| (74) | Công ty TNHH T&T INVENMARK Sở hữu trí tuệ Quốc tế (T&T INVENMARK CO., LTD.) | | | | |

(54) **PHƯƠNG PHÁP VÀ THIẾT BỊ XỬ LÝ HÌNH ẢNH, THIẾT BỊ MÃ HÓA TÍN HIỆU HÌNH ẢNH VÀ PHƯƠNG PHÁP TRUYỀN TÍN HIỆU HÌNH ẢNH**

(57) Sáng chế đề cập đến thiết bị xử lý hình ảnh bao gồm bộ thu (201) nhận tín hiệu hình ảnh bao gồm ít nhất một hình ảnh mã hóa và tham chiếu màn hình đích. Tham chiếu màn hình đích là chỉ báo của dải động của màn hình đích mà ảnh mã hoá được mã hoá. Bộ xử lý dải động (203) tạo ra hình ảnh đầu ra bằng cách áp dụng sự biến đổi dải động lên hình ảnh mã hóa để đáp ứng với tham chiếu màn hình đích. Sau đó, đầu ra (205) xuất ra tín hiệu hình ảnh đầu ra bao gồm hình ảnh đầu ra, ví dụ, đến một màn hình thích hợp. Sự biến đổi dải động còn có thể được thực hiện để đáp ứng với chỉ báo dải động hiển thị nhận được từ màn hình. Sáng chế có thể được sử dụng để tạo ra hình ảnh dải động cao (HDR - High Dynamic Range) nâng cao, ví dụ, từ hình ảnh dải động thấp (LDR - Low Dynamic Range) hoặc ngược lại. Ngoài ra, sáng chế còn đề cập đến phương pháp xử lý hình ảnh, thiết bị mã hoá tín hiệu hình ảnh và phương pháp truyền tín hiệu hình ảnh.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến phương pháp và thiết bị biến đổi ảnh, và cụ thể hơn là đến việc xử lý hình ảnh để tạo ra hình ảnh dải động cao từ hình ảnh dải động thấp hoặc để tạo ra hình ảnh dải động thấp từ hình ảnh dải động cao. Ngoài ra, sáng chế còn đề cập đến thiết bị mã hoá tín hiệu hình ảnh và phương pháp truyền tín hiệu hình ảnh.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Việc mã hóa kỹ thuật số các nguồn tín hiệu khác nhau trở nên quan trọng trong các thập kỷ gần đây khi tín hiệu kỹ thuật số và truyền thông thay thế cho tín hiệu tương tự và truyền thông tương tự. Việc nghiên cứu và phát triển liên tục diễn ra để nâng cao chất lượng có thể thu được từ hình ảnh mã hóa và chuỗi video trong khi đồng thời giữ được tốc độ dữ liệu ở mức chấp nhận được.

Một yếu tố quan trọng đối với chất lượng hình ảnh cảm nhận được là dải động mà có thể được sao chép khi hình ảnh được hiển thị. Thông thường, dải động của ảnh sao chép có xu hướng giảm đáng kể liên quan đến thị lực bình thường. Trên thực tế, mức sáng gặp phải trong thế giới thực kéo dài qua dải động lớn đến 14 bậc độ lớn, thay đổi từ đêm không trăng đến ánh sáng nhìn thẳng vào mặt trời. Dải động độ sáng đồng thời và đáp ứng hệ thống thị giác của con người tương ứng có thể nằm trong khoảng từ 10.000:1 đến 100.000:1 vào các ngày nắng hoặc vào ban đêm (phản xạ sáng so với các vùng bóng tối). Theo truyền thống, dải động của màn hình được giới hạn trong khoảng 2-3 bậc độ lớn, và cũng có cảm biến có dải hạn chế, ví dụ như <10.000:1 tùy thuộc vào sự chấp nhận được tiếng ồn. Do đó, theo truyền thống có thể lưu trữ và truyền ảnh theo định dạng mã hóa hệ số ảnh-8-bit mà không đưa vào tạo tác nhận thức được trên thiết bị hiển thị truyền thống. Tuy nhiên, trong nỗ lực ghi ảnh chính xác hơn và sống động hơn, cảm biến hình ảnh dải động cao (HDR - High Dynamic Range) mới có khả năng ghi lại dải động có hơn 6 bậc độ lớn đã được phát triển. Hơn nữa, hầu hết

các hiệu ứng cụ thể, việc tăng cường đồ họa máy tính và công việc sau sản xuất khác đã được tiến hành thường xuyên ở độ sâu bit cao hơn và với dải động cao hơn.

Hơn nữa, độ tương phản và độ sáng cực đại của hệ thống hiển thị hiện hành tiếp tục tăng. Gần đây, màn hình nguyên mẫu mới đã trình diễn độ sáng cực đại là 3000Cd/m^2 và độ tương phản có 5-6 bậc độ lớn (đặc tính màn hình, môi trường xem cũng sẽ ảnh hưởng đến tỷ lệ tương phản cuối cùng, mà có thể dễ sử dụng để xem truyền hình ban ngày thậm chí còn giảm xuống dưới 50:1). Dự kiến màn hình trong tương lai sẽ có thể cung cấp dải động thậm chí còn cao hơn và cụ thể là độ sáng cực đại cao hơn và tỷ lệ tương phản cao hơn. Khi tín hiệu mã hóa 8-bit truyền thống được hiển thị trên màn hình này, việc lượng tử hóa gây phiền nhiễu và tạo tác cứt có thể xuất hiện. Hơn nữa, các định dạng video truyền thống cung cấp không đủ khoảng không và độ chính xác để chuyển tải thông tin phong phú chứa trong hình ảnh HDR mới.

Do đó, có nhu cầu ngày càng tăng về phương pháp tiếp cận mới cho phép người tiêu dùng được hưởng lợi đầy đủ từ khả năng của các cảm biến hiển hành (và tương lai) và hệ thống hiển thị. Tốt hơn là, thể hiện của thông tin bổ sung như vậy tương thích ngược để thiết bị kế thừa vẫn có thể nhận được dòng video bình thường, trong khi thiết bị có khả năng HDR mới có thể tận dụng đầy đủ thông tin bổ sung chuyển tải bởi định dạng mới. Vì vậy, mong muốn là dữ liệu video mã hóa không chỉ thể hiện cho hình ảnh HDR mà còn cho phép mã hóa hình ảnh dải động thấp (LDR - Low Dynamic Range) truyền thống tương ứng mà có thể được hiển thị trên thiết bị thông thường.

Để giới thiệu thành công hệ thống HDR và khai thác triệt để tiềm năng của HDR, điều quan trọng phương pháp tiếp cận cung cấp cả tính tương thích ngược và cho phép tối ưu hóa hoặc ít nhất là thích ứng với màn hiển thị HDR. Tuy nhiên, điều này vốn đã liên quan đến sự xung đột giữa việc tối ưu hóa cho HDR và tối ưu hóa cho LDR truyền thống.

Ví dụ, nội dung ảnh thông thường, chẳng hạn như video clip, sẽ được xử lý trong phòng thu (phân loại màu và ánh xạ tông màu) để sự xuất hiện tối ưu trên màn hình cụ thể. Theo truyền thống, quá trình tối ưu hóa này đã được thực hiện cho màn hình LDR. Ví dụ, trong sản xuất màn hình LDR chuẩn, các chuyên gia phân loại màu sắc sẽ cân bằng nhiều khía cạnh chất lượng hình ảnh để tạo ra “vẻ” mong muốn cho

côt truyện. Điều này có thể liên quan đến việc cân bằng sự tương phản vùng và cục bộ, đôi khi thậm chí cố tình cắt điểm ảnh. Ví dụ, trên màn hình với độ sáng cực đại tương đối thấp, các vụ nổ hoặc chỗ nổi bật sáng thường được cắt bớt nhiều để chuyển tải ấn tượng về độ sáng cao đến người xem (điều tương tự sẽ xảy ra cho các chi tiết bóng tối trên màn hình với mức màu đen kém). Hoạt động này thường được thực hiện với giả định màn hình LDR danh nghĩa và hiển thị truyền thống làm lệch tương đối ít từ màn hình LDR danh nghĩa mà thực sự các màn hình tiêu dùng là màn hiển thị LDR.

Tuy nhiên, nếu bộ phim được làm thích ứng cho màn hình đích HDR, kết quả sẽ rất khác. Thật vậy, các chuyên gia màu sắc sẽ thực hiện tối ưu hóa mà sẽ cho kết quả là ánh xạ mã rất khác. Ví dụ, không chỉ có các chi tiết nổi bật và các chi tiết bóng được bảo quản tốt hơn trên màn hình HDR mà chúng có thể được tối ưu hóa để có phân phối khác nhau trên các tông màu giữa màu xám. Do đó, hình ảnh HDR tối ưu không đạt được bởi việc định tỷ lệ đơn giản hình ảnh LDR bởi giá trị tương ứng với hiệu số độ sáng điểm trắng (độ sáng tối đa đạt được).

Lý tưởng nhất, các mức màu sắc riêng biệt và ánh xạ tông màu sẽ được thực hiện cho mỗi dải động có thể có của màn hình. Ví dụ, chuỗi video cho độ sáng điểm trắng tối đa 500 Cd/m^2 , một cho 1000 Cd/m^2 , một cho 500 Cd/m^2 , v.v... lên đến độ sáng tối đa có thể. Sau đó, màn hình có thể chỉ cần chọn chuỗi video tương ứng với độ sáng của nó. Tuy nhiên, cách tiếp cận này không thực tế vì đòi hỏi lượng lớn các đoạn video được tạo ra do đó tăng nguồn lực cần thiết để tạo ra các chuỗi video khác nhau. Hơn nữa, khả năng lưu trữ và phân phối cần đến sẽ tăng đáng kể. Ngoài ra, phương pháp này sẽ hạn chế mức sáng tối đa của màn hình đến các mức rời rạc nhờ đó cung cấp hiệu suất tối ưu cho màn hình với mức sáng màn hình tối đa ở giữa mức mà chuỗi video đang được cung cấp. Hơn nữa, cách tiếp cận này sẽ không cho phép màn hiển thị trong tương lai được phát triển với mức sáng tối đa cao hơn so với các chuỗi video có độ sáng cao nhất được khai thác.

Do đó, hy vọng rằng chỉ có một số giới hạn chuỗi video sẽ được tạo ra ở phía cung cấp nội dung, và dự kiến biến đổi dải động tự động sẽ được áp dụng tại các điểm sau trong chuỗi phân phối chuỗi video đó để tạo ra chuỗi video theo màn hình cụ thể

mà trên đó các chuỗi video được hiển thị. Tuy nhiên, trong cách tiếp cận này, chất lượng hình ảnh kết quả phụ thuộc nhiều vào việc biến đổi dải động tự động.

Do đó, cách tiếp cận cải tiến để hỗ trợ các dải động khác nhau cho hình ảnh, và tốt hơn là để hỗ trợ nhiều hình ảnh dải động khác nhau sẽ rất thuận lợi.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Do đó, sáng chế cung cấp giải pháp để giảm thiểu, giảm bớt hoặc loại bỏ một hoặc nhiều trong số các nhược điểm nêu trên theo cách đơn lẻ hoặc kết hợp bất kỳ.

Theo một khía cạnh, sáng chế đề xuất thiết bị xử lý hình ảnh bao gồm: bộ thu để nhận tín hiệu hình ảnh, tín hiệu hình ảnh này bao gồm ít nhất một hình ảnh mã hóa thứ nhất và tham chiếu màn hình đích thứ nhất, tham chiếu màn hình đích thứ nhất là chỉ báo của dải động của màn hình đích thứ nhất mà hình ảnh mã hóa thứ nhất được mã hóa; bộ xử lý dải động được bố trí để tạo ra hình ảnh đầu ra bằng cách áp dụng sự biến đổi dải động cho hình ảnh mã hóa thứ nhất để đáp ứng với tham chiếu màn hình đích thứ nhất; và đầu ra để xuất ra tín hiệu hình ảnh đầu ra bao gồm hình ảnh đầu ra.

Giải pháp theo sáng chế có thể cho phép hệ thống hỗ trợ các hình ảnh dải động và/hoặc màn hình khác nhau. Cụ thể, phương pháp này có thể cho sự biến đổi dải động cải thiện mà có thể thích ứng với đặc điểm cụ thể của việc hiển thị ảnh. Trong nhiều kịch bản, biến đổi dải động cải thiện từ hình ảnh LDR sang hình ảnh HDR hoặc từ hình ảnh HDR sang hình ảnh LDR có thể đạt được.

Theo một số phương án thực hiện, việc biến đổi dải động làm tăng dải động của tín hiệu video đầu ra so với hình ảnh mã hóa thứ nhất. Theo một số phương án thực hiện, việc biến đổi dải động làm giảm dải động của tín hiệu video đầu ra tương đối so với hình ảnh mã hóa thứ nhất.

Dải động tương ứng với dải độ sáng hiển thị, tức là dải từ đầu ra ánh sáng tối thiểu đến đầu ra ánh sáng tối đa cho hình ảnh hiển thị. Do đó, dải động không chỉ đơn thuần là tỷ lệ giữa giá trị lớn nhất và giá trị nhỏ nhất, hoặc phép đo lượng tử (như số bit), mà còn tương ứng với dải độ sáng thực sự cho quá trình hiển thị ảnh. Do đó, dải động có thể là dải giá trị độ sáng, ví dụ như được đo bằng candela trên mét vuông (cd/m^2) mà cũng được gọi là nit. Do đó dải động là dải độ sáng từ đầu ra ánh sáng (độ

sáng) tương ứng với giá trị độ sáng thấp nhất (thường giả định là màu đen tuyệt đối có nghĩa là không có đầu ra ánh sáng) với đầu ra ánh sáng (độ sáng) tương ứng với giá trị độ sáng cao nhất. Dải động có thể được đặc trưng cụ thể bởi giá trị cao nhất ánh sáng đầu ra, còn được gọi là điểm trắng, độ sáng điểm trắng, độ sáng màu trắng hoặc độ sáng tối đa. Đối với các màn hình LDR và LDR, các điểm trắng thường là 500 nit hoặc ít hơn.

Tín hiệu hình ảnh đầu ra có thể được nạp vào màn hình riêng có dải động cụ thể, và do đó việc biến đổi dải động có thể biến đổi hình ảnh mã hóa từ dải động được chỉ định bởi tham chiếu màn hình đích thành dải động của màn hình mà trên đó ảnh được hiển thị.

Ảnh có thể là ảnh của chuỗi ảnh chuyển động, ví dụ như khung hoặc ảnh của chuỗi video. Một ví dụ khác, ảnh có thể là nền vĩnh cửu hoặc ví dụ ảnh chồng lớp như đồ họa v.v..

Hình ảnh mã hóa thứ nhất cụ thể có thể là hình ảnh LDR và hình ảnh đầu ra có thể là hình ảnh HDR. Hình ảnh mã hóa thứ nhất cụ thể có thể là hình ảnh HDR và hình ảnh đầu ra có thể là hình ảnh LDR.

Theo các dấu hiệu tùy chọn của sáng chế, tham chiếu màn hình đích thứ nhất bao gồm độ sáng điểm trắng của màn hình đích thứ nhất.

Điều này có thể cung cấp hoạt động có lợi trong rất nhiều phương án. Cụ thể, có thể cho phép độ phức tạp thấp và/hoặc chi phí thấp trong khi cung cấp đầy đủ thông tin để cho phép việc biến đổi dải động cải thiện được thực hiện.

Theo các dấu hiệu tùy chọn của sáng chế, tham chiếu màn hình đích thứ nhất bao gồm chỉ báo chức năng chuyển điện quang (EOTF - Electro Optical Transfer Function) cho màn hình đích thứ nhất.

Điều này có thể mang lại hoạt động có lợi trong nhiều phương án. Cụ thể, có thể dẫn đến độ phức tạp thấp và/hoặc chi phí thấp trong khi cung cấp đầy đủ thông tin để cho phép sự biến đổi dải động cải thiện được thực hiện. Cụ thể, cách tiếp cận này có thể cho sự biến đổi dải động cũng thích ứng với đặc điểm cụ thể cho, chẳng hạn như độ sáng mức trung bình. Ví dụ, có thể cho phép việc biến đổi dải động tính đến các khác biệt về hệ số ảnh của màn hình đích và màn hình của người dùng đầu cuối.

Theo tính năng tùy chọn của sáng chế, tham chiếu màn hình đích thứ nhất bao gồm chỉ báo ánh xạ tông màu đại diện cho ánh xạ tông màu được sử dụng để tạo ra hình ảnh mã hóa thứ nhất cho màn hình đích thứ nhất.

Điều này có thể cho phép sự biến đổi dải động cải thiện được thực hiện trong nhiều kịch bản, và cụ thể có thể cho phép sự biến đổi dải động để bù cho đặc điểm cụ thể của ánh xạ tông màu được thực hiện ở bên tạo nội dung.

Trong một số kịch bản, thiết bị xử lý hình ảnh có thể tính đến cả đặc điểm của màn hình mà hình ảnh mã hóa đã được tối ưu hóa và đặc điểm của ánh xạ tông màu cụ thể. Điều này có thể, ví dụ như cho phép các quyết định ánh xạ tông màu chủ quan và nghệ thuật được tính đến khi biến đổi ảnh từ dải động này sang dải động khác.

Theo tính năng tùy chọn của sáng chế, tín hiệu hình ảnh còn bao gồm trường dữ liệu bao gồm dữ liệu điều khiển biến đổi dải động; và bộ xử lý dải động còn được bố trí để thực hiện biến đổi dải động để đáp ứng với dữ liệu điều khiển biến đổi dải động.

Điều này có thể cung cấp hoạt động cải thiện và/hoặc chức năng cải thiện trong nhiều hệ thống. Cụ thể, có thể cho phép sự thích ứng được cục bộ hóa và mục tiêu hóa cho màn hình dải động cụ thể trong khi vẫn cho phép bên cung cấp nội dung giữ lại một số quyền điều khiển trên ảnh kết quả.

Dữ liệu điều khiển biến đổi dải động có thể bao gồm dữ liệu xác định đặc điểm của sự biến đổi dải động mà phải và/hoặc có thể áp dụng và/hoặc có thể xác định đặc điểm đề nghị của sự biến đổi dải động.

Theo tính năng tùy chọn của sáng chế, dữ liệu điều khiển biến đổi dải động bao gồm các thông số biến đổi dải động khác nhau cho các mức độ sáng tối đa của màn hình khác nhau.

Điều này có thể cung cấp sự điều khiển/thích ứng cải thiện trong nhiều phương án. Cụ thể, có thể cho phép thiết bị xử lý hình ảnh 103 lựa chọn và áp dụng dữ liệu điều khiển thích hợp cho dải động cụ thể mà hình ảnh đầu ra được tạo ra cho nó.

Theo tính năng tùy chọn của sáng chế, dữ liệu điều khiển biến đổi dải động bao gồm các thông số ánh xạ tông màu khác nhau cho các mức độ sáng tối đa của các màn hình khác nhau, và bộ xử lý dải động được bố trí để xác định các thông số ánh xạ tông

màu cho sự biến đổi dải động đáp ứng với các thông số ánh xạ tông màu khác nhau và độ sáng tối đa cho tín hiệu hình ảnh đầu ra.

Điều này có thể tạo ra sự điều khiển và/hoặc thích ứng cải thiện trong nhiều phương án. Cụ thể, có thể cho phép thiết bị xử lý hình ảnh 103 lựa chọn và áp dụng dữ liệu điều khiển thích hợp cho dải động cụ thể mà hình ảnh đầu ra được tạo ra cho nó. Thông số ánh xạ tông màu có thể cung cấp riêng các thông số mà phải, có thể hoặc được đề nghị cho việc biến đổi dải động.

Theo tính năng tùy chọn của sáng chế, dữ liệu điều khiển biến đổi dải động bao gồm dữ liệu xác định tập hợp thông số biến đổi phải được áp dụng bởi sự biến đổi dải động.

Điều này có thể cho phép bên cung cấp nội dung giữ lại quyền điều khiển ảnh được hiển thị trên màn hình được hỗ trợ bởi thiết bị xử lý hình ảnh. Điều này có thể đảm bảo tính đồng nhất giữa các kịch bản hiển thị khác nhau. Cách tiếp cận này có thể, ví dụ, cho phép nhà cung cấp nội dung đảm bảo rằng ấn tượng nghệ thuật của ảnh sẽ vẫn không thay đổi nhiều khi được hiển thị trên các màn hình khác nhau.

Theo tính năng tùy chọn của sáng chế, dữ liệu điều khiển biến đổi dải động bao gồm dữ liệu xác định giới hạn cho thông số biến đổi sẽ áp dụng bởi sự biến đổi dải động.

Điều này có thể cung cấp hoạt động cải tiến và trải nghiệm người dùng được cải thiện trong nhiều phương án. Cụ thể, trong nhiều kịch bản có thể cho phép sự cân bằng được cải thiện giữa mong muốn của nhà cung cấp nội dung giữ lại quyền điều khiển đối với việc hiển thị nội dung của mình trong khi cho phép người dùng đầu cuối tùy chỉnh theo sở thích.

Theo tính năng tùy chọn của sáng chế, dữ liệu điều khiển biến đổi dải động bao gồm dữ liệu điều khiển biến đổi dải động khác nhau cho các loại ảnh khác nhau.

Điều này có thể cung cấp hình ảnh biến đổi được cải thiện trong nhiều kịch bản. Cụ thể là có thể cho phép sự biến đổi dải động sẽ được tối ưu hóa cho các đặc điểm riêng biệt của các ảnh khác nhau. Ví dụ, sự biến đổi dải động khác nhau có thể được áp dụng cho các ảnh tương ứng với ảnh chính, ảnh tương ứng với đồ họa, ảnh tương ứng với nền v.v..

Theo tính năng tùy chọn của sáng chế, độ sáng tối đa của dải động của màn hình đích thứ nhất không ít hơn 1000 nit.

Ảnh sẽ được biến đổi có thể là hình ảnh HDR. Sự biến đổi dải động có thể biến đổi, chẳng hạn như từ hình ảnh HDR sang hình ảnh HDR khác (gắn với màn hình có dải động không ít hơn 1000 nit) có dải động khác. Do đó, chất lượng hình ảnh cải thiện có thể đạt được bằng cách biến đổi hình ảnh HDR của dải động này sang hình ảnh HDR khác của dải động khác (có thể có độ sáng điểm trắng cao hơn hoặc thấp hơn).

Theo tính năng tùy chọn của sáng chế, tín hiệu hình ảnh bao gồm hình ảnh mã hóa thứ hai và tham chiếu màn hình đích thứ hai, tham chiếu màn hình đích thứ hai là chỉ báo của dải động của màn hình đích thứ hai mà hình ảnh mã hóa thứ hai được mã hóa cho nó, dải động của màn hình đích thứ hai khác dải động của màn hình đích thứ nhất, và bộ xử lý dải động được bố trí để áp dụng sự biến đổi dải động cho hình ảnh mã hóa thứ hai để đáp ứng với tham chiếu màn hình đích thứ hai.

Điều này có thể cho phép chất lượng đầu ra cải thiện trong nhiều kịch bản. Cụ thể, sự biến đổi khác nhau có thể được áp dụng cho hình ảnh mã hóa thứ nhất và cho hình ảnh mã hóa thứ hai phụ thuộc vào sự khác biệt của các màn hình đích liên quan (và thường là phụ thuộc vào cách mỗi màn hình này liên quan đến dải động mong muốn của hình ảnh đầu ra).

Theo tính năng tùy chọn của sáng chế, bộ xử lý dải động ảnh được bố trí để tạo ra hình ảnh đầu ra bằng cách kết hợp hình ảnh mã hóa thứ nhất và hình ảnh mã hóa thứ hai.

Điều này có thể cung cấp chất lượng hình ảnh cải thiện trong nhiều phương án và kịch bản. Trong một số kịch bản, sự kết hợp có thể là sự kết hợp lựa chọn trong đó sự kết hợp được thực hiện đơn giản bằng cách chọn một trong các ảnh.

Theo tính năng tùy chọn của sáng chế, thiết bị xử lý hình ảnh còn bao gồm: bộ thu nhận tín hiệu dữ liệu từ màn hình, tín hiệu dữ liệu bao gồm trường dữ liệu gồm chỉ báo dải động màn hình, chỉ báo dải động màn hình này bao gồm ít nhất một đặc điểm kỹ thuật về độ sáng; và bộ xử lý dải động được bố trí để áp dụng sự biến đổi dải động cho hình ảnh mã hóa thứ nhất để đáp ứng với chỉ báo dải động màn hình.

Điều này có thể cho phép ảnh cải thiện được hiển thị trong nhiều phương án.

Theo tính năng tùy chọn của sáng chế, bộ xử lý dải động được bố trí để lựa chọn giữa việc tạo ra hình ảnh đầu ra là hình ảnh mã hóa thứ nhất và việc tạo ra hình ảnh đầu ra là hình ảnh biến đổi của hình ảnh mã hóa thứ nhất để đáp ứng với tham chiếu màn hình đích thứ nhất.

Điều này có thể cho phép hiển thị ảnh cải thiện trong nhiều phương án và/hoặc có thể giảm khối lượng tính toán. Ví dụ, nếu màn hình của người dùng đầu cuối có dải động rất gần với giá trị mà hình ảnh mã hóa đã được tạo ra, thì chất lượng cải thiện của ảnh hiển thị thường sẽ đạt được nếu ảnh nhận được được sử dụng trực tiếp. Tuy nhiên, nếu dải động đủ khác, thì chất lượng cải thiện đạt được bằng cách xử lý hình ảnh để làm thích ứng nó với các dải động khác nhau. Theo một số phương án thực hiện, sự biến đổi dải động chỉ đơn giản có thể được làm thích ứng việc biến đổi giữa hoạt động null (rỗng) (bằng cách sử dụng trực tiếp hình ảnh mã hóa thứ nhất) và áp dụng sự biến đổi dải động định trước và cố định nếu tham chiếu màn hình đích đủ khác màn hình người dùng đầu cuối.

Theo tính năng tùy chọn của sáng chế, sự biến đổi dải động bao gồm phép chuyển đổi gam.

Điều này có thể cho phép hình ảnh đầu ra cải thiện sẽ được tạo ra trong nhiều phương án và kịch bản. Cụ thể, có thể cho phép hiển thị màu cảm nhận được cải thiện và có thể, ví dụ như bù cho các thay đổi về cảm nhận màu sắc do các thay đổi về độ sáng của các vùng ảnh. Theo một số phương án thực hiện, sự biến đổi dải động có thể bao gồm phép chuyển đổi gam.

Theo tính năng tùy chọn của sáng chế, thiết bị xử lý hình ảnh còn bao gồm bộ phát dữ liệu điều khiển để truyền dữ liệu điều khiển dải động đến nguồn tín hiệu hình ảnh.

Điều này có thể cho phép nguồn làm thích ứng tín hiệu hình ảnh để đáp ứng với dữ liệu điều khiển dải động. Dữ liệu điều khiển dải động cụ thể có thể bao gồm chỉ báo của dải động ưa thích dành cho hình ảnh, và/hoặc chỉ báo của dải động (ví dụ như độ sáng điểm trắng và tùy chọn EOTF hoặc chức năng hệ số ảnh) cho màn hình của người dùng đầu cuối.

Theo một khía cạnh, sáng chế đề xuất thiết bị nguồn tín hiệu hình ảnh bao gồm: bộ thu nhận hình ảnh mã hóa; bộ tạo tín hiệu để tạo ra tín hiệu hình ảnh bao gồm hình ảnh mã hóa và chỉ thị tham chiếu màn hình đích của dải động của màn hình đích mà hình ảnh mã hóa được mã hóa; bộ phát để truyền tín hiệu hình ảnh.

Theo một khía cạnh, sáng chế đề xuất phương pháp xử lý hình ảnh bao gồm các bước:

nhận tín hiệu hình ảnh, tín hiệu hình ảnh này bao gồm ít nhất một hình ảnh mã hóa thứ nhất và tham chiếu màn hình đích thứ nhất, tham chiếu màn hình đích thứ nhất là chỉ báo của dải động của màn hình đích thứ nhất mà hình ảnh mã hóa thứ nhất được mã hóa;

tạo ra hình ảnh đầu ra bằng cách áp dụng sự biến đổi dải động cho hình ảnh mã hóa thứ nhất để đáp ứng với tham chiếu màn hình đích thứ nhất; và

xuất ra tín hiệu hình ảnh đầu ra bao gồm hình ảnh đầu ra.

Theo một khía cạnh, sáng chế đề xuất phương pháp truyền tín hiệu hình ảnh, phương pháp này bao gồm các bước: nhận hình ảnh mã hóa; tạo ra tín hiệu hình ảnh bao gồm hình ảnh mã hóa và chỉ thị tham chiếu màn hình đích của dải động của màn hình đích mà hình ảnh mã hóa được mã hóa; và truyền tín hiệu hình ảnh.

Theo một khía cạnh, sáng chế đề xuất tín hiệu hình ảnh bao gồm ít nhất một hình ảnh mã hóa thứ nhất và tham chiếu màn hình đích thứ nhất, tham chiếu màn hình đích thứ nhất là chỉ báo của dải động của màn hình đích thứ nhất mà hình ảnh mã hóa thứ nhất được mã hóa.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1 là sơ đồ minh họa ví dụ về các bộ phận của hệ thống hiển thị ảnh theo một số phương án của sáng chế;

Fig.2 là sơ đồ minh họa một ví dụ về các bộ phận của thiết bị xử lý hình ảnh;

Fig.3 minh họa một ví dụ về việc ánh xạ cho thiết bị xử lý hình ảnh;

Fig.4 minh họa một ví dụ của chức năng chuyển điện quang (EOTF - Electro Optical Transfer Function) cho màn hình;

Fig.5 minh hoạ một ví dụ của mô hình cho các mặt phẳng biểu diễn trong chế độ HDMV-2D của chuẩn Blu-ray™;

Fig.6 minh hoạ một ví dụ về xử lý dải động cho hình ảnh HDR và hình ảnh LDR;

Fig.7 minh hoạ một ví dụ của việc ánh xạ cho thiết bị xử lý hình ảnh;

Fig.8 đến Fig.10 là minh hoạ các ví dụ về ảnh có sự biến đổi dải động khác nhau khi được hiển thị trên cùng màn hình;

Fig.11 minh hoạ một ví dụ của mối quan hệ giữa các giá trị độ sáng và các ánh xạ có thể cho thiết bị xử lý hình ảnh;

Fig.12 minh hoạ một ví dụ về việc ánh xạ cho thiết bị xử lý hình ảnh;

Fig.13 minh hoạ một ví dụ về việc ánh xạ cho thiết bị xử lý hình ảnh;

Fig.14 minh hoạ cấu trúc của dòng đồ họa theo chuẩn Blu-ray™;

Fig.15 minh hoạ một ví dụ về việc xử lý dải động cho hình ảnh và hình ảnh đồ họa phủ liên quan;

Fig.16 minh hoạ một ví dụ về việc xử lý dải động cho hình ảnh và đồ họa;

Fig.17 là sơ đồ minh hoạ một ví dụ của các bộ phận của thiết bị xử lý hình ảnh;

Fig.18 minh hoạ một ví dụ về việc ánh xạ cho thiết bị xử lý hình ảnh;

Fig.19 là sơ đồ minh hoạ một ví dụ của các bộ phận của thiết bị xử lý hình ảnh;

Fig.20 minh hoạ một ví dụ về việc ánh xạ cho thiết bị xử lý hình ảnh;

Fig.21 là sơ đồ minh hoạ một ví dụ về các bộ phận của màn hình theo một số phương án của sáng chế;

Fig.22 là sơ đồ minh hoạ một ví dụ về các bộ phận của thiết bị xử lý hình ảnh; và

Fig.23 là sơ đồ minh hoạ việc tạo ảnh 8-bit mã hóa hình ảnh HDR nhờ thiết bị mã hóa.

Mô tả chi tiết sáng chế

Fig.1 thể hiện một ví dụ về đường phân phối âm thanh hình ảnh. Trong ví dụ này, thiết bị nhà cung cấp nội dung 101 tạo ra tín hiệu nội dung âm thanh hình ảnh cho một mục nội dung nghe nhìn, chẳng hạn như bộ phim, chương trình truyền hình, v.v.,

cụ thể thiết bị nhà cung cấp nội dung 101 có thể mã hóa nội dung nghe nhìn theo định dạng mã hóa phù hợp và thể hiện màu sắc. Cụ thể, thiết bị nhà cung cấp nội dung 101 có thể mã hóa ảnh của chuỗi video của mục nội dung nghe nhìn theo thể hiện thích hợp, chẳng hạn như YCrCb. Thiết bị nhà cung cấp nội dung 101 có thể được coi là thể hiện cho nhà sản xuất và phân phối tạo ra và phát sóng nội dung chương trình.

Sau đó, tín hiệu nội dung âm thanh hình ảnh được phân phối đến thiết bị xử lý hình ảnh 103 qua đường phân phối 105. Thiết bị xử lý hình ảnh 103 có thể là hộp biến đổi tại chỗ người tiêu dùng cụ thể của mục nội dung, chẳng hạn như bộ ghi video riêng biệt, máy nghe nhạc Blu-rayTM, thiết bị trực tuyến mạng (ví dụ như Internet), bộ thu vệ tinh hoặc bộ thu truyền hình mặt đất, v.v..

Nội dung nghe nhìn được mã hoá và phân phối từ thiết bị nhà cung cấp nội dung 101 qua các phương tiện, có thể, ví dụ như bao gồm phương tiện đóng gói hoặc phương tiện truyền thông. Sau đó, nó đến thiết bị nguồn dưới dạng của thiết bị xử lý hình ảnh 103 bao gồm các chức năng để giải mã và phát lại nội dung.

Cần hiểu rằng đường phân phối 105 có thể là đường phân phối bất kỳ và qua phương tiện bất kỳ hoặc sử dụng tiêu chuẩn truyền thông bất kỳ phù hợp. Hơn nữa, đường phân phối không cần phải là đường phân phối thời gian thực mà có thể bao gồm việc lưu trữ vĩnh viễn hay tạm thời. Ví dụ, đường phân phối có thể bao gồm Internet, truyền hình vệ tinh, cáp hoặc phát sóng trên mặt đất, mạng thông tin di động hoặc cố định, v.v, hoặc lưu trữ trên phương tiện truyền thông phân phối vật lý như đĩa DVD hoặc đĩa Blu-rayTM hoặc thẻ nhớ, v.v..

Thiết bị xử lý hình ảnh 103 được ghép nối với màn hình 107 qua đường truyền thông 109. Thiết bị xử lý hình ảnh 103 tạo ra tín hiệu hiển thị đại diện cho các mục nội dung nghe nhìn. Vì vậy, thiết bị nguồn tạo dòng nội dung giải mã đến thiết bị chứa, có thể là TV hoặc thiết bị khác mà biến đổi tín hiệu kỹ thuật số thành thể hiện vật lý.

Thiết bị xử lý hình ảnh 103 có thể thực hiện, ví dụ như nâng cao ảnh hoặc các thuật toán xử lý tín hiệu trên dữ liệu và cụ thể có thể giải mã và tái mã hóa tín hiệu nghe nhìn (đã xử lý). Việc tái mã hóa có thể cụ thể là việc mã hóa hay định dạng thể hiện khác so với tín hiệu nhận được.

Hệ thống trên Fig.1 là hệ thống của một số phương án được bố trí để cung cấp thông tin video HDR đến màn hình 107 và trong các phương án hoặc các kịch bản khác được bố trí để cung cấp hình ảnh LDR đến màn hình 107. Hơn nữa, để cung cấp, ví dụ như khả năng tương thích ngược cải thiện, có thể trong một số kịch bản cung cấp cả hình ảnh LDR và hình ảnh HDR tùy thuộc vào màn hình mà trên đó ảnh được hiển thị. Cụ thể, hệ thống có thể truyền thông/phân phối tín hiệu hình ảnh liên quan đến cả hình ảnh LDR và hình ảnh HDR.

Các màn hình thông thường thường sử dụng thể hiện LDR. Thông thường, thể hiện LDR này được cung cấp bởi ba bộ phận của thể hiện 8-bit liên quan đến các cơ sở quy định. Ví dụ, một thể hiện màu RGB có thể được cung cấp bởi ba mẫu 8 bit tham chiếu đến các cơ sở Red (đỏ), Green (xanh lục), và Blue (xanh dương). Một thể hiện khác sử dụng một thành phần luma và hai thành phần sắc (như YCrCb). Các thể hiện LDR này tương ứng với độ sáng nhất định hoặc dải độ sáng.

HDR cụ thể cho phép cho hình ảnh sáng hơn đáng kể (hoặc vùng ảnh) sẽ được biểu diễn thích hợp trên màn hình HDR. Thật vậy, hình ảnh HDR hiển thị trên màn hình HDR có thể cung cấp mức sáng trắng hơn đáng kể có thể được cung cấp bởi hình ảnh LDR tương ứng được biểu diễn trên màn hình LDR. Thật vậy, thông thường màn hình HDR có thể cho phép ít nhất mức sáng trắng cao hơn bốn lần so với màn hình LDR. Cụ thể, độ sáng có thể được đo tương đối so với mức đen tối nhất mà có thể được thể hiện hoặc có thể được đo tương đối so với mức xám hoặc mức đen.

Cụ thể, hình ảnh LDR có thể tương ứng với các thông số hiển thị cụ thể, chẳng hạn như độ phân giải bit cố định liên quan đến tập cụ thể các cơ sở và/hoặc điểm trắng cụ thể. Ví dụ, 8-bit có thể được cung cấp cho tập cơ sở RGB và ví dụ, điểm trắng 500cd/m^2 . hình ảnh HDR là ảnh trong đó bao gồm dữ liệu sẽ được thể hiện trên các hạn chế này. Cụ thể, độ sáng có thể sáng hơn bốn lần so với điểm trắng (ví dụ như 2000cd/m^2) hoặc nhiều hơn.

Giá trị điểm hình ảnh dải động cao hơn có dải tương phản độ sáng (độ sáng sáng nhất trong tập điểm ảnh chia cho độ sáng tối nhất) mà lớn hơn (nhiều) so với dải có thể được hiển thị trung thực trên màn hình tiêu chuẩn hóa trong NTSC và MPEG-2 (với cơ sở RGB thông thường của nó, và màu trắng D65 với mức điều khiển tối đa

[255, 255, 255] độ sáng tham chiếu, ví dụ như 500 nit hoặc thấp hơn). Thông thường đối với màn hình tham chiếu 8 bit đủ để hiển thị tất cả các giá trị màu xám giữa khoảng 500 nit và 0,5 nit (tức là với dải tương phản 1000:1 hoặc thấp hơn) trong các bước nhìn trực quan nhỏ, trong khi hình ảnh HDR được mã hóa với từ bit cao hơn, ví dụ như 10 bit (cũng được chụp bằng máy ảnh với độ sâu lớn hơn và DAC, ví dụ như 14bit). Cụ thể, hình ảnh HDR thường chứa nhiều giá trị điểm ảnh (của các đối tượng ảnh sáng) trên màu trắng cảnh. Cụ thể, một số điểm ảnh sáng hơn hai lần màu trắng của cảnh. Màu trắng của cảnh này thường có thể được đánh đồng với màu trắng của màn hình tham chiếu NTSC/MPEG-2.

Thông thường, số lượng bit được sử dụng cho hình ảnh HDR X có thể lớn hơn hoặc bằng số bit Y sử dụng cho hình ảnh LDR (thông thường, X có thể, ví dụ như là 10 hoặc 12, hoặc 14 bit (trên mỗi kênh màu nếu một số kênh được sử dụng), và Y có thể, ví dụ là 8, hoặc 10 bit). Sự biến đổi/ánh xạ có thể cần đến để làm thích ứng điểm ảnh trong dải nhỏ hơn, ví dụ như khi định tỷ lệ nén. Thông thường, biến đổi phi tuyến tính có thể được thực hiện, ví dụ như phép mã hóa logarit có thể mã hóa (là luma) dải độ sáng lớn hơn nhiều trong một từ X-bit so với phép mã hóa tuyến tính, có thể là rằng các bước độ sáng khác nhau từ một giá trị sang giá trị kế tiếp không cách đều, nhưng cũng không cần như vậy đối với hệ thống thị giác của con người.

Cần lưu ý rằng sự khác biệt giữa hình ảnh LDR và ảnh HDR không phải chỉ đơn thuần là số lượng lớn bit được sử dụng cho hình ảnh HDR hơn so với cho hình ảnh LDR. Thay vào đó, hình ảnh HDR bao gồm dải độ sáng lớn hơn so với hình ảnh LDR và thường có giá trị độ sáng tối đa cao hơn, tức là, điểm trắng cao hơn. Thật vậy, trong khi hình ảnh LDR có độ sáng tối đa (màu trắng) chỉ tương ứng với không quá 500 nit, hình ảnh HDR có độ sáng tối đa (màu trắng) tương ứng với hơn 500 nit, và thường không ít hơn 1000 nit, 2000 nit hoặc thậm chí 4000 nit hoặc cao hơn. Do đó, hình ảnh HDR không chỉ đơn thuần sử dụng nhiều bit tương ứng với độ phân giải cao hơn hoặc sự lượng tử hóa cải thiện mà tương ứng với dải độ sáng thực tế lớn hơn. Như vậy, giá trị điểm ảnh sáng nhất có thể thường tương ứng với độ sáng/ánh sáng xuất ra cao hơn đối với hình ảnh HDR so với hình ảnh LDR. Thật vậy, hình ảnh HDR và hình ảnh LDR có thể sử dụng cùng số lượng bit nhưng với các giá trị hình ảnh HDR được

tham chiếu đến dải động độ sáng lớn hơn/độ sáng tối đa sáng hơn các giá trị hình ảnh LDR (và do đó với các hình ảnh HDR được thể hiện với mức lượng tử hóa thô hơn trên thang độ sáng).

Lý tưởng nhất, nội dung được cung cấp bởi thiết bị nhà cung cấp nội dung 101 sẽ được thu và mã hóa với tham chiếu đến dải độ sáng theo dải độ sáng của màn hình 107. Tuy nhiên, trong các hệ thống thực tế, nội dung có thể được hiển thị trên nhiều màn hình khác nhau với nhiều đặc điểm khác nhau, và/hoặc có thể được mã hóa theo các tiêu chuẩn dựa trên dải độ sáng khác với dải độ sáng của màn hình cụ thể 107. Hơn nữa, nội dung có thể ban đầu không được chụp bởi thiết bị chụp hoặc phương pháp chính xác theo dải độ sáng của màn hình này.

Theo đó, thông thường, sự hỗ trợ của HDR trong hệ thống nội dung đòi hỏi một số biến đổi, biến đổi giữa các dải độ sáng khác nhau. Ví dụ, nếu hình ảnh LDR được nhận và cần được biểu diễn trên màn hình HDR, biến đổi từ hình ảnh LDR sang HDR nên được thực hiện. Nếu hình ảnh HDR được nhận và phải được biểu diễn trên màn hình LDR, biến đổi từ HDR sang LDR nên được thực hiện. Biến đổi như vậy thường khá phức tạp và không chỉ đơn thuần tương đương với việc định tỉ lệ đơn giản trong các dải độ sáng do việc định tỷ lệ này sẽ dẫn đến việc ảnh sẽ được cảm nhận là có vẻ không tự nhiên. Thay vào đó, thông thường, sự biến đổi phức tạp thường được sử dụng và các biến đổi này thường được tham chiếu đến bằng cách sử dụng thuật ngữ ánh xạ tông màu.

Về nguyên tắc, sự biến đổi độ sáng như vậy có thể được thực hiện tại ba vị trí khác nhau trong hệ thống phân phối nội dung.

Một lựa chọn là thực hiện nó ở thiết bị nhà cung cấp nội dung 101. Thông thường, điều này có thể cho phép cùng hoạt động biến đổi độ sáng được phân phối cho nhiều màn hình nhờ đó cho phép sự biến đổi duy nhất để được sử dụng cho nhiều người dùng. Điều này có thể cho phép và thực hiện căn chỉnh phức tạp, và bằng tay tài nguyên yêu cầu ánh xạ tông màu được thực hiện, ví dụ như bởi chuyên gia ánh xạ tông màu có tay nghề cao. Trên thực tế, điều này có thể cung cấp ảnh tối ưu chủ quan cho dải độ sáng nhất định, thường được gọi là ánh xạ tông màu nghệ thuật. Tuy nhiên, phương pháp này cần nhiều tài nguyên và không khả thi khi áp dụng cho nhiều màn

hình. Hơn nữa, một dòng ảnh riêng biệt cần cho mỗi dải độ sáng được hỗ trợ dẫn đến nguồn tài nguyên truyền thông rất cao cần đến, đây là điểm không thực tế đối với nhiều hệ thống.

Một lựa chọn khác là thực hiện biến đổi độ sáng trong thiết bị xử lý hình ảnh 103. Tuy nhiên, do người sử dụng nói chung là không có kỹ năng về các sự biến đổi độ sáng và do nỗ lực cần có làm cho nó không thực tế thực hiện thích ứng bằng tay (cụ thể là cho hình ảnh chuyển động, chẳng hạn như video clip, phim v.v.), tốt hơn là, việc biến đổi nên được tự động. Tuy nhiên, sự biến đổi thông thường không thể cung cấp ảnh tối ưu. Cụ thể, sự biến đổi tối ưu có thể phụ thuộc vào loại nội dung cụ thể, đặc điểm dự định của ảnh (ví dụ như các sự biến đổi khác nhau có thể thích hợp cho cảnh dự định tối và cảnh đe dọa và cảnh mà chỉ cho cảnh tối để chỉ cảnh ban đêm). Hoặc sự biến đổi khác nhau có thể được áp dụng cho phim hoạt hình, hoặc tin tức. Hơn nữa, người tạo nội dung có thể quan tâm về tác động tiềm tàng của sự biến đổi tự động và có thể không muốn mất điều khiển về cách nội dung có thể được biểu diễn trong các kịch bản khác nhau. Ngoài ra, việc biến đổi tối ưu thường phụ thuộc vào các đặc điểm chính xác của màn hình 107 và sự biến đổi dựa trên một màn hình giả định, danh nghĩa hoặc tiêu chuẩn thông thường sẽ dẫn đến sự biến đổi không tối ưu.

Sự biến đổi có thể cũng được thực hiện trong màn hình 107.

Trong hệ thống trên Fig.1 thiết bị xử lý hình ảnh 103 bao gồm các chức năng thực hiện sự biến đổi dải động độ sáng trên ảnh (hoặc tập ảnh, chẳng hạn như chuỗi video) nhận được từ thiết bị xử lý nội dung 103 để tăng dải động của nó. Cụ thể, thiết bị xử lý hình ảnh 103 nhận ảnh từ thiết bị nhà cung cấp nội dung 101 sau đó xử lý hình ảnh để tạo ra ảnh có dải động cao hơn. Cụ thể, ảnh nhận được có thể là hình ảnh LDR được biến đổi thành hình ảnh HDR bằng cách áp dụng sự biến đổi dải động độ sáng để tăng dải động. Sau đó, hình ảnh biến đổi có thể được xuất ra màn hình 107 là màn hình HDR do đó dẫn đến hình ảnh LDR ban đầu nhận được được biến đổi thành hình ảnh HDR được hiển thị. Sự biến đổi dải động có thể ánh xạ giá trị độ sáng của (ít nhất một phần) của hình ảnh đầu vào gắn với một dải động thành các giá trị độ sáng cho (ít nhất một phần) của hình ảnh đầu ra gắn với dải động khác.

Trong kịch bản khác, thiết bị xử lý hình ảnh 103 có thể nhận ảnh từ thiết bị nhà cung cấp nội dung 101 và sau đó xử lý hình ảnh để tạo ra ảnh có dải động thấp. Cụ thể, ảnh nhận được có thể là hình ảnh HDR được biến đổi thành hình ảnh LDR bằng cách áp dụng sự biến đổi dải động độ sáng để giảm dải động. Sau đó, hình ảnh biến đổi có thể được xuất ra màn hình 107 là màn hình LDR do đó dẫn đến hình ảnh HDR ban đầu nhận được được biến đổi thành hình ảnh LDR để được hiển thị.

Trong hệ thống trên Fig.1, sự biến đổi dải động được làm thích ứng phụ thuộc vào thông tin nhận được từ thiết bị cung cấp nội dung 101 và/hoặc màn hình 107. Như vậy, trong hệ thống này, sự biến đổi dải động không chỉ là hoạt động được thực hiện cục bộ trong thiết bị xử lý hình ảnh 103 mà còn có thể phụ thuộc vào đặc điểm, tính chất hoặc thông tin từ thiết bị cung cấp nội dung 101 và/hoặc màn hình 107.

Đầu tiên, hệ thống trên Fig.1 sẽ được mô tả dựa trên kịch bản mà biến đổi dải động dựa trên thông tin cung cấp cho thiết bị xử lý hình ảnh 103 từ thiết bị nhà cung cấp nội dung 101.

Fig.2 minh họa một ví dụ về các bộ phận của thiết bị xử lý hình ảnh 103 trên Fig.1.

Thiết bị xử lý hình ảnh 103 bao gồm bộ thu 201 nhận được tín hiệu hình ảnh từ thiết bị cung cấp nội dung 101. Tín hiệu hình ảnh bao gồm một hoặc nhiều hình ảnh mã hóa. Trong nhiều kịch bản tín hiệu hình ảnh có thể là tín hiệu video bao gồm chuỗi video mã hóa, tức là chuỗi ảnh. Cần hiểu rằng phương pháp mã hóa ảnh phù hợp bất kỳ có thể được sử dụng bao gồm, ví dụ như phương pháp mã hóa ảnh JPEG, phương pháp mã hóa video MPEG, v.v.. hình ảnh mã hóa được thể hiện bởi các giá trị điểm ảnh mà với mỗi điểm ảnh của ảnh thể hiện đầu ra ánh sáng tương ứng cho điểm ảnh (hoặc cho điểm ảnh con kênh màu riêng biệt). Các giá trị điểm ảnh có thể được cung cấp theo hệ thống thể hiện màu sắc thích hợp bất kỳ, ví dụ như RGB, YUV, v.v..

Tín hiệu hình ảnh còn bao gồm tham chiếu màn hình đích đó là chỉ báo của dải động của màn hình đích mà hình ảnh mã hóa thứ nhất được mã hóa cho nó. Do đó, tham chiếu màn hình đích cung cấp tham chiếu cho hình ảnh mã hóa phản ánh dải động mà ảnh nhận được đã được xây dựng. Tham chiếu màn hình đích có thể chỉ ra độ

sáng mà ánh xạ tông màu ở thiết bị nhà cung cấp nội dung 101 đã được thiết kế cho nó, và được tối ưu hóa cụ thể cho nó.

Thiết bị nhà cung cấp nội dung 101 được bố trí để tạo ra tín hiệu hình ảnh mà không chỉ bao gồm bản thân hình ảnh mã hóa mà còn là tham chiếu màn hình đích thể hiện dải động của màn hình mà tín hiệu mã hóa đã được tạo ra. Cụ thể, thiết bị nhà cung cấp nội dung 101 có thể nhận được hình ảnh mã hóa từ nguồn bên trong hoặc bên ngoài., ví dụ như ảnh có thể được cung cấp như là kết quả của việc phân loại tông màu bằng tay tối ưu hóa hình ảnh mã hóa cho màn hình cụ thể. Ngoài ra, thiết bị nhà cung cấp nội dung 101 có thể thu được thông tin của màn hình cụ thể đã được sử dụng để tối ưu hóa, ví dụ như qua thông tin hiển thị đã được tự động thông báo cho thiết bị nhà cung cấp nội dung 101 từ màn hình (ví dụ như thiết bị nhà cung cấp nội dung 101 cũng có thể bao gồm các chức năng cần thiết để hỗ trợ ánh xạ tông màu bằng tay và có thể được kết nối với màn hình đích/tham chiếu được sử dụng để lập ánh xạ tông màu này). Một ví dụ khác, ảnh ánh xạ tông màu mã hóa có thể được nhận được trên phương tiện mà trên đó các thuộc tính của màn hình liên quan cũng được lưu trữ. Lấy một thí dụ, thiết bị nhà cung cấp nội dung 101 có thể nhận được thông tin về đặc tính của màn hình đích bởi người dùng nhập vào bằng tay.

Thiết bị nhà cung cấp nội dung 101 có thể, để đáp ứng với thông tin như vậy, tạo ra tín hiệu hình ảnh bao gồm cả hình ảnh mã hóa lẫn tham chiếu màn hình đích chỉ rõ dải động của màn hình đích đã được sử dụng để lập ánh xạ tông màu., ví dụ như giá trị dữ liệu tương ứng với việc nhận được dạng độ sáng điểm trắng và tùy chọn chức năng truyền quang điện tương ứng với màn hình đích có thể được bao gồm trong tín hiệu hình ảnh của thiết bị nhà cung cấp nội dung 101.

Thiết bị xử lý hình ảnh 103 còn bao gồm bộ xử lý dải động 203 áp dụng sự biến đổi dải động lên hình ảnh mã hóa nhận được để tạo ra hình ảnh đầu ra với dải động cao hơn, tức là tương ứng với dải động độ sáng lớn hơn đầu ra khi hình ảnh được hiển thị. Cụ thể, hình ảnh mã hóa đầu vào có thể là ảnh được mã hóa cho màn hình LDR với điểm trắng độ sáng tối đa 500 nit và có thể được biến đổi thành hình ảnh đầu ra HDR với độ sáng điểm trắng tối đa, ví dụ như 1000 hoặc 2000 nit. Thông thường, sự biến đổi dải động cũng có thể tăng số lượng bit được sử dụng để thể hiện cho mỗi giá trị,

nhưng cần hiểu rằng điều này không cần thiết và trong một số phương án cùng số lượng bit (hoặc thực sự thậm chí ít bit hơn) có thể được sử dụng cho hình ảnh đầu ra hơn so với hình ảnh đầu vào. Một ví dụ khác, hình ảnh mã hóa đầu vào có thể là hình ảnh mã hóa cho màn hình HDR với độ sáng điểm trắng tối đa 2000 nit và có thể được biến đổi thành hình ảnh đầu ra LDR với độ sáng điểm trắng tối đa, ví dụ như 500 nit. Sự biến đổi giảm dải động cũng có thể bao gồm việc giảm số lượng bit được sử dụng cho các giá trị điểm ảnh.

Việc biến đổi dải động được thực hiện để đáp ứng với tham chiếu màn hình đích và do đó có thể được điều chỉnh để tính đến không chỉ dải độ sáng đầu ra mong muốn mà còn đến dải độ sáng mà ảnh nhận được đã được mã hóa. Ví dụ, hệ thống có thể làm thích ứng với biến đổi dải động để sự biến đổi tạo ra hình ảnh đầu ra cho 1000 nit sẽ khác nhau tùy thuộc vào việc hình ảnh đầu vào được tạo ra cho hình ảnh 300 nit hoặc 500 nit. Điều này có thể dẫn đến hình ảnh đầu ra được cải thiện đáng kể.

Thật vậy, trong một số phương án bản thân hình ảnh đầu vào có thể là hình ảnh HDR, chẳng hạn như ảnh 1000 nit. Việc biến đổi tối ưu ảnh đó thành hình ảnh 2000 nit tương ứng và hình ảnh 5000 nit thường sẽ khác nhau và việc cung cấp tham chiếu màn hình đích có thể cho phép thiết bị xử lý hình ảnh 103 tối ưu hóa biến đổi dải động cho tình thế cụ thể, qua đó cung cấp ảnh được cải thiện nhiều cho các đặc tính hiển thị cụ thể. Thật vậy, nếu màn hình là màn hình 500 nit, việc biến đổi dải động nên thực hiện việc nén dải động chứ không phải là mở rộng.

Các phương pháp có thể có lợi trong hệ thống phân phối nội dung không đồng nhất, chẳng hạn như các quá trình đang được cảm nhận được cho các hệ thống truyền hình tương lai. Thực sự, độ sáng (đỉnh) của TV HDR LCD/LED hiện đang gia tăng nhanh chóng và trong tương lai gần, màn hình với nhiều độ sáng (cực đại) dự kiến sẽ cùng tồn tại trên thị trường. Ảnh sáng hơn trông đẹp hơn trên màn hình TV và TV sáng hơn bán tốt hơn trong các cửa hàng. Mặt khác, màn hình "chất lượng thấp" trong máy tính xách tay, máy tính bảng và điện thoại thông minh cũng đang trở nên rất phổ biến và cũng được sử dụng cho việc cung cấp nội dung truyền hình.

Do độ sáng màn hình (và thường là chức năng chuyển quang điện xác định cách màn hình biến đổi các giá trị điều khiển đầu vào điểm ảnh (màu) thành các giá trị ảnh

sáng mà sau đó cung cấp một ấn tượng nghe nhìn sinh lý cụ thể đến người xem) không còn được biết đến ở bên tạo nội dung (và hơn nữa nói chung là khác với màn hình tham chiếu mà nội dung được dự định/phân loại), sẽ trở thành thách thức để cung cấp chất lượng hình ảnh tốt nhất/tối ưu trên màn hình này. Hơn nữa, trong khi một số khác biệt về độ sáng màn hình có thể đã tồn tại trong quá khứ, sự thay đổi này tương đối nhỏ và giả định về độ sáng cố định được biết đến không đưa vào sự giảm sút đáng kể (và thường có thể được bù bằng tay bởi người sử dụng, ví dụ như bằng cách thiết lập độ sáng và/hoặc độ tương phản của màn hình).

Tuy nhiên, do sự gia tăng đáng kể về loại màn hình (điện thoại thông minh, máy tính bảng, máy tính xách tay, màn hình máy tính, màn hình CRT, màn hình TV LCD truyền thống và màn hình HDR sáng), các đặc điểm (cụ thể là độ sáng và độ tương phản) của màn hình được sử dụng để hiển thị có sự biến đổi lớn. Ví dụ, độ tương phản và độ sáng cực đại của hệ thống hiển thị cao cấp hiện hành liên tục tăng và mẫu hiển thị mới đã được phát triển với độ sáng cực đại cao đến 5000cd/m^2 và tỷ lệ tương phản lớn đến 5-6 lần. Mặt khác các màn hình đang được sử dụng, ví dụ điện thoại thông minh và máy tính bảng, đang ngày càng trở nên phổ biến hơn nhưng có đặc tính hiệu suất tương đối thấp.

Như đã đề cập, chẳng hạn như video cho phim v.v., được xử lý ở phía tạo nội dung để cung cấp ảnh kết xuất mong muốn. Ví dụ, khi bộ phim được phát hành để phân phối chung (chẳng hạn như DVD hoặc Blu-rayTM), nhà sản xuất/studio thường làm thích ứng và điều chỉnh ảnh để xuất hiện tối ưu trên màn hình cụ thể. Quá trình này thường được gọi là phân loại màu sắc và ánh xạ tông màu. Ánh xạ tông màu có thể được coi là ánh xạ phi tuyến tính của giá trị luma của điểm hình ảnh đầu vào thành giá trị luma của điểm hình ảnh đầu ra. Ánh xạ tông màu được thực hiện để phù hợp video với đặc điểm của màn hình, điều kiện xem và sở thích chủ quan. Trong trường hợp ánh xạ tông màu cục bộ, việc xử lý thay đổi tùy thuộc vào vị trí của điểm ảnh trong ảnh. Trong trường hợp ánh xạ tông màu toàn cục, tương tự việc xử lý được áp dụng cho tất cả các điểm ảnh.

Ví dụ, khi biến đổi nội dung để theo thích hợp cho việc phân phối tiêu dùng nói chung, ánh xạ tông màu thường được thực hiện để cung cấp đầu ra mong muốn trên

màn hình LDR tiêu chuẩn. Điều này có thể được thực hiện bằng tay bởi các chuyên gia phân loại màu sắc cân bằng nhiều khía cạnh chất lượng hình ảnh để tạo ra "vẻ" mong muốn cho cốt truyện. Điều này có thể liên quan đến việc cân bằng sự tương phản vùng và cục bộ, đôi khi thậm chí là các điểm ảnh cố tình bị cắt. Do đó, thông thường là ánh xạ tông màu ở giai đoạn này không chỉ đơn thuần là sự biến đổi tự động đơn giản mà thường là biến đổi bằng tay, chủ quan và nghệ thuật.

Nếu nội dung được phân loại cho màn hình đích HDR chứ không phải là màn hình đích LDR, kết quả của ánh xạ tông màu thường sẽ rất khác nhau. Vì vậy, khi chỉ hiển thị nội dung video mã hóa cho màn hình LDR trên màn hình HDR, ảnh kết quả sẽ khác đáng kể so với ảnh tối ưu. Tương tự, nếu hình ảnh HDR được tối ưu hóa chỉ hiển thị trên màn hình LDR, việc giảm nhiều chất lượng hình ảnh nhận được thức được có thể xảy ra.

Vấn đề này, trong hệ thống trên Fig.1, được giải quyết bởi việc biến đổi dải động được thực hiện trong thiết bị xử lý hình ảnh 103 nhưng dựa trên thông tin nhận được, tốt hơn là, từ thiết bị nhà cung cấp nội dung 101 và màn hình 107. Bằng cách này, việc biến đổi dải động (cụ thể là thuật toán lập ánh xạ tông màu) có thể được điều chỉnh để xem xét các đặc điểm của ánh xạ tông màu đã được thực hiện trong thiết bị nhà cung cấp nội dung 101 và dải độ sáng cụ thể của màn hình 107. Cụ thể, ánh xạ tông màu được thực hiện tại thiết bị xử lý hình ảnh 103 có thể phụ thuộc vào màn hình đích mà ánh xạ tông màu được thực hiện ở phía tạo nội dung.

Thiết bị nhà cung cấp nội dung 101 cung cấp tham chiếu màn hình đích cho thiết bị xử lý hình ảnh 103 (hoặc riêng rẽ hoặc kết hợp với hình ảnh mã hóa, tức là tín hiệu hình ảnh có thể được tạo thành từ hai đường truyền thông dữ liệu riêng biệt). Cụ thể, tham chiếu màn hình đích có thể bao gồm hoặc là độ sáng điểm trắng của màn hình đích.

Ví dụ, đối với hệ thống có độ phức tạp tương đối thấp, thiết bị nhà cung cấp nội dung 101 có thể chỉ đơn giản là truyền dấu hiệu của độ sáng điểm trắng của màn hình đích cho từng hình ảnh mã hóa (video) đã được mã hóa. Ví dụ, dữ liệu có thể được truyền cho biết số lượng nit có sẵn ở màn hình đích. Sau đó, việc biến đổi dải động có thể làm thích nghi sự biến đổi dựa trên số lượng nit. Ví dụ, nếu thiết bị xử lý hình ảnh

103 đang thực hiện biến đổi dải động để tạo ra hình ảnh đầu ra cho màn hình 2000 nit, kiến thức về việc hình ảnh đầu vào được ánh xạ tông màu sang màn hình 500 nit hoặc một trong số 1000 bit có thể được sử dụng để tối ưu hóa sự biến đổi dải động được thực hiện tại thiết bị xử lý hình ảnh 103. Trong cả hai kịch bản, việc biến đổi dải động có thể áp dụng sự biến đổi phi tuyến nhưng sự biến đổi phi tuyến này có thể có các đặc điểm khác nhau cho hai kịch bản, tức là phụ thuộc vào điểm trắng của màn hình đích được sử dụng để lập ánh xạ tông màu ở phía cung cấp nội dung.

Ví dụ, ánh xạ sau đây giữa tông màu điểm ảnh hình ảnh LDR nhận được được ánh xạ cho màn hình đích 500 nit và các điểm ảnh hình ảnh HDR đầu ra cho màn hình 2000 nit người dùng đầu cuối có thể được thực hiện:

0-200 nit → 0-200 nit

200 - 300 nit → 200-600 nit

300 - 400 nit → 600-1000 nit

400 - 500 nit → 1000-2000 nit

Tuy nhiên, đối với màn hình đích 1000 nit, ánh xạ sau đây có thể được thực hiện:

0-200 nit → 0-200 nit

200-700 nit → 200-1000 nit

700 - 1000 nit → 1000-2000 nit

Như vậy, về giá trị tương đối (tỷ lệ phần trăm ánh xạ đầy đủ), hai ánh xạ khác nhau có thể được thể hiện trên Fig.3, trong đó mối quan hệ giữa tỷ lệ phần trăm của mức trắng cho hình ảnh đầu vào trên trục x so với tỷ lệ phần trăm của mức trắng cho hình ảnh đầu ra trên trục y được thể hiện lần lượt là màn hình đích 500 nit 301 và màn hình đích 1000 nit. Trong ví dụ này, hai ánh xạ tông màu phi tuyến tính rất khác nhau được áp dụng cho màn hình của cùng một người dùng tùy thuộc vào tham chiếu màn hình đích đã được sử dụng/giả định ở phía bên cung cấp nội dung.

Cần hiểu rằng cùng các ánh xạ có thể được sử dụng để lập ánh xạ từ ảnh tối ưu 2000 nit sang ảnh tối ưu 500 hoặc 1000 nit qua việc tráo đổi các trục (tương ứng với việc áp dụng ánh xạ nghịch đảo mô tả ở trên). Cần hiểu rằng ánh xạ đến, ví dụ như ánh

tối ưu hóa 500 nit, có thể được điều chỉnh tùy thuộc vào việc hình ảnh đầu vào là ảnh tối ưu hóa 1000, 2000 hoặc 4000 nit.

Theo một số phương án thực hiện, tham chiếu màn hình đích có thể, theo cách khác hoặc bổ sung, bao gồm chỉ báo chức năng chuyển điện quang cho màn hình đích. Ví dụ, dấu hiệu hệ số ảnh cho màn hình đích có thể được bao gồm vào.

Chức năng chuyển điện quang (EOTF) của màn hình mô tả mối quan hệ giữa giá trị luma đầu vào (điều khiển) (Y') và độ sáng đầu ra (Y) cho màn hình. Chức năng biến đổi này phụ thuộc vào nhiều đặc tính của màn hình. Cũng vẫn thiết lập người dùng như độ sáng và độ tương phản có thể có ảnh hưởng nhiều đến chức năng này. Fig.4 minh họa ví dụ thông thường về EOTF cho giá trị đầu vào 8-bit (256 mức).

Việc truyền thông EOTF của màn hình đích có thể cung cấp một đặc tính có lợi của màn hình đích hoặc tham chiếu được sử dụng để tạo ra hình ảnh mã hóa hoặc video. Sau đó, đặc tính này có thể được sử dụng ở thiết bị xử lý hình ảnh 103 để làm thích ứng biến đổi dải động với sự khác biệt giữa đặc tính của màn hình đích và màn hình người dùng đầu cuối. Ví dụ, biến đổi dải động có thể bao gồm phần bù đảo ngược một tỷ lệ giữa các EOTF của màn hình đích/tham chiếu và màn hình người dùng đầu cuối.

Cần hiểu rằng có rất nhiều cách để mô tả EOTF. Một khả năng là cung cấp tập các giá trị mẫu của EOTF. Sau đó, thiết bị xử lý hình ảnh 103 có thể nội suy giữa các điểm lấy mẫu, ví dụ như sử dụng nội suy tuyến tính đơn giản. Một khả năng khác là cung cấp mô hình cụ thể của hành vi định tỷ lệ độ xám/tương phản của màn hình ít nhất là qua phần của dải hiển thị. Một ví dụ khác, thiết bị nhà cung cấp nội dung 101 có thể truyền thông hàm toán học cụ thể đặc trưng cho EOTF. Trong một số kịch bản, tập màn hình đích có thể được xác định trước với thông số liên quan đến các mô hình/chức năng đang được lưu trữ cục bộ trong thiết bị xử lý hình ảnh 103. Trong trường hợp đó, thiết bị nhà cung cấp nội dung 101 chỉ có thể truyền thông mã số nhận được dạng của màn hình đích cho thiết bị xử lý hình ảnh 103.

Ví dụ, hàm toán học cơ bản có thể được xác định trước và chỉ báo hiển thị đích có thể bao gồm các thông số để làm thích ứng với chức năng định trước để mô tả EOTF của màn hình đích cụ thể. Ví dụ, EOTF có thể được đặc trưng bởi hàm hệ số

ảnh được sử dụng cho màn hình thông thường, và chỉ báo màn hình đích có thể cung cấp hệ số ảnh cụ thể cho màn hình đích.

Trong nhiều hệ thống, chỉ báo màn hình đích có thể bao gồm độ sáng tối đa và hệ số ảnh của màn hình đích. Do đó, cụ thể, đặc tính của EOTF có thể được cung cấp bởi hai giá trị, cụ thể là hệ số ảnh và điểm trắng/độ sáng tối đa. Phần mô tả sau đây sẽ tập trung vào kịch bản này.

Phần mô tả này tập trung vào phương án trong đó hệ thống phân phối theo chuẩn Blu-ray™. Blu-ray™ là họ định dạng phân phối Audio/Video/Dữ liệu dựa trên công nghệ đĩa quang. BD-ROM™ là viết tắt của đĩa Blu-ray định dạng chỉ đọc. Định dạng này được sử dụng chủ yếu để phân phối video độ nét cao (2D và 3D) và âm thanh chất lượng cao.

Bộ phát BD-ROM™ có hai chế độ hoạt động: HDMV và BD-J. Tại bất kỳ thời điểm nào, bộ phát hoặc trong chế độ HDMV hoặc chế độ BD-J. Bộ phát lại 5 profile Blu-ray™ có tính năng cung cấp video/đồ họa 3D bên cạnh việc hiển thị video/đồ họa 2D tiêu chuẩn. Ví dụ, Fig.5 cho thấy mô hình cho các mặt phẳng biểu diễn trong chế độ HDMV-2D.

Lấy một ví dụ cụ thể của hệ thống trên Fig.1, tín hiệu hình ảnh có thể là tín hiệu video được mã hóa trên BDRM™ và do đó thiết bị xử lý hình ảnh 103, cụ thể, có thể là bộ phát lại Blu-ray™. Video mã hóa có thể là nội dung video sơ cấp hoặc tùy chọn nội dung video thứ cấp trên đĩa. Video sơ cấp thường là phim thực tế 2D hoặc có thể ở định dạng lập thể 3D.

Để đạt được chất lượng hình ảnh tối ưu trong hệ thống BDRM™, hệ thống trên Fig.1 sử dụng việc tăng thêm cho kỹ thuật BDRM™ cho phép để truyền thông số hiển thị đích. Dữ liệu này cùng với thông tin giả định hoặc thực tế của màn hình của người dùng đầu cuối, sau đó được sử dụng bởi bộ phát lại BDRM™ để thực hiện biến đổi dải động. Cụ thể, bộ phát lại BDRM™ (thiết bị xử lý hình ảnh 103) có thể thực hiện ánh xạ tông màu video bổ sung hoặc xử lý khác tùy thuộc vào đặc điểm của màn hình đích và/hoặc màn hình của người dùng đầu cuối.

Một lựa chọn để truyền thông tin về thông số của màn hình đích là bằng cách nhúng dữ liệu chỉ rõ các giá trị thông số trong dữ liệu BDRM™ trên đĩa. Một cấu

trúc dữ liệu mở rộng trong tập tin danh sách (xxxxx.mpls) có thể được sử dụng cho việc này. Cấu trúc dữ liệu mở rộng này sẽ có một nhận được dạng duy nhất và mới. Bộ phát lại BDRM™ kế thừa không tương thích sẽ không biết gì về cấu trúc dữ liệu mới này và chỉ đơn thuần sẽ bỏ qua nó. Điều này sẽ đảm bảo tính tương thích ngược. Một cài đặt có thể của cú pháp và ngữ nghĩa của Target_Display_descriptor (phần tử mô tả màn hình đích) được thể hiện dưới đây.

Cú pháp	Số bit	Ký hiệu nhớ
Target_Display_Descriptor () {		
Abs_Max_Luminance	8	uimsbf
Hệ số ảnh (hoặc mô hình hành vi giá trị màu xám của màn hình, chẳng hạn như EOTF)	8	uimsbf
}		

Trong ví dụ này, Abs_Max_Luminance là thông số với giá trị, ví dụ như từ 0 đến 255 cho biết độ sáng lớn nhất tuyệt đối/điểm trắng tuyệt đối của màn hình đích theo:

$$\text{Độ sáng lớn nhất tuyệt đối theo cd/m}^2 = \text{Abs_Max_Luminance [bit0-4]} \times 10^{\text{Abs_Max_Luminance [bit5-7]}}.$$

Cần hiểu rằng lượng bit khác cho phần định trị hoặc số mũ của có thể được sử dụng.

Hệ số ảnh là thông số với giá trị, ví dụ như nằm trong khoảng từ 0 đến 255 cho biết hệ số ảnh của màn hình đích theo:

$$\text{Hệ số ảnh của EOTF của màn hình} = \text{Hệ số ảnh}/25.$$

Vì vậy, trong ví dụ này, một tham chiếu màn hình đích được cấp cho thiết bị xử lý hình ảnh 103 bởi BDRM™ bao gồm độ sáng lớn nhất tuyệt đối và giá trị hệ số ảnh cho màn hình đích mà tín hiệu video được tạo ra. Sau đó, thiết bị xử lý hình ảnh 103 sử dụng thông tin này khi thực hiện sự biến đổi dải động tự động để tăng hoặc giảm

dải động của tín hiệu video cho màn hình có độ sáng thấp hơn/cao hơn của người dùng đầu cuối.

Cần hiểu rằng nhiều sự biến đổi dải động khác nhau có thể được thực hiện và có nhiều cách khác nhau để làm thích ứng sự biến đổi dải động này dựa trên tham chiếu màn hình đích có thể được sử dụng. Trong phần tiếp theo, các ví dụ khác nhau được đưa ra nhưng cần hiểu rằng các phương pháp khác có thể được sử dụng trong các phương án khác.

Đầu tiên, sự khác biệt về ánh xạ tối ưu của ảnh ban đầu cho trước tương ứng hình ảnh LDR và hình ảnh HDR có thể được minh họa trên Fig.6 trong đó thể hiện một ví dụ về ánh xạ tông màu khác nhau mà có thể được sử dụng cho màn hình LDR (phần dưới của hình vẽ) và màn hình HDR (phần trên của hình vẽ). ảnh ban đầu như nhau cho cả hai màn hình LDR và màn hình HDR. Các biểu đồ của ảnh này được hiển thị ở bên trái trên Fig.6. Thấy rằng hầu hết các điểm ảnh có giá trị luma trong dải trung bình dưới. Biểu đồ cũng cho thấy đỉnh nhỏ thứ hai ở giá trị luma cao (ví dụ như đèn pha của một chiếc xe hoặc đèn pin).

Trong ví dụ này, ánh xạ tông màu được thể hiện bởi ba bước xử lý liên tiếp:

Cắt: Lập ánh xạ các giá trị luma trong dải cao và thấp thành số lượng giới hạn các giá trị luma đầu ra.

Mở rộng: Làm thích ứng dải động với dải động luma mong muốn.

Độ sáng: Làm thích ứng mức sáng trung bình cho độ sáng tối ưu.

Trong trường hợp LDR, dải luma được ánh xạ thành dải độ sáng của màn hình LDR. Dải động của ảnh ban đầu lớn hơn nhiều và do đó ảnh ban đầu được cắt bớt nhiều để thích ứng với dải động hạn chế của màn hình.

Trong trường hợp HDR (phần trên của hình vẽ) việc cắt có thể ít nghiêm trọng bởi vì dải động của màn hình có giá trị lớn hơn so với màn hình LDR.

Fig.6 là biểu đồ sau mỗi bước xử lý cũng như biểu đồ của hình ảnh được hiển thị trên màn hình LDR và HDR, tương ứng. Cụ thể, các biểu đồ bên phải minh họa cho hình ảnh ánh xạ tông màu LDR khi được hiển thị trên màn hình HDR và ngược lại. Trong trường hợp thứ nhất ảnh sẽ quá sáng và các giá trị luma dải thấp và cao sẽ mất

quá nhiều chi tiết. Trong trường hợp thứ hai ảnh sẽ quá tối và các giá trị luma khoảng giữa bị mất quá nhiều chi tiết và độ tương phản.

Như có thể thấy, chỉ đơn thuần biểu diễn ảnh tối ưu hóa LDR (phiên bản thu nhỏ của độ sáng) trên màn hình HDR (hoặc ngược lại) có thể làm giảm đáng kể chất lượng hình ảnh, và do đó thiết bị xử lý hình ảnh 103 có thể thực hiện sự biến đổi dải động để tăng ảnh chất lượng. Hơn nữa, do việc tối ưu hóa được thực hiện tại phòng thu phụ thuộc nhiều vào đặc điểm của màn hình mà việc tối ưu hóa được thực hiện, sự biến đổi dải động tối ưu hóa được thực hiện bởi thiết bị xử lý hình ảnh 103 không chỉ đơn thuần phụ thuộc vào màn hình của người dùng đầu cuối mà còn phụ thuộc vào màn hình tham chiếu. Theo đó, tham chiếu màn hình đích được cung cấp cho thiết bị xử lý hình ảnh 103 cho phép thiết bị xử lý hình ảnh 103 thực hiện sự biến đổi dải động mong muốn không chỉ đơn thuần dựa trên các đặc điểm giả định hoặc được biết đến của màn hình của người dùng đầu cuối, mà còn dựa trên màn hình thực tế sử dụng ở phía nhà cung cấp nội dung. Thật vậy, có thể coi là việc cung cấp tham chiếu màn hình đích cho phép thiết bị xử lý hình ảnh 103 đảo ngược một phần hoặc hoàn toàn một số ánh xạ tông màu được thực hiện bên phòng thu do đó cho phép ước lượng các đặc điểm của ảnh ban đầu. Dựa trên dự đoán này, sau đó thiết bị xử lý hình ảnh 103 có thể áp dụng ánh xạ tông màu mong muốn được tối ưu hóa cho các đặc tính dải động cụ thể của màn hình HDR người dùng đầu cuối.

Cần hiểu rằng thiết bị xử lý hình ảnh 103 thường không tìm cách để thực hiện ánh xạ tông màu ngược cụ thể để tái tạo lại tín hiệu ban đầu theo sau là ánh xạ tông màu thích hợp cho màn hình của người dùng đầu cuối cụ thể. Thật vậy, thông thường sự biến đổi dải động sẽ không cung cấp đủ thông tin để thực hiện ánh xạ tông màu ngược và ánh xạ tông màu được thực hiện bởi nhà cung cấp nội dung thường có thể là phần không thể đảo ngược. Tuy nhiên, thiết bị xử lý hình ảnh 103 có thể thực hiện sự biến đổi dải động mà tìm cách làm thích ứng ảnh nhận được bởi sự biến đổi dải động cung cấp một kết quả mà có thể là một xấp xỉ (có thể rất thô) của các hoạt động lý thuyết của ánh xạ tông màu ngược để tạo ra ảnh ban đầu theo sau là ánh xạ tông màu tối ưu hóa của ảnh ban đầu cho dải động cụ thể mong muốn. Do đó, thiết bị xử lý hình ảnh 103 chỉ đơn giản là có thể áp dụng, ví dụ như ánh xạ đơn giản từ các giá trị luma

của đầu vào cho sự biến đổi dải động thành các giá trị luma thích hợp ở đầu ra của quá trình biến đổi. Tuy nhiên, việc lập ánh xạ này không chỉ phản ánh ánh xạ tông màu mong muốn của ảnh ban đầu cho màn hình người dùng đầu cuối cho trước mà còn phụ thuộc vào ánh xạ tông màu thực tế đã được thực hiện tại thiết bị nhà cung cấp nội dung 101. Do đó, thiết bị xử lý hình ảnh 103 có thể sử dụng sự biến đổi dải động để làm thích ứng sự biến đổi đã áp dụng để tính đến và làm thích ứng với ánh xạ tông màu đã được thực hiện.

Ví dụ, thiết bị xử lý hình ảnh 103 có thể được bố trí để cung cấp hình ảnh đầu ra để hiển thị trên hình ảnh HDR với độ sáng tối đa định trước (chẳng hạn như 4000 nit). ảnh/video nhận được có thể là tông màu được ánh xạ để hiển thị LDR 500 nit. Do đó ánh xạ tông màu này đã được tối ưu hóa ảnh cho độ sáng tối đa nhất định và hệ số ảnh nhất định. Cụ thể, chức năng hệ số ảnh có thể là đường cong 701 trên Fig.7 và hình ảnh kết quả khi biểu diễn trên màn hình 500 nit có thể như trên Fig.8.

Khi ảnh cần được biểu diễn trên màn hình HDR, chẳng hạn như màn hình 4000 nit, thường mong muốn rằng đầu ra ánh sáng cho các vùng tối không thay đổi đáng kể trong khi đầu ra ánh sáng cho vùng sáng phải được tăng lên nhiều. Do đó, mối quan hệ rất khác nhau giữa giá trị độ sáng (tuyến tính) và các giá trị điều khiển thực tế cần đến. Cụ thể, ảnh cải thiện đáng kể được tạo ra cho hình ảnh HDR nếu đường cong lập ánh xạ 703 trên Fig.7 được sử dụng, nghĩa là nếu hệ số ảnh cao hơn đã được áp dụng khi ánh xạ tông màu bên cung cấp nội dung. Tuy nhiên, ánh xạ này sẽ cao hơn trên màn hình 500 nit dẫn đến ảnh có vẻ như là quá tối như được minh họa trên Fig.9.

Trong hệ thống này, thiết bị xử lý hình ảnh 103 được thông báo về giá trị hệ số ảnh cho màn hình đích ở phía cung cấp nội dung, và do đó có thể tạo ra đường cong 701. Hơn nữa, đường cong mong muốn 703 được biết là phụ thuộc vào dải động hiển thị mà hình ảnh đầu ra được tạo ra (ví dụ như, có thể được cung cấp cho thiết bị xử lý hình ảnh 103 từ màn hình 107 hoặc có thể được giả định/xác định trước). Do đó, thiết bị xử lý hình ảnh 103 có thể áp dụng chuyển cho mỗi giá trị độ sáng điểm ảnh tương ứng với việc biến đổi từ đường cong 701 cho đường cong 703. Bằng cách này, thiết bị xử lý hình ảnh 103 có thể tiếp tục sử dụng tham chiếu màn hình đích được cung cấp từ thiết bị nhà cung cấp nội dung 101 để áp dụng sự biến đổi dải động mà biến đổi tín

hiệu đầu ra được tạo ra từ một màn hình thích hợp cho màn hình LDR sang màn hình thích hợp cho màn hình HDR.

Cần hiểu rằng các xem xét tương tự có thể áp dụng khi thực hiện biến đổi dải động để làm giảm dải động. Ví dụ, nếu nội dung nhận được sẽ được hiển thị trên màn hình có độ sáng thấp, chất lượng thấp, chẳng hạn như màn hình điện thoại di động, hệ số ảnh hưởng thích cho các đường cong ánh xạ có thể được thể hiện bằng đường cong 705 trên Fig.7, tức là hệ số ảnh nhỏ hơn có thể được ưu tiên. Khi được biểu diễn trên màn hình LDR 500 nit bình thường, ảnh tương ứng sẽ xuất hiện quá sáng và có quá ít tương phản như được chỉ ra trên Fig.10, và thực sự là kịch bản sẽ còn tồi tệ hơn cho màn hình HDR.

Vì vậy, nếu thiết bị xử lý hình ảnh 103 đang tạo ra ảnh cho màn hình độ sáng thấp, có thể tiến hành thực hiện sự biến đổi dải động làm giảm dải động bằng cách điều chỉnh các giá trị độ sáng cho sự khác biệt về hệ số ảnh giữa các đường cong 701 và 705.

Một ví dụ khác, nếu thiết bị nhà cung cấp nội dung 101 cung cấp ảnh dành cho màn hình độ sáng/dải động thấp và do đó ảnh được mã hóa theo đường cong 705, thiết bị xử lý hình ảnh 103 có thể sử dụng kiến thức về hệ số ảnh này được cung cấp bởi sự biến đổi để biến đổi các giá trị nhận được thành các giá trị thích hợp cho hoặc là màn hình 500 nit bằng cách làm thích ứng cho sự khác biệt giữa các đường cong 705 và 701, hoặc cho màn hình 4000 bằng cách làm thích ứng cho sự khác biệt giữa các đường cong 705 và 703.

Do đó, việc cung cấp sự biến đổi dải động chỉ rõ độ sáng/độ sáng điểm trắng tối đa và giá trị hệ số ảnh giả định cho màn hình đích cho phép thiết bị xử lý hình ảnh 103 biến đổi ảnh nhận được sang giá trị hệ số ảnh thích hợp cho độ sáng cụ thể của màn hình mà trên đó ảnh được hiển thị.

Trong một số hệ thống, tham chiếu màn hình đích có thể bao gồm dấu hiệu chỉ rõ ánh xạ tông màu thể hiện ánh xạ tông màu được sử dụng để tạo ra dòng video mã hóa thứ nhất cho màn hình đích thứ nhất.

Trong một số hệ thống, tham chiếu màn hình đích có thể trực tiếp cung cấp thông tin về một số trong số các ánh xạ tông màu cụ thể đã được thực hiện tại bên

cung cấp nội dung. Ví dụ, tham chiếu màn hình đích có thể bao gồm thông tin xác định độ sáng điểm trắng và hệ số ảnh mà hình ảnh LDR (hoặc HDR) đã được tạo ra, ví dụ như màn hình mà ánh xạ tông màu đã được thực hiện. Tuy nhiên, tham chiếu màn hình đích có thể cung cấp một số thông tin cụ thể, ví dụ như xác định một số thông tin bị mất trong ánh xạ tông màu mà đã được thực hiện tại bên cung cấp nội dung.

Chẳng hạn như trong ví dụ trên Fig.6, ảnh ánh xạ tông màu LDR tương ứng với ảnh cắt có thể được nhận được bởi thiết bị xử lý hình ảnh 103. Thiết bị xử lý hình ảnh 103 có thể áp dụng sự biến đổi dải động mà ánh xạ điều này thành dải động thích hợp và mối quan hệ phi tuyến dựa trên thông tin của hệ số ảnh và điểm trắng của màn hình đích. Tuy nhiên, để cung cấp sự thích nghi cải thiện, tốt hơn là, việc cắt nghiêm trọng được sử dụng cho hình ảnh LDR nên được chuyển dịch thành việc cắt ít nghiêm trọng (hoặc thực sự trong một số kịch bản thành không cắt). Theo đó, thiết bị nhà cung cấp nội dung 101 có thể cung cấp thông tin bổ sung nhận được dạng việc cắt cụ thể đã được thực hiện cho hình ảnh LDR bởi nhà cung cấp nội dung nhờ đó cho phép thực hiện cắt từng phần hoặc hoàn toàn đảo ngược. Ví dụ, việc biến đổi dải động có thể xác định dải đã được cắt và do đó thiết bị xử lý hình ảnh 103 có thể phân phối các giá trị cắt trên dải này theo một thuật toán phù hợp (ví dụ như việc xác định cùng của các giá trị cắt (chẳng hạn như một vụ nổ) và tạo ra độ sáng tăng về phía trung tâm của vùng này).

Theo cách khác hoặc bổ sung, việc biến đổi dải động có thể cung cấp thông tin xác định ánh xạ tông màu bổ sung được thực hiện tại bên cung cấp nội dung. Ví dụ, ánh xạ tông màu tương đối tiêu chuẩn có thể được thực hiện đối với hầu hết ảnh của bộ phim hay chuỗi video khác. Thiết bị xử lý hình ảnh 103 có thể, dựa trên hệ số ảnh và độ sáng điểm trắng, biến đổi ảnh ánh xạ tông màu này thành hình ảnh dải động mong muốn (cao hơn hoặc thấp hơn) sử dụng sự biến đổi dải động với giả định rằng ánh xạ tông màu tiêu chuẩn ở phía nhà cung cấp nội dung. Tuy nhiên, đối với một số ảnh, nhà cung cấp nội dung có thể đã thực hiện ánh xạ tông màu chuyên dụng và chủ quan. Ví dụ, bộ phận phân loại màu có thể muốn một hiệu ứng nghệ thuật hoặc chất lượng cụ thể cho một số ảnh, chẳng hạn như giảm dần độ mịn hay phân màu cho hình ảnh tối của tình huống gay cấn (chẳng hạn trong phim kinh dị) hoặc tác động cụ thể

đối với giấc mơ như các cảnh phim. Ánh xạ tông màu này có thể được đặc trưng bởi dữ liệu trong tham chiếu màn hình đích do đó cho phép thiết bị xử lý hình ảnh 103 làm thích ứng việc biến đổi dải động sang ánh xạ tông màu cụ thể đã được áp dụng.

Do đó, cụ thể, trong một số kịch bản ánh xạ tông màu bổ sung/sửa đổi được thực hiện ở phía nhà cung cấp nội dung để tạo ra vẻ cụ thể để ảnh được sửa đổi tương đối so với được dự kiến bởi việc làm thích ứng cố định đến hành vi quang điện của màn hình đích. Dữ liệu được cung cấp bởi thiết bị nhà cung cấp nội dung 101 có thể chỉ định một vẻ mong muốn so với màn hình tham chiếu và điều này có thể do thiết bị xử lý hình ảnh 103 được sử dụng để thực sự tạo ra hành vi quang học mong muốn cho tất cả các bộ phận cho trước (ví dụ như, trong khi mã hóa mù tín hiệu đầu vào có thể vô tình kết thúc dưới ánh sáng bao quanh phản xạ nên không còn có thể được bù theo hành vi phía nhà cung cấp nội dung).

Ví dụ, nếu biết rằng hệ số ảnh của màn hình đích thấp đối với các giá trị tối hơn, màn hình (tham chiếu) này có thể tinh chỉnh vẻ của, chẳng hạn như cảnh kinh dị, ví dụ như ảnh có thể được bù bằng độ sáng thêm được tăng cường để ảnh vẫn xuất hiện tối nhưng ít nhất là với một số cấu trúc đối tượng vẫn có thể nhìn thấy được.

Ví dụ, cùng với hệ số ảnh và độ sáng điểm trắng của tham chiếu đích, bộ phận phân loại màu ở bên cung cấp nội dung có thể cung cấp một số thông tin (bổ sung) về ấn tượng nghệ thuật của vùng và/hoặc ảnh nhất định. Ví dụ, đối với một EOTF nhất định, nhà cung cấp nội dung có thể chỉ rõ là một vùng nhất định được mong muốn tăng độ sáng để cho tầm nhìn tốt hơn, hoặc giảm độ tương phản để cung cấp khả năng nhìn sương mù v.v.. Vì vậy, cùng với EOTF (ví dụ như, được thể hiện bởi hệ số ảnh và độ sáng điểm trắng) tham chiếu màn hình đích có thể chỉ ra ranh giới của dải sáng màn hình cục bộ/một phần và cung cấp dữ liệu biến đổi dải động cung cấp thông tin chính xác hơn về việc phân bố ưu tiên các mức xám.

Theo một số phương án thực hiện, bộ xử lý dải động 203 có thể được bố trí để lựa chọn giữa việc tạo ra hình ảnh đầu ra như là hình ảnh mã hóa nhận được và tạo ra hình ảnh đầu ra như là hình ảnh biến đổi của hình ảnh mã hóa thứ nhất để đáp ứng với tham chiếu màn hình đích.

Cụ thể, nếu độ sáng điểm trắng được chỉ báo bởi tham chiếu màn hình đích đủ gần với độ sáng điểm trắng của màn hình của người dùng đầu cuối, việc biến đổi dải động có thể chỉ đơn giản là bao gồm việc không thực hiện bất kỳ xử lý hình ảnh mã hóa nhận được nào, tức là hình ảnh đầu vào chỉ đơn giản là có thể được sử dụng như hình ảnh đầu ra. Tuy nhiên, nếu độ sáng điểm trắng chỉ định bởi tham chiếu màn hình đích khác với độ sáng điểm trắng của màn hình của người dùng đầu cuối, việc biến đổi dải động có thể sửa đổi ảnh nhận được theo ánh xạ phù hợp của các điểm ảnh nhận được để xuất ra các điểm ảnh ảnh. Trong trường hợp này, ánh xạ có thể được điều chỉnh dựa trên tham chiếu màn hình đích. Trong ví dụ khác, một hoặc nhiều ánh xạ định trước có thể được sử dụng.

Ví dụ, thiết bị xử lý hình ảnh 103 có thể bao gồm ánh xạ thứ nhất định trước được xác định để cung cấp hình ảnh đầu ra để tăng gấp đôi mức sáng điểm trắng và ánh xạ thứ hai định trước được xác định để cung cấp hình ảnh đầu ra thích hợp để làm giảm một nửa độ sáng của điểm trắng. Trong ví dụ này, thiết bị xử lý hình ảnh 103 có thể chọn giữa ánh xạ thứ nhất, ánh xạ thứ hai, và ánh xạ thống nhất phụ thuộc vào độ sáng điểm trắng của tham chiếu màn hình đích và điểm trắng của màn hình của người dùng đầu cuối. Cụ thể, thiết bị xử lý hình ảnh 103 có thể chọn ánh xạ tương ứng gần nhất với tỷ lệ giữa độ sáng điểm trắng của tham chiếu màn hình đích và độ sáng điểm trắng của màn hình người dùng đầu cuối.

Ví dụ, nếu hình ảnh đầu vào được nhận được với tham chiếu màn hình đích chỉ ra rằng nó đã được tối ưu hóa cho màn hình 500 nit và màn hình người dùng đầu cuối là màn hình 1000 nit, thiết bị xử lý hình ảnh 103 sẽ chọn ánh xạ thứ nhất. Nếu thay vào đó, tham chiếu màn hình đích cho thấy hình ảnh đầu vào đã được tối ưu hóa cho màn hình 1000 nit, thiết bị xử lý hình ảnh 103 sẽ chọn ánh xạ thống nhất (tức là sử dụng hình ảnh đầu vào trực tiếp). Nếu tham chiếu màn hình đích chỉ ra rằng nó đã được tối ưu hóa cho màn hình 2000 nit, thiết bị xử lý hình ảnh 103 sẽ chọn ánh xạ thứ hai.

Nếu các giá trị ở giữa cho độ sáng điểm trắng của màn hình đích được nhận được, thiết bị xử lý hình ảnh 103 có thể chọn các ánh xạ gần nhất với tỷ lệ giữa các độ sáng điểm trắng, hoặc có thể, ví dụ như nội suy giữa các ánh xạ.

Theo một số phương án thực hiện, sự biến đổi dải động có thể bao gồm biến đổi gam màu. Như vậy, theo một số phương án thực hiện, bộ xử lý dải động 203 có thể sửa đổi sắc độ của ảnh hiển thị tùy thuộc vào tham chiếu màn hình đích. Ví dụ, khi hình ảnh HDR nhận được được hiển thị trên màn hình LDR, việc nén có thể dẫn đến ảnh dự hơn có ít biến đổi hơn và thay đổi từ từ trong các đối tượng ảnh riêng biệt. Việc biến đổi dải động có thể bù sự giảm này bằng cách tăng biến sắc. Ví dụ, khi ảnh với một quả táo được thấp sáng được tối ưu hóa để hiển thị trên màn hình HDR, việc hiển thị trên màn hình LDR với việc giảm dải động thường sẽ làm cho quả táo xuất hiện nổi bật ít hơn và xuất hiện ít rõ ràng hơn và có màu nhạt. Điều này có thể do việc biến đổi dải động được bù bằng cách làm cho màu sắc của quả táo bão hòa hơn. Một ví dụ khác, biến thể kết cấu có thể trở nên không được nhận được thấy rõ do sự biến đổi độ sáng giảm và điều này có thể được bù bằng cách tăng biến sắc của kết cấu.

Trong một số hệ thống, tín hiệu video có thể bao gồm một trường dữ liệu bao gồm dữ liệu điều khiển biến đổi dải động và bộ xử lý dải động 203 có thể làm thích ứng sự biến đổi dải động để đáp ứng với dữ liệu điều khiển này. Điều này có thể được sử dụng bởi chủ sở hữu nội dung/nhà cung cấp nội dung để giữ lại ít nhất một số đầu vào hoặc điều khiển đối với việc hiển thị nội dung cung cấp.

Dữ liệu điều khiển có thể, ví dụ như xác định một hoạt động hoặc thông số của việc biến đổi dải động phải được áp dụng, có thể được áp dụng, hoặc được đề nghị áp dụng. Dữ liệu điều khiển còn có thể được phân biệt cho các màn hình người dùng đầu cuối khác nhau. Ví dụ, dữ liệu điều khiển riêng biệt có thể được cung cấp cho nhiều màn hình người dùng đầu cuối có thể, chẳng hạn như tập dữ liệu cho màn hình 500 nit, tập dữ liệu cho màn hình 1000 nit, tập dữ liệu cho màn hình 2000 nit, và tập dữ liệu khác cho màn hình 4000 nit.

Ví dụ, người sáng tạo nội dung có thể xác định ánh xạ tông màu nên được thực hiện bởi bộ xử lý dải động 203 tùy thuộc vào đặc tính của màn hình người dùng đầu cuối như được minh họa trên Fig.11. Trong ví dụ này, dữ liệu điều khiển có thể chỉ định ánh xạ cho mỗi trong ba vùng tương ứng với các giá trị nhất định của độ sáng tối đa của màn hình (trục x) và ánh sáng đến của ánh sáng môi trường xung quanh trên màn hình (và do đó phản xạ từ màn hình - trục y).

Vì vậy, trong ánh xạ ví dụ cụ thể 1 được sử dụng cho màn hình độ sáng thấp trong môi trường ánh sáng xung quanh thấp. Ánh xạ này 1 có thể chỉ đơn giản là ánh xạ thống nhất, ví dụ như hình ảnh LDR nhận được có thể được sử dụng trực tiếp. Với màn hình có độ sáng cao (HDR) trong môi trường xung quanh tương đối tối (phản xạ màn hình thấp), ánh xạ 2 có thể được sử dụng. Ánh xạ 2 có thể thực hiện ánh xạ mà mở rộng độ sáng của hình ảnh LDR hơn nữa trong khi vẫn duy trì đáng kể cường độ cho các đoạn tối hơn. Với màn hình có độ sáng tối đa cao (HDR) trong môi trường xung quanh tương đối sáng (mức phản xạ màn hình lớn), ánh xạ 3 có thể được sử dụng. Ánh xạ 3 có thể thực hiện ánh xạ tích cực hơn chứ không chỉ mở rộng độ sáng của hình ảnh LDR mà còn làm sáng và tăng độ tương phản cho hình ảnh vùng tối hơn.

Trong một số kịch bản, dữ liệu điều khiển có thể xác định ranh giới giữa các ánh xạ với ánh xạ định trước (ví dụ như tiêu chuẩn hóa hoặc được biết đến ở cả phía nhà cung cấp nội dung và ở phía bên hiển thị). Trong một số kịch bản, dữ liệu điều khiển còn có thể xác định các bộ phận của các ánh xạ khác nhau hoặc thực sự có thể chỉ định các ánh xạ một cách chính xác, ví dụ như sử dụng giá trị hệ số ánh hoặc chỉ định chức năng biến đổi cụ thể.

Theo một số phương án thực hiện, dữ liệu điều khiển biến đổi dải động có thể trực tiếp và rõ ràng xác định sự biến đổi dải động sẽ được thực hiện để biến đổi ảnh nhận được thành hình ảnh với dải động khác. Ví dụ, dữ liệu điều khiển biến đổi dải động có thể chỉ định ánh xạ trực tiếp từ các giá trị hình ảnh đầu vào thành các giá trị hình ảnh đầu ra cho các điểm trắng dải màn hình đích đầu ra. Ánh xạ này có thể được cung cấp như là thông số đơn giản cho sự biến đổi thích hợp được thực hiện bởi bộ xử lý dải động 203 hoặc dữ liệu chi tiết có thể được cung cấp là bảng tra cứu hoặc hàm toán học cụ thể.

Theo một ví dụ đơn giản, sự biến đổi dải động có thể chỉ đơn giản là áp dụng hàm tuyến tính theo đoạn cho các giá trị đầu vào của hình ảnh LDR để tạo ra các giá trị HDR cải thiện. Thật vậy, trong nhiều kịch bản, ánh xạ đơn giản bao gồm hai mối quan hệ tuyến tính như được minh họa trên Fig.12 có thể được sử dụng. Ánh xạ này là ánh xạ trực tiếp giữa các giá trị điểm hình ảnh đầu vào và các giá trị điểm hình ảnh đầu

ra (hoặc trong một số kịch bản ánh xạ này có thể phản ánh một ánh xạ (có thể liên tục) giữa các độ sáng điểm hình ảnh đầu vào và các độ sáng điểm hình ảnh đầu ra). Cần hiểu rằng cùng ánh xạ có thể được sử dụng để lập ánh xạ từ hình ảnh HDR đầu vào thành hình ảnh đầu ra LDR.

Cụ thể, đối với ánh xạ từ LDR đến HDR, phương pháp theo sáng chế cung cấp sự biến đổi dải động duy trì các vùng tối của ảnh để vẫn còn tối trong khi đồng thời cho phép dải động tăng lên đáng kể được sử dụng để cung cấp khả năng hiển thị sáng hơn nhiều sáng vùng, cũng như thực sự là dải trung bình cải thiện và sống động hơn. Đối với ánh xạ từ HDR đến LDR, phương pháp theo sáng chế sự biến đổi dải động mà vẫn duy trì các vùng tối của ảnh nhưng nén các vùng sáng hơn để phản ánh dải độ sáng giảm của màn hình.

Tuy nhiên, việc biến đổi chính xác phụ thuộc vào màn hình đích mà ảnh được tạo ra cho nó và trên đó nó sẽ được hiển thị. Ví dụ, khi hiển thị ảnh cho màn hình 500 nit hiển thị trên màn hình 1000 nit, sự biến đổi trung bình cần thiết và việc mở rộng vùng sáng tương đối hạn chế. Tuy nhiên, nếu cùng ảnh sẽ được hiển thị trên màn hình 5000 nit, biến đổi mạnh hơn nhiều cần đến để khai thác triệt để độ sáng có sẵn mà không làm sáng các vùng tối quá nhiều.

Tương tự như vậy, ánh xạ này có thể phụ thuộc vào màn hình đích mà ảnh ban đầu được tạo ra cho nó. Ví dụ, nếu hình ảnh đầu vào tối ưu hóa cho màn hình 1000 nit được hiển thị trên màn hình nit 2000, sự biến đổi trung bình cần thiết và việc kéo dài vùng sáng tương đối hạn chế. Tuy nhiên, nếu ảnh đã được tối ưu hóa cho màn hình 500 nit và sẽ được hiển thị trên màn hình 2000 nit, biến đổi mạnh hơn nhiều cần thiết để khai thác triệt để độ sáng có sẵn mà không làm sáng các vùng tối quá nhiều. Fig.13 minh họa cách hai ánh xạ khác nhau có thể được sử dụng cho hình ảnh đầu vào 1000 nit tương ứng (đường cong 1301, giá trị tối đa 255 tương ứng với 1000 nit) và hình ảnh đầu vào 500 nit (đường cong 1303, giá trị tối đa 255 tương ứng với 500 nit) để hiển thị trên hình ảnh LDR đầu vào 2000 nit (giá trị tối đa 255 tương ứng với 2000 nit).

Một ưu điểm của môi quan hệ đơn giản như vậy là ánh xạ tông màu mong muốn có thể được truyền thông với chi phí rất thấp. Thật vậy, dữ liệu điều khiển có thể

chỉ định đầu gối của đường cong, tức là thời điểm biến đổi giữa hai phần tuyến tính. Do đó, đơn giản là hai giá trị dữ liệu thành phần có thể xác định ánh xạ tông màu mong muốn được thực hiện bởi thiết bị xử lý hình ảnh 103 cho các màn hình khác nhau. Thiết bị xử lý hình ảnh 103 có thể còn xác định các giá trị thích hợp cho các giá trị độ sáng tối đa khác bằng cách nội suy giữa các giá trị được cung cấp.

Trong một số phương án thực hiện, nhiều điểm hơn có thể được cung cấp để xác định đường cong mà vẫn tuyến tính từng đoạn nhưng với nhiều khoảng tuyến tính hơn. Điều này có thể cho phép ánh xạ tông màu chính xác hơn và cải thiện chất lượng hình ảnh kết quả trong khi chỉ có chi phí tương đối nhỏ.

Trong nhiều phương án thực hiện, dữ liệu điều khiển có thể không xác định ánh xạ tông màu cụ thể cần được thực hiện mà cung cấp dữ liệu xác định ranh giới trong đó sự biến đổi/ánh xạ tông màu có thể được tự do điều chỉnh bởi thiết bị xử lý hình ảnh 103.

Ví dụ, thay vì chỉ định một điểm chuyển tiếp cụ thể cho các đường cong trên Fig.12 và Fig.13, dữ liệu điều khiển có thể xác định các giới hạn cho điểm chuyển tiếp (với các giới hạn khác nhau có thể được cung cấp cho các mức sáng tối đa khác nhau). Do đó, thiết bị xử lý hình ảnh 103 có thể xác định riêng biệt các thông số mong muốn cho việc biến đổi dải động để nó có thể được thiết lập để cung cấp chuyển vị được ưu tiên dành cho màn hình cụ thể có tính đến sở thích người dùng cụ thể. Tuy nhiên, đồng thời nhà cung cấp nội dung có thể đảm bảo rằng sự tự do này bị hạn chế đến dải chấp nhận được do đó cho phép nhà cung cấp nội dung giữ lại một số quyền điều khiển cách nội dung được cung cấp.

Như vậy, dữ liệu điều khiển biến đổi dải động có thể bao gồm dữ liệu xác định thông số biến đổi phải được áp dụng bởi sự biến đổi được thực hiện bởi bộ xử lý dải động 203 và/hoặc xác định giới hạn cho các thông số biến đổi. Dữ liệu điều khiển có thể cung cấp thông tin đó cho dải mức sáng tối đa do đó cho phép làm thích ứng sự biến đổi cho các màn hình người dùng đầu cuối khác nhau. Hơn nữa, đối với mức sáng tối đa không được bao gồm rõ ràng trong dữ liệu điều khiển, các giá trị dữ liệu thích hợp có thể được tạo ra từ các giá trị dữ liệu có sẵn, ví dụ như bằng cách nội suy. Ví dụ, nếu điểm gối giữa hai đoạn tuyến tính được chỉ định cho màn hình 2000 nit và màn

hình người dùng đầu cuối 4000 nit, giá trị thích hợp cho màn hình 3000 nit có thể được tìm thấy bằng cách nội suy đơn giản (ví dụ là giá trị trung bình đơn giản trong ví dụ cụ thể này).

Cần hiểu rằng có nhiều cách tiếp cận khác nhau và đa dạng cho cả biến đổi dải động và cách để hạn chế, làm thích ứng và điều khiển điều này từ phía nhà cung cấp nội dung bởi việc dữ liệu điều khiển bổ sung có thể được sử dụng trong các hệ thống khác nhau tùy thuộc vào sở thích và yêu cầu của cụ thể các ứng dụng riêng biệt.

Thật vậy, nhiều lệnh khác nhau hoặc giá trị thông số có thể được cung cấp trong dữ liệu điều khiển để tạo ra ánh xạ tông màu theo sở thích của nhà cung cấp nội dung.

Ví dụ, trong hệ thống có độ phức tạp thấp, sự biến đổi đơn giản có thể được áp dụng và thiết bị cung cấp nội dung 101 có thể chỉ đơn giản cung cấp mức trắng và mức màu đen cho màn hình đích mà sau đó được sử dụng bởi bộ xử lý dải động 203 để xác định ánh xạ tông màu để áp dụng. Trong một số hệ thống, chức năng ánh xạ tông màu (hệ số ánh hay yếu tố khác) có thể được cung cấp bắt buộc để lập ánh xạ ít nhất một dải hình ảnh đầu vào. Ví dụ, dữ liệu điều khiển có thể xác định rằng các dải giữa sẫm màu hơn và/hoặc phải được hiển thị theo ánh xạ cho trước trong khi cho phép dải sáng được ánh xạ cách tự do bởi thiết bị xử lý hình ảnh 103.

Trong một số kịch bản, dữ liệu điều khiển có thể chỉ cung cấp đề nghị lập ánh xạ phù hợp mà có thể được áp dụng, ví dụ như trong dải trung bình. Trong trường hợp này, nhà cung cấp nội dung có thể hỗ trợ thiết bị xử lý hình ảnh 103 trong việc cung cấp các thông số của sự biến đổi động đề xuất được tìm thấy (ví dụ như, qua việc tối ưu hóa bằng tay bởi nhà cung cấp nội dung) để cung cấp chất lượng hình ảnh cao khi xem trên màn hình HDR. Thiết bị xử lý hình ảnh 103 có thể sử dụng ưu điểm này, nhưng tự do chỉnh sửa ánh xạ, ví dụ để theo sở thích người dùng riêng biệt.

Trong nhiều kịch bản, ánh xạ ít nhất một phần được thực hiện dựa trên dữ liệu điều khiển sẽ thể hiện mối quan hệ chức năng có độ phức tạp tương đối thấp, chẳng hạn như ánh xạ hệ số ánh, đường cong S, ánh xạ kết hợp được định nghĩa bởi thông số kỹ thuật một phần cho các dải riêng biệt, v.v.. Tuy nhiên, trong một số kịch bản ánh xạ phức tạp hơn có thể được sử dụng.

Cần hiểu rằng việc biến đổi dải động thường có thể bao gồm việc tăng hoặc giảm số lượng bit được sử dụng để thể hiện các giá trị. Ví dụ, hình ảnh tám bit có thể được biến đổi thành hình ảnh 12 hoặc 14 bit. Trong trường hợp này, dữ liệu điều khiển từ thiết bị nhà cung cấp nội dung 101 có thể được cung cấp độc lập với phép lượng tử đã thay đổi. Ví dụ, ánh xạ tông màu đồng mã hóa 8 bit đến 8bit ("hình dạng" cho phân phối màu xám phụ) có thể được xác định bởi thiết bị nhà cung cấp nội dung 101 và thiết bị xử lý hình ảnh 103 có thể mở rộng ánh xạ này cho độ sáng trắng của màn hình cụ thể tính đến việc biến đổi sang nhiều bit.

Trong các phương án hoặc các kịch bản khác, việc biến đổi dải động có thể bao gồm việc giảm số lượng bit được sử dụng để thể hiện các giá trị. Ví dụ, ảnh 12 bit có thể được biến đổi thành hình ảnh 8-bit. Kịch bản này thường có thể xảy ra khi giảm trong dải động được cung cấp bởi sự biến đổi dải động, ví dụ như khi biến đổi hình ảnh HDR 12 bit để được hiển thị trên màn hình LDR giá trị đầu vào 8 bit.

Như đã đề cập, dữ liệu điều khiển có thể cung cấp dữ liệu điều khiển bắt buộc hay tự nguyện. Thật vậy, dữ liệu nhận được có thể bao gồm một hoặc nhiều trường cho biết thông số ánh xạ tông màu được cung cấp là bắt buộc, cho phép, hoặc đề nghị.

Ví dụ, chức năng ánh xạ tông màu đề nghị có thể được cung cấp cùng với dấu hiệu chỉ rõ độ lớn mà độ lệch có thể được chấp nhận được. Sau đó, thiết bị xử lý hình ảnh 103 trong cấu hình tiêu chuẩn có thể tự động áp dụng ánh xạ đề nghị này. Tuy nhiên, việc biến đổi có thể được sửa đổi, ví dụ như để phản ánh sở thích riêng biệt của người dùng. Ví dụ, đầu vào người dùng có thể thay đổi thiết lập của thiết bị xử lý hình ảnh 103, ví dụ như các vùng tối của hình ảnh được cung cấp sáng hơn khi được xem là lý tưởng bởi nhà cung cấp nội dung, ví dụ như người sử dụng có thể chỉ cần nhấn một nút để tăng độ sáng, và ánh xạ tông màu có thể được thay đổi cho phù hợp (ví dụ như phần tuyến tính phía dưới của đường cong trên Fig.12 và Fig.13 được di chuyển lên trên). Do đó, người sử dụng có thể tinh chỉnh để lập ánh xạ tông màu. Tuy nhiên, dữ liệu tinh chỉnh bao nhiêu là chấp nhận được với nhà cung cấp nội dung có thể được bao gồm trong dữ liệu điều khiển do đó hạn chế biến đổi dải động để tạo ra hình ảnh đầu ra mà vẫn được coi là của nhà cung cấp nội dung để duy trì tính toàn vẹn của hình ảnh được cung cấp. Dữ liệu điều khiển có thể, ví dụ như cũng xác định hiệu quả của sự

tương tác người dùng, chẳng hạn như xác định hoặc hạn chế sự thay đổi độ sáng xảy ra cho mỗi lần nhấn nút bởi người dùng.

Do đó, sự biến đổi dải động cung cấp sự biến đổi dải động với mục đích cung cấp ảnh thích hợp theo màn hình của người dùng đầu cuối cụ thể 107 trong khi có tính đến các đặc tính hiển thị của màn hình mà hình ảnh đầu vào được tạo ra. Do đó, thiết bị xử lý hình ảnh 103 tạo ra tín hiệu đầu ra được kết hợp với một giá trị độ sáng cực đại/độ sáng nhất định, ví dụ, mà được dành cho việc hiển thị trên màn hình với điểm trắng/giá trị độ sáng tối đa. Trong một số hệ thống, độ sáng điểm trắng của màn hình có thể không được biết chính xác đối với thiết bị xử lý hình ảnh 103, và do đó tín hiệu đầu ra có thể được tạo ra cho một độ sáng điểm trắng giả định (ví dụ như được nhập bằng tay bởi người dùng). Trong các ứng dụng khác (như sẽ được mô tả sau), màn hình có thể cung cấp thông tin về độ sáng điểm trắng và thiết bị xử lý hình ảnh 103 có thể làm thích ứng việc biến đổi dải động dựa trên thông tin này.

Nếu độ sáng điểm trắng mà tín hiệu đầu ra được tạo ra tương ứng chính xác hoặc đầy đủ với độ sáng điểm trắng của một trong các ảnh nhận được (theo bất kỳ tiêu chí phù hợp nào, chẳng hạn như hiệu giữa các độ sáng điểm trắng dưới một ngưỡng), thiết bị xử lý hình ảnh 103 có thể tiến hành sử dụng ảnh này trực tiếp trong hình ảnh đầu ra, tức là việc biến đổi dải động chỉ đơn giản là sử dụng ánh xạ thống nhất. Hơn nữa, nếu độ sáng điểm trắng đầu ra không tương ứng trực tiếp với độ sáng điểm trắng của ảnh nhận được, nhưng phù hợp với độ sáng điểm trắng của màn hình người dùng đầu cuối mà dữ liệu điều khiển biến đổi dải động đã được cung cấp tường minh, dữ liệu điều khiển này có thể được sử dụng trực tiếp để làm thích ứng việc biến đổi dải động. Nếu độ sáng điểm trắng đầu ra không tương ứng trực tiếp với độ sáng điểm trắng của ảnh nhận được hoặc có độ sáng điểm trắng mà dữ liệu điều khiển biến đổi dải động được cung cấp cho nó, thông số ánh xạ tông màu được cung cấp bởi dữ liệu điều khiển cho các độ sáng điểm trắng khác nhau có thể được sử dụng để làm thích ứng việc biến đổi dải động phụ thuộc vào độ sáng điểm trắng đầu ra. Cụ thể, bộ xử lý dải động 203 có thể nội suy giữa các thông số ánh xạ tông màu cho các giá trị độ sáng điểm trắng khác thành độ sáng điểm trắng cụ thể đầu ra. Trong nhiều phương án thực

hiện, việc nội suy tuyến tính đơn giản sẽ là đủ nhưng cần hiểu rằng có nhiều cách tiếp cận khác có thể được sử dụng.

Thật vậy, ví dụ, dữ liệu điều khiển có thể còn cung cấp thông tin về cách thông số ánh xạ tông màu được cung cấp cho các độ sáng điểm trắng màn hình khác nhau nên được xử lý để tạo ra các thông số ánh xạ tông màu cho độ sáng điểm trắng đầu ra cụ thể. Ví dụ, dữ liệu điều khiển có thể chỉ ra hàm nội suy phi tuyến tính mà phải được sử dụng để tạo ra thông số ánh xạ tông màu thích hợp.

Cần hiểu rằng sự biến đổi dải động không nhất thiết phải không đổi cho các ảnh khác nhau hoặc ngay cả đối với cùng một ảnh.

Thật vậy, trong nhiều hệ thống, dữ liệu điều khiển biến đổi dải động có thể liên tục được cập nhật do đó cho phép sự biến đổi dải động được thực hiện bởi bộ xử lý dải động 203 để được thích nghi với các đặc điểm hiện hành. Điều này có thể cho phép các ánh xạ tông màu khác nhau được sử dụng cho hình ảnh/cảnh tối chứ không phải cho hình ảnh/cảnh sáng. Điều này có thể mang lại hoạt động được cải thiện. Thật vậy, sự biến đổi dải động biến đổi theo thời gian được điều khiển để đáp ứng với dữ liệu điều khiển biến đổi dải động tự động được cập nhật có thể được sử dụng để cung cấp điều khiển bổ sung cho nhà cung cấp nội dung. Ví dụ, việc hiển thị một khung cảnh tối có thể khác nhau trên màn hình HDR phụ thuộc vào hiện trường là một cảnh gay cấn hay không nhằm cung cấp sự bất an hay cảnh chỉ đơn thuần là cảnh tối để tương ứng với kịch bản ban đêm (trong trường hợp thứ nhất cảnh tối có thể được hiển thị tối trên màn hình HDR cũng như trên màn hình LDR, và trong trường hợp thứ hai cảnh tối có thể được hiển thị phần nào nhẹ hơn do đó khai thác dải động bổ sung để cho phép cải thiện sự khác biệt về ảnh nhìn thấy được trong các vùng tối).

Các xem xét tương tự có thể được áp dụng trong một ảnh. Ví dụ, một cảnh có thể tương ứng với bầu trời tươi sáng trên mặt đất tối (ví dụ như, bầu trời tươi sáng ở nửa trên của ảnh và khu rừng trong nửa dưới của ảnh). Hai vùng này, thuận lợi nếu, có thể được ánh xạ khác nhau khi lập ánh xạ từ LDR đến HDR, và dữ liệu điều khiển biến đổi dải động có thể xác định sự khác biệt trong các ánh xạ này. Như vậy, dữ liệu điều khiển biến đổi dải động có thể bao gồm các thông số ánh xạ tông màu thay đổi cho các ảnh khác nhau và/hoặc phụ thuộc vào vị trí trong ảnh.

Lấy một ví dụ cụ thể, ít nhất là một số dữ liệu điều khiển có thể được gắn với một vùng ảnh nhất định, dải độ sáng, và/hoặc dải ảnh nhất định.

Dữ liệu điều khiển biến đổi dải động có thể được cung cấp cho thiết bị xử lý hình ảnh 103 theo phương pháp truyền thông bất kỳ phù hợp hoặc các phương pháp tiêu chuẩn.

Trong ví dụ cụ thể về truyền thông giữa thiết bị cung cấp nội dung 101 và thiết bị xử lý hình ảnh 103 sử dụng đĩa Blu-ray™. Việc truyền lệnh điều khiển cho sự biến đổi dải động có thể đạt được bằng cách nhúng các giá trị thông số trong dữ liệu BDROM trên đĩa. Cấu trúc dữ liệu mở rộng trong tập tin danh sách (xxxxxx.mpls) có thể được sử dụng cho việc này. Cấu trúc dữ liệu mở rộng này sẽ có một nhận được dạng duy nhất và mới. Bộ phát lại BDROM kế thừa sẽ không biết gì về cấu trúc dữ liệu mới này và chỉ đơn giản là sẽ bỏ qua nó. Điều này sẽ đảm bảo tính tương thích ngược. Cài đặt có thể có của các cú pháp và ngữ nghĩa của LHDR_descriptor (phần tử mô tả LHDR) này được thể hiện dưới đây.

Cú pháp	Số bit	Ký hiệu
LHDR_Descriptor () {		
Video_Process_descriptor	8	uimsbf
DR_Process_descriptor	8	uimsbf
Level_Process_descriptor	8	uimsbf
Dynamic_range		
}		

Trong ví dụ này LHDR_descriptor có ba phần tử mô tả xử lý. Các thông số này xác định xử lý bổ sung video trong trường hợp loại màn hình đích khác với loại màn hình của người dùng đầu cuối. Ví dụ, các thông số này có thể có giá trị sau.

Video_Process_descriptor:

Giá trị	Xử lý video/đồ họa trong trường hợp Màn hình đích = LDR Màn hình người dùng đầu cuối = HDR	Xử lý video/đồ họa trong trường hợp Màn hình đích = HDR Màn hình người dùng đầu cuối = LDR
0x00	Không xử lý bổ sung	Không xử lý bổ sung
0x01	Cho phép xử lý bổ sung hạn chế tùy thuộc vào DR_Process_descriptor và Level_Process_descriptor.	Cho phép xử lý bổ sung hạn chế tùy thuộc vào DR_Process_descriptor và Level_Process_descriptor.
0x02	Không hạn chế về xử lý bổ sung	Không hạn chế về xử lý bổ sung
0x03- 0xFF	Đặt trước	Đặt trước

DR_Process_descriptor:

Giá trị	Xử lý video/đồ họa trong trường hợp Màn hình đích = LDR Màn hình người dùng đầu cuối = HDR	Xử lý video/đồ họa trong trường hợp Màn hình đích = HDR Màn hình người dùng đầu cuối = LDR
0x00	Cho phép tăng dải động đến 125%	Cho phép giảm dải động tới 80%
0x01	Cho phép tăng dải động đến 150%	Cho phép giảm dải động đến 70%
0x02	Cho phép tăng dải động đến 200%	Cho phép giảm dải động đến 50%
0x03- 0xFF	Đặt trước	Đặt trước

Level_Process_descriptor:

Giá trị	Xử lý video/đồ họa trong trường hợp Màn hình đích = LDR Màn hình người dùng đầu cuối = HDR	Xử lý video/đồ họa trong trường hợp Màn hình đích = HDR Màn hình người dùng đầu cuối = LDR
0x00	Cho phép thích ứng dải cấp độ đến 80-125%	Cho phép thích ứng dải cấp độ đến 80-125%
0x01	Cho phép tăng dải cấp độ đến 70-150%	Cho phép tăng dải cấp độ đến 70-150%
0x02	Cho phép tăng dải cấp độ đến 50-200%	Cho phép tăng dải cấp độ đến 50-200%
0x03-0xFF	Đặt trước	Đặt trước

Ví dụ trước tập trung vào các ví dụ trong đó tín hiệu nhận được từ thiết bị cung cấp nội dung 101 bao gồm chỉ một phiên bản của chuỗi ảnh/video, và cụ thể là khi tín hiệu chỉ bao gồm một chuỗi hình ảnh LDR/video.

Tuy nhiên, trong một số hệ thống và cài đặt, thiết bị nhà cung cấp nội dung 101 có thể tạo ra tín hiệu hình ảnh bao gồm nhiều phiên bản của các ảnh. Trong kịch bản như vậy, ảnh có thể được ánh xạ tông màu cho màn hình đích và hình ảnh khác có thể tương ứng với cùng ảnh ban đầu nhưng ánh xạ tông màu cho màn hình đích khác nhau. Cụ thể, ảnh có thể là hình ảnh LDR được tạo ra cho, ví dụ màn hình 500 nit và hình ảnh khác có thể là hình ảnh HDR được tạo ra cho, ví dụ như màn hình 2000 nit.

Trong ví dụ này, tín hiệu hình ảnh còn có thể bao gồm tham chiếu màn hình đích thứ hai, tức là tham chiếu màn hình đích có thể được cung cấp cho mỗi ảnh để chỉ rõ các đặc tính hiển thị mà các ánh xạ tông màu ở phía bộ mã hóa đã được tối ưu hóa

cho các ảnh riêng biệt. Cụ thể, thông số độ sáng tối đa và hệ số ảnh có thể được cung cấp cho mỗi chuỗi ảnh/video.

Trong hệ thống này, thiết bị xử lý hình ảnh 103 có thể được bố trí để áp dụng việc biến đổi dải động để đáp ứng với tham chiếu màn hình đích thứ hai, và cụ thể bằng cách xem xét cả tham chiếu màn hình đích thứ nhất lẫn thứ hai.

Việc biến đổi dải động có thể không chỉ làm thích ứng ánh xạ cụ thể hoặc hoạt động cụ thể được thực hiện trên ảnh mà còn có thể phụ thuộc vào tham chiếu màn hình đích mà lựa chọn ảnh để sử dụng làm cơ sở cho việc biến đổi. Lấy ví dụ có phức tạp thấp, bộ xử lý dải động 203 có thể lựa chọn giữa việc sử dụng ảnh thứ nhất và hình ảnh thứ hai tùy thuộc vào mức gần nhau mà các tham chiếu màn hình đích phù hợp với độ sáng điểm trắng mà tín hiệu đầu ra được tạo ra. Cụ thể, ảnh liên quan đến độ sáng điểm trắng gần nhất với độ sáng điểm trắng đầu ra mong muốn có thể được chọn. Vì vậy, nếu hình ảnh đầu ra LDR được tạo ra, việc biến đổi dải động có thể được thực hiện từ hình ảnh LDR mã hóa. Tuy nhiên, nếu hình ảnh HDR với độ sáng tối đa cao hơn so với hình ảnh HDR mã hóa được tạo ra, việc biến đổi dải động có thể được thực hiện trên hình ảnh HDR mã hóa.

Nếu ảnh sẽ được tạo ra cho một độ sáng tối đa giữa các độ sáng điểm trắng của hình ảnh mã hóa (ví dụ như màn hình 1000 nit), việc biến đổi dải động có thể dựa trên cả hai ảnh. Cụ thể, phép nội suy giữa các ảnh có thể được thực hiện. Phép nội suy này có thể là tuyến tính hoặc phi tuyến tính và có thể được thực hiện trực tiếp trên hình ảnh mã hóa trước khi biến đổi hoặc có thể được áp dụng trên ảnh sau khi áp dụng việc biến đổi. Trọng số của các ảnh riêng biệt thường có thể phụ thuộc vào mức gần với độ sáng tối đa đầu ra mong muốn.

Ví dụ, hình ảnh biến đổi thứ nhất có thể được tạo ra bằng cách áp dụng sự biến đổi dải động sang hình ảnh mã hóa thứ nhất (hình ảnh LDR) và hình ảnh biến đổi thứ hai có thể được tạo ra bằng cách áp dụng sự biến đổi dải động sang hình ảnh biến đổi thứ nhất. Sau đó, các hình ảnh biến đổi thứ nhất và thứ hai được kết hợp (ví dụ như tóm tắt) để tạo ra hình ảnh đầu ra. Trọng số của các hình ảnh biến đổi thứ nhất và thứ hai tương ứng được xác định bởi mức gần với tham chiếu màn hình đích tương ứng mà

hình ảnh biến đổi mã hóa thứ nhất và thứ hai phù hợp với độ sáng tối đa đầu ra mong muốn.

Ví dụ, đối với màn hình 700 nit, hình ảnh biến đổi thứ nhất có thể có trọng số cao hơn nhiều so với hình ảnh biến đổi thứ hai và với màn hình 3000 nit, hình ảnh biến đổi thứ hai có thể trọng số cao hơn nhiều so với hình ảnh biến đổi thứ nhất. Với màn hình 2000 nit, hai hình ảnh biến đổi có thể có trọng số như nhau và các giá trị đầu ra có thể được tạo ra bởi giá trị trung bình của các giá trị cho mỗi ảnh.

Một ví dụ khác, việc biến đổi có thể được thực hiện có chọn lọc dựa trên ảnh thứ nhất hoặc thứ hai cho các vùng ảnh khác nhau, ví dụ như phụ thuộc vào đặc điểm ảnh.

Ví dụ, đối với các vùng tương đối tối, sự biến đổi dải động có thể được áp dụng cho hình ảnh LDR để tạo ra giá trị điểm ảnh thích hợp cho màn hình 1000 nit sử dụng độ phân giải tốt hơn mà có thể có sẵn cho vùng tối của hình ảnh LDR tương ứng với hình ảnh HDR (ví dụ như, nếu cùng số bit được sử dụng cho cả hai ảnh). Tuy nhiên, đối với vùng sáng hơn, các giá trị điểm ảnh có thể được tạo ra bằng cách áp dụng sự biến đổi dải động sang hình ảnh HDR từ đó khai thác việc ảnh này thường có thêm thông tin trong dải độ sáng cao (cụ thể là sự mất mát thông tin do cắt thường ít hơn nhiều cho hình ảnh HDR so với hình ảnh LDR).

Do đó, khi có nhiều ảnh nhận được từ thiết bị nhà cung cấp nội dung 101, thiết bị xử lý hình ảnh 103 có thể tạo ra hình ảnh đầu ra từ một trong các ảnh này hoặc có thể kết hợp chúng khi tạo ra hình ảnh đầu ra. Việc lựa chọn và/hoặc kết hợp các hình ảnh mã hóa dựa trên tham chiếu màn hình đích được cung cấp cho mỗi ảnh cũng như độ sáng tối đa mà tín hiệu đầu ra được tạo ra.

Cần hiểu rằng ngoài sự kết hợp và/hoặc lựa chọn các hình ảnh mã hóa riêng biệt, sự biến đổi dải động riêng biệt cũng có thể được điều chỉnh và được làm thích ứng đáp ứng với việc biến đổi dải động. Ví dụ, các phương pháp mô tả trên đây có thể được áp dụng riêng cho mỗi sự biến đổi dải động. Tương tự như vậy, dữ liệu điều khiển biến đổi dải động có thể được nhận được có thể được sử dụng để điều chỉnh và điều khiển từng biến đổi dải động như đã mô tả trên đây. Ngoài ra, dữ liệu điều khiển

biến đổi dải động có thể chứa thông tin xác định các thông số bắt buộc, tùy chọn hoặc ưa thích/đề nghị cho sự kết hợp của việc xử lý hình ảnh mã hóa thứ nhất và thứ hai.

Trong một số hệ thống, dữ liệu điều khiển biến đổi dải động bao gồm dữ liệu điều khiển biến đổi dải động khác nhau cho các loại ảnh khác nhau. Cụ thể, các loại ảnh/nội dung khác nhau có thể được xử lý theo cách khác nhau khi thực hiện biến đổi dải động.

Ví dụ, ánh xạ tông màu khác nhau có thể được xác định hoặc đề nghị với nhiều loại nội dung video khác nhau. Ví dụ, sự biến đổi dải động khác nhau được xác định cho phim hoạt hình, phim kinh dị, trò chơi bóng đá v.v.. Trong trường hợp này, tín hiệu video nhận được có thể cung cấp siêu dữ liệu mô tả các loại nội dung (hoặc việc phân tích nội dung có thể được áp dụng cục bộ trong thiết bị xử lý hình ảnh 103) và áp dụng sự biến đổi dải động phù hợp cho nội dung cụ thể.

Một ví dụ khác, ảnh được hiển thị có thể được tạo ra là sự kết hợp của ảnh che lấp với các biến đổi khác nhau được cung cấp cho các ảnh khác nhau. Ví dụ, trong đĩa Blu-ray™, một số mặt phẳng biểu diễn khác nhau được xác định (như được minh họa trên Fig.5) và việc biến đổi dải động khác nhau có thể được áp dụng cho các mặt phẳng biểu diễn khác nhau.

Các đặc tính của mỗi mặt phẳng biểu diễn được tối ưu hóa bởi nhà cung cấp nội dung cho màn hình đích cụ thể. Trải nghiệm xem cho người dùng đầu cuối có thể được tối ưu hóa bằng cách làm thích ứng các đặc tính của mặt phẳng biểu diễn với màn hình của người dùng đầu cuối. Thông thường, việc làm thích ứng tối ưu sẽ khác nhau cho các mặt phẳng biểu diễn khác nhau.

Đối với ánh xạ tông màu, tình hình trong hệ thống BDROM hiện nay như sau:

- Lập ánh xạ tông màu video (toàn cục và/hoặc cục bộ) được thực hiện trong phòng thu sử dụng màn hình studio.
- Ánh xạ tông màu đồ họa (thường khác với ánh xạ tông màu video) được thực hiện trong phòng thu sử dụng màn hình studio.
- Ánh xạ tông màu OSD được thực hiện trong bộ phát lại BDROM.

- Ánh xạ tông màu toàn cục và/hoặc cục bộ được thực hiện trên màn hình trên tín hiệu video và đồ họa kết hợp. Quá trình này không thể được điều khiển bởi người dùng đầu cuối.

- Ánh xạ tông màu toàn cục được thực hiện trên màn hình trên tín hiệu video và đồ họa kết hợp. Quá trình này phụ thuộc vào, trong số các yếu tố khác, giá trị độ sáng và độ tương phản được thiết lập bởi người dùng đầu cuối.

Chất lượng hình ảnh cải thiện được thực hiện khi:

1. Ánh xạ tông màu video được tối ưu hóa cho màn hình của người dùng đầu cuối.
2. Ánh xạ tông màu đồ họa được tối ưu hóa cho màn hình của người dùng đầu cuối.
3. Hệ thống cho phép ánh xạ tông màu đồ họa khác với ánh xạ tông màu video.
4. Hệ thống cho phép ánh xạ đồ họa khác nhau cho các thành phần đồ họa khác nhau.
5. Hệ thống cho phép ánh xạ tông màu video và đồ họa tùy thuộc vào đặc điểm video.

Cũng lưu ý rằng trong trường hợp cả phiên bản video LDR lẫn phiên bản HDR có mặt trên đĩa, ánh xạ tông màu bổ sung sẽ phụ thuộc vào hai bộ thông số cho các màn hình; một bộ cho phiên bản LDR của video và một bộ cho phiên bản HDR của video.

Trong cài đặt nâng cao, ánh xạ tông màu video và/hoặc đồ họa thay đổi theo thời gian và phụ thuộc, ví dụ, vào nội dung video trong cảnh. Nhà cung cấp nội dung có thể gửi ánh xạ tông màu đến bộ phát lại tùy thuộc vào các đặc tính của video và nội dung đồ họa. Trong cài đặt khác, bộ phát lại tự trích xuất các đặc tính của video từ tín hiệu video và điều chỉnh các ánh xạ tông màu video & đồ họa tùy thuộc vào các đặc điểm này.

Ví dụ, phụ đề có thể bị mờ đi trong khoảng thời gian nhất định, hoặc sự thay đổi hệ số ảnh nhất định có thể được thực hiện cho một thời lượng (và cả hai có thể được phối hợp).

Trong phần sau, ví dụ về cách cung cấp các lệnh điều khiển ánh xạ tông màu đồ họa cho BDROM sẽ được mô tả.

Dòng đồ họa BDROM bao gồm các phân đoạn nhúng trong các gói PES được nhúng vào dòng lưu lượng. Fig.14 minh họa cấu trúc dữ liệu thích hợp.

Sự đồng bộ hóa với video chính được thực hiện ở mức dòng cơ sở sử dụng các giá trị PTS trong các gói PES. Phân đoạn đồ họa BDROM bao gồm phần tử mô tả phân đoạn và phân đoạn dữ liệu. Phần tử mô tả phân đoạn có chứa loại phân đoạn và chiều dài.

Bảng dưới đây cho thấy một số loại phân đoạn được xác định trong tiêu chuẩn đĩa Blu-ray:

Giá trị	Phân đoạn
0x00 - 0x13	Đặt trước
0x14	Phân đoạn xác định bảng
0x15	Phân đoạn xác định đối tượng
0x16	Phân đoạn thành phần biểu diễn
0x17	Phân đoạn xác định cửa sổ
0x18	Phân đoạn thành phần tương tác
0x19 - 0x7F	Đặt trước
0x80	Kết thúc phân đoạn tập màn hình
0x81 - 0x82	Được sử dụng bởi dòng phụ đề HDMV
0x83	LHDR_Processing_Definition_Segment
0x84 - 0xFF	Đặt trước

Trong đặc điểm kỹ thuật hiện hành, các giá trị từ 0x83 đến 0xFF được đặt trước. Do đó, loại phân đoạn mới được xác định bằng cách sử dụng, ví dụ như giá trị

0x83 để chỉ một phân đoạn có chứa phân đoạn LHDR_Processing_definition. Nói chung, phân đoạn LHDR_Processing_definition xác định cách bộ giải mã đồ họa xử lý đồ họa trong trường hợp màn hình đích khác với màn hình của người dùng đầu cuối.

Bảng dưới đây cho thấy một ví dụ về cấu trúc có thể có của phân đoạn LHDR_Processing_definition:

Cú pháp	Số bit	Ký hiệu để nhớ
LHDR_Processing_definition segment () {		
segment_descriptor ()	8	uimsbf
Pup-up_process_descriptor	8	uimsbf
Subtitle_process_descriptor	8	uimsbf
Number_of_HDR_Palettes	8	uimsbf
for (i = 0; i <Number_of_HDR_Palettes; i++) {		
palette_id	8	uimsbf
palette_version_number	8	uimsbf
Number_of_entries	8	uimsbf
for (i = 0; i <Number_of_entries; i++) {		
palette_entry () {		
Palette_entry_id	8	uimsbf
Y_value	12	uimsbf
Cr_value	12	uimsbf
Cb_value	12	uimsbf
T_value	12	uimsbf
}		
}		
}		

Trong ví dụ này, phân đoạn LHDR_Processing_definition chứa hai phần tử mô tả xử lý: Pop-up_process_descriptor và Subtitle_process_descriptor. Phân đoạn này cũng có thể chứa các bảng được sử dụng trong trường hợp loại màn hình đích khác với loại màn hình của người dùng đầu cuối. Bảng LHDR chứa cùng một số mục như bảng ban đầu nhưng các mục được tối ưu hóa cho các loại màn hình khác nhau.

Thông số Pop-up_process_descriptor quy định cụ thể việc xử lý bổ sung đồ họa Pop-up trong trường hợp loại màn hình đích khác với loại màn hình của người dùng đầu cuối.

Ví dụ, thông số này có thể có giá trị sau.

- Pop-up_process_descriptor = 0x00: Không xử lý bổ sung.
- Pop-up_process_descriptor = 0x01 đến 0x03: Thiết lập giá trị trong suốt tối thiểu.
- Pop-up_process_descriptor = 0x04: bộ vi xử lý đồ họa sử dụng bảng màu được xác định trong phân đoạn LHDR_Processing_definition.
- Pop-up_process_descriptor = 0x05: Không có hạn chế về xử lý bổ sung.

Thông số Subtitle_process_descriptor quy định cụ thể xử lý bổ sung đồ họa phụ đề trong trường hợp loại màn hình đích khác với loại màn hình của người dùng đầu cuối.

Ví dụ, thông số này có thể có giá trị sau.

- Subtitle_process_descriptor = 0x00: Không xử lý bổ sung.
- Pop-up_process_descriptor = 0x01 đến 0x03: Làm thích ứng giá trị luma.
- Subtitle_process_descriptor = 0x04: bộ vi xử lý đồ họa sử dụng bảng màu được xác định trong phân đoạn LHDR_Processing_definition.
- Subtitle_process_descriptor = 0x05: Không có hạn chế về xử lý bổ sung.

Ví dụ cụ thể về cú pháp cho Pop-up_process_descriptor và Subtitle_process_descriptor được cung cấp trong bảng dưới đây:

Giá trị	Xử lý đồ họa trong trường hợp màn hình đích = LDR Màn hình người dùng đầu cuối = HDR	Xử lý đồ họa trong trường hợp màn hình đích = HDR Màn hình người dùng đầu cuối = LDR
0x00	Không xử lý bổ sung	Không xử lý bổ sung
0x01	Thiết lập T_value > = 128	Không xử lý bổ sung
0x02	Thiết lập T_value > = 192	Không xử lý bổ sung
0x03	Thiết lập T_value > = 222	Không xử lý bổ sung
0x04	Sử dụng bảng màu LHDR	Sử dụng bảng màu LHDR
0x05	Không hạn chế	Không hạn chế
0x06-0xFF	Đặt trước	Đặt trước

Giá trị	Xử lý đồ họa trong trường hợp màn hình đích = LDR Màn hình người dùng đầu cuối = HDR	Xử lý đồ họa trong trường hợp màn hình đích = HDR Màn hình người dùng đầu cuối = LDR
0x00	Không xử lý cụ thể	Không xử lý cụ thể
0x01	Luma: = Luma/5	Luma: = Luma * 5
0x02	Luma: = Luma/3	Luma: = Luma * 3
0x03	Luma: = Luma/2	Luma: = Luma * 2
0x04	Sử dụng bảng màu LHDR	Sử dụng bảng màu LHDR
0x05	Không hạn chế	Không hạn chế
0x06-0xFF	Đặt trước	Đặt trước

Ví dụ cụ thể của ánh xạ tông màu khác biệt tùy thuộc vào đặc tính màn hình được minh họa trên Fig.15 và Fig.16. Trong các ví dụ này, nội dung ban đầu có tính

năng nội dung video HDR và phụ đề. Ánh xạ tông màu video cũng giống như trong ví dụ trên Fig.6.

Đồ họa có đặc trưng các ký tự phụ đề màu trắng với một đường viền màu đen. Biểu đồ ban đầu cho thấy đỉnh cao trong dải luma thấp và một đỉnh khác trong khoảng luma cao. Biểu đồ này cho nội dung phụ đề rất thích hợp cho màn hình LDR vì nó sẽ dẫn đến văn bản dễ đọc sáng trên màn hình. Tuy nhiên, trên màn hình HDR, các ký tự này sẽ là quá sáng gây khó chịu, hào quang và ánh sáng chói. Vì lý do đó, ánh xạ tông màu cho đồ họa phụ đề sẽ được điều chỉnh như được mô tả trên Fig.16.

Trong ví dụ trước, thiết bị xử lý hình ảnh 103 đã tạo ra hình ảnh đầu ra tương ứng với độ sáng tối đa mong muốn, tức là dành cho biểu diễn trên màn hình với độ sáng dải động/điểm trắng nhất định. Tín hiệu đầu ra cụ thể có thể được tạo ra tương ứng với thiết lập của người sử dụng mà chỉ rõ độ sáng cực đại/điểm trắng mong muốn, hoặc chỉ đơn giản là có thể giả định là dải động đưa ra cho màn hình 107.

Trong một số hệ thống, thiết bị xử lý hình ảnh 103 có thể bao gồm bộ xử lý dải động 203 được bố trí để làm thích nghi xử lý của nó phụ thuộc vào dữ liệu nhận được từ màn hình 107 chỉ rõ đặc tính độ sáng của màn hình 107.

Một ví dụ về thiết bị xử lý hình ảnh 103 được minh họa trên Fig.17. Thiết bị xử lý hình ảnh 103 tương ứng với thiết bị trên Fig.1, nhưng trong ví dụ này, thiết bị xử lý hình ảnh 103 còn bao gồm bộ thu hiển thị 1701 nhận được tín hiệu dữ liệu từ màn hình 107. Tín hiệu dữ liệu bao gồm trường dữ liệu bao gồm chỉ báo dải động màn hình cho màn hình 107. Chỉ báo dải động màn hình bao gồm ít nhất một chỉ báo độ sáng của màn hình. Cụ thể là chỉ báo dải độ sáng có thể bao gồm đặc điểm kỹ thuật của độ sáng tối đa, tức là độ sáng điểm trắng/tối đa cho màn hình. Cụ thể, chỉ báo độ sáng màn hình có thể xác định xem màn hình là màn hình HDR hay màn hình LDR và có thể chỉ ra cụ thể đầu ra ánh sáng tối đa theo đơn vị nit. Do đó, chỉ báo dải động màn hình dải động có thể xác định màn hình là 500 nit, 1000 nit, 2000 nit, 4000 nit v.v..

Bộ thu hiển thị 1701 của thiết bị xử lý hình ảnh 103 được ghép nối với bộ xử lý dải động 203 được nạp chỉ báo dải động màn hình. Do đó, bộ vi xử lý dải động 203 có thể tạo ra tín hiệu đầu ra tương ứng trực tiếp với màn hình cụ thể chứ không phải tạo ra tín hiệu đầu ra cho một độ sáng điểm trắng giả định hoặc tự thiết lập.

Do đó, bộ xử lý dải động 203 có thể làm thích nghi việc biến đổi dải động để đáp ứng với chỉ báo dải động màn hình. Ví dụ, hình ảnh mã hóa nhận được có thể là hình ảnh LDR và có thể được giả định rằng ảnh này đã được tối ưu hóa cho màn hình 500 nit. Nếu chỉ báo dải động màn hình chỉ ra rằng màn hình thực sự là màn hình 500 nit, thiết bị xử lý hình ảnh 103 có thể sử dụng trực tiếp hình ảnh mã hóa. Tuy nhiên, nếu chỉ báo dải động màn hình chỉ ra rằng màn hình là màn hình 1000 nit, sự biến đổi dải động thứ nhất có thể được áp dụng. Nếu chỉ báo dải động màn hình chỉ ra rằng màn hình 107 là màn hình 2000 nit, sự biến đổi dải động khác có thể được áp dụng, v.v.. Tương tự, nếu ảnh nhận được là ảnh được tối ưu hóa cho màn hình 2000 nit, thiết bị xử lý hình ảnh 103 có thể sử dụng ảnh này trực tiếp nếu chỉ báo dải động màn hình chỉ ra rằng màn hình là màn hình 2000 nit. Tuy nhiên, nếu chỉ báo dải động màn hình chỉ ra rằng màn hình là màn hình 1000 nit hoặc màn hình 500 nit, thiết bị xử lý hình ảnh 103 có thể thực hiện sự biến đổi dải động phù hợp để giảm dải động.

Ví dụ, như được thể hiện trên Fig.18, hai sự biến đổi dải động khác nhau có thể được xác định cho màn hình 1000 nit và màn hình 4000 nit, tương ứng, và với ánh xạ một-một thứ ba được xác định cho màn hình 500 nit. Trên Fig.1, ánh xạ cho màn hình 500 nit được chỉ định bởi đường cong 1801, ánh xạ cho nit màn hình 1000 nit được chỉ định bởi đường cong 1803, ánh xạ cho nit màn hình 4000 nit được chỉ định bởi đường cong 1805. Vì vậy, trong ví dụ này, hình ảnh mã hóa nhận được được giả định là ảnh 500 nit và điều này được tự động biến đổi thành hình ảnh theo màn hình cụ thể. Do đó, thiết bị xử lý hình ảnh 103 có thể tự động làm thích ứng và tạo ra ảnh tối ưu hóa cho màn hình cụ thể mà nó được kết nối đến. Cụ thể, thiết bị xử lý hình ảnh 103 có thể tự động thích ứng với việc màn hình là màn hình HDR hoặc màn hình LDR, và còn có thể làm thích ứng với độ sáng điểm trắng cụ thể của màn hình.

Cần hiểu rằng ánh xạ ngược có thể được sử dụng khi lập ánh xạ từ dải động cao hơn dạng dải động thấp hơn.

Nếu màn hình có giá trị độ sáng điểm trắng tương ứng với một trong ba đường cong trên Fig.18, các ánh xạ tương ứng có thể được áp dụng cho hình ảnh mã hóa. Nếu màn hình có giá trị độ sáng khác nhau, sự kết hợp của các sự biến đổi dải động có thể được sử dụng.

Do đó, bộ xử lý dải động 203 có thể chọn sự biến đổi dải động phù hợp tùy thuộc vào chỉ báo dải động màn hình. Lấy một ví dụ có độ phức tạp thấp, bộ xử lý dải động 203 có thể lựa chọn giữa việc sử dụng các đường cong tùy thuộc vào mức gần mà độ sáng điểm trắng phù hợp với độ sáng điểm trắng chỉ định bởi chỉ báo dải động màn hình. Cụ thể, ánh xạ được gán với một độ sáng điểm trắng gần nhất với độ sáng điểm trắng chỉ mong muốn trong chỉ báo dải động màn hình có thể được lựa chọn. Vì vậy, nếu hình ảnh đầu ra LDR được tạo ra, sự biến đổi dải động có thể được thực hiện bằng cách sử dụng đường cong 1801. Nếu hình ảnh HDR có độ sáng điểm trắng tương đối thấp được tạo ra, ánh xạ của đường cong 1803 được sử dụng. Tuy nhiên, nếu hình ảnh HDR có độ sáng điểm trắng cao được tạo ra, đường cong 1805 được sử dụng.

Nếu ảnh sẽ được tạo ra cho một độ sáng điểm trắng ở giữa các sự biến đổi dải động cho hai thiết lập HDR (ví dụ như, cho màn hình 2000 nit), cả hai ánh xạ 1803, 1805 có thể được sử dụng. Cụ thể, phép nội suy giữa các hình ảnh biến đổi cho hai ánh xạ có thể được thực hiện. Phép nội suy này có thể là tuyến tính hoặc phi tuyến. Thông thường, trọng số của hình ảnh biến đổi riêng biệt có thể phụ thuộc vào mức gần với độ sáng tối đa đầu ra mong muốn.

Ví dụ, hình ảnh biến đổi thứ nhất có thể được thực hiện bằng cách áp dụng ánh xạ thứ nhất 1803 cho các hình ảnh mã hóa (hình ảnh LDR) và hình ảnh biến đổi thứ hai có thể được thực hiện bằng cách áp dụng ánh xạ thứ hai cho hình ảnh mã hóa. Sau đó, hình ảnh biến đổi thứ nhất và thứ hai được kết hợp (ví dụ như tóm tắt) để tạo ra hình ảnh đầu ra. Trọng số tương ứng của các hình ảnh biến đổi thứ nhất và thứ hai được xác định bởi mức gần với độ sáng điểm trắng gần với các ánh xạ khác nhau của độ sáng điểm trắng màn hình được chỉ rõ trong chỉ báo dải động màn hình.

Ví dụ, đối với màn hình nit 1500, hình ảnh biến đổi thứ nhất có thể có trọng số cao hơn nhiều so với hình ảnh biến đổi thứ hai và với màn hình 3500 nit, hình ảnh biến đổi thứ hai có thể có trọng số cao hơn nhiều so với hình ảnh biến đổi thứ nhất.

Theo một số phương án thực hiện, bộ xử lý dải động (203) có thể được bố trí để lựa chọn giữa việc tạo ra hình ảnh đầu ra như hình ảnh mã hóa nhận được và tạo ra hình ảnh đầu ra như là hình ảnh biến đổi của hình ảnh mã hóa nhận được để đáp ứng với chỉ báo dải động màn hình.

Cụ thể, nếu độ sáng điểm trắng chỉ định bởi chỉ báo dải động màn hình đủ gần với độ sáng điểm trắng được chỉ định hoặc giả định cho hình ảnh nhận được, sự biến đổi dải động chỉ đơn giản là không thực hiện bất kỳ xử lý nào trên ảnh nhận được, tức là hình ảnh đầu vào chỉ đơn giản là có thể được sử dụng như hình ảnh đầu ra. Tuy nhiên, nếu độ sáng điểm trắng chỉ ra bởi chỉ báo dải động màn hình khác với mức độ sáng trắng giả định hoặc chỉ định cho hình ảnh nhận được, sự biến đổi dải động có thể thay đổi hình ảnh mã hóa nhận được theo ánh xạ phù hợp của điểm ảnh hình ảnh đầu vào để xuất ra các ảnh điểm ảnh. Trong trường hợp này, ánh xạ có thể được điều chỉnh tùy thuộc vào chỉ báo nhận được của độ sáng điểm trắng của màn hình người dùng đầu cuối. Trong ví dụ khác, một hoặc nhiều ánh xạ định trước có thể được sử dụng.

Ví dụ, thiết bị xử lý hình ảnh 103 có thể bao gồm ánh xạ thứ nhất định trước được xác định để cung cấp hình ảnh đầu ra thích hợp để tăng gấp đôi mức sáng điểm trắng và ánh xạ thứ hai định trước được xác định để cung cấp hình ảnh đầu ra để làm giảm một nửa mức độ sáng điểm trắng. Theo một phương án thực hiện, thiết bị xử lý hình ảnh 103 có thể chọn giữa ánh xạ thứ nhất, ánh xạ thứ hai, và ánh xạ thống nhất phụ thuộc vào độ sáng điểm trắng của ảnh nhận được (ví dụ như được chỉ định bởi tham chiếu màn hình đích) và độ sáng điểm trắng cho màn hình người dùng đầu cuối như được chỉ ra bởi chỉ báo dải động màn hình. Cụ thể, thiết bị xử lý hình ảnh 103 có thể chọn ánh xạ tương ứng gần nhất với tỷ lệ giữa các độ sáng điểm trắng của hình ảnh đầu vào và màn hình người dùng đầu cuối.

Ví dụ, nếu hình ảnh đầu vào được nhận với tham chiếu màn hình đích chỉ ra rằng nó đã được tối ưu hóa cho màn hình 1000 nit và màn hình của người dùng đầu cuối là màn hình nit 2000, thiết bị xử lý hình ảnh 103 sẽ chọn ánh xạ thứ nhất. Nếu thay vào đó, chỉ báo dải động màn hình chỉ ra rằng màn hình của người dùng đầu cuối là màn hình 1000 nit, thiết bị xử lý hình ảnh 103 sẽ chọn ánh xạ thống nhất (tức là sử dụng trực tiếp hình ảnh đầu vào). Nếu chỉ dải động chỉ ra rằng màn hình của người dùng đầu cuối là màn hình 500 nit, thiết bị xử lý hình ảnh 103 sẽ chọn ánh xạ thứ hai.

Nếu các giá trị ở giữa cho độ sáng điểm trắng của màn hình của người dùng đầu cuối được nhận, thiết bị xử lý hình ảnh 103 có thể chọn ánh xạ gần nhất với tỷ lệ giữa các độ sáng điểm trắng, hoặc có thể, ví dụ như nội suy giữa các ánh xạ.

Trong ví dụ trên Fig.2, thiết bị xử lý hình ảnh 103 được bố trí để thực hiện sự biến đổi dải động dựa trên tham chiếu màn hình đích nhận được từ thiết bị cung cấp nội dung 101 nhưng không có bất kỳ thông tin cụ thể hoặc dữ liệu nào của màn hình cụ thể 107 (tức là nó chỉ đơn giản là có thể tạo ra hình ảnh đầu ra để được tối ưu hóa cho dải động/điểm trắng cho trước nhưng không biết rõ màn hình kết nối 107 có giá trị đó hay không). Do đó, độ sáng điểm trắng giả định hoặc tham chiếu có thể được sử dụng. Trong ví dụ trên Fig.17, thiết bị xử lý hình ảnh 103 có thể thực hiện sự biến đổi dải động dựa trên chỉ báo dải động màn hình nhận được từ màn hình 107 nhưng không có bất kỳ thông tin cụ thể hoặc dữ liệu nào về dải động cụ thể và độ sáng điểm trắng mà hình ảnh mã hóa nhận được đã được tạo ra cho nó (tức là nó chỉ đơn giản là có thể tạo ra hình ảnh đầu ra dựa trên dải động/độ sáng điểm trắng cho trước cho hình ảnh mã hóa nhận được nhưng không biết rõ ràng việc ảnh đã thực sự được tạo ra cho dải và độ sáng này hay không). Do đó, độ sáng điểm trắng giả định hoặc tham chiếu cho hình ảnh mã hóa có thể được sử dụng. Tuy nhiên, cần hiểu rằng trong nhiều cài đặt, thiết bị xử lý hình ảnh 103 có thể được bố trí để thực hiện việc biến đổi dải động để đáp ứng với cả hai thông tin nhận được từ phía nhà cung cấp nội dung và từ màn hình của người dùng đầu cuối. Fig.19 cho thấy một ví dụ về thiết bị xử lý hình ảnh 103 bao gồm bộ xử lý dải động 203 được bố trí để thực hiện sự biến đổi dải động để đáp ứng với cả hai tham chiếu màn hình đích và chỉ báo dải động màn hình. Cần hiểu rằng phần mô tả phương pháp độc lập trên Fig.2 và Fig.17 được áp dụng cho (với các sửa đổi) cho hệ thống trên Fig.19.

Cụ thể, phương pháp có thể thuận lợi trong hệ thống phân phối nội dung không đồng nhất, chẳng hạn như các hệ thống ngày càng được nhận thức là hệ thống cho các hệ thống truyền hình tương lai. Thực sự là độ sáng (cực đại) của màn hình hiện đang gia tăng nhanh chóng và trong tương lai gần, màn hình với nhiều độ sáng (cực đại) dự kiến sẽ cùng tồn tại trên thị trường. Do độ sáng màn hình (và thường là các chức năng chuyển quang điện để xác định cách màn hình biến đổi giá trị điều khiển điểm hình ảnh đầu vào (màu) thành các giá trị ánh sáng mà sau đó cung cấp ấn tượng nhìn sinh lý cụ thể đến người xem) không còn được biết đến ở phía tạo nội dung (và hơn nữa nói

chung là chúng khác với màn hình tham chiếu mà nội dung được dự định/phân loại), sẽ là thách thức để cung cấp chất lượng hình ảnh tốt nhất/ tối ưu trên màn hình.

Vì vậy, trong hệ thống trên Fig.1, màn hình 107 (hoặc thiết bị đích) có thể gửi thông tin về khả năng độ sáng của nó (độ sáng cực đại, chức năng chuyển hiển thị màu xám/màu), hoặc các đặc trưng hiển thị độ xám khác trên dải HDR của nó, giống như chức năng chuyển điện quang cụ thể, v.v.) trở lại thiết bị xử lý hình ảnh 103.

Trong ví dụ cụ thể, thiết bị xử lý hình ảnh 103 là bộ phát lại BDROM kết nối với màn hình bằng giao diện HDMI, và do đó chỉ báo dải động màn hình có thể được truyền thông từ màn hình đến thiết bị xử lý hình ảnh 103 qua giao diện HDMI. Do đó, chỉ báo dải động màn hình cụ thể có thể được truyền như một phần của thông tin EDID mà có thể được báo hiệu qua HDMI từ màn hình 107 đến thiết bị xử lý hình ảnh 103. Tuy nhiên, cần hiểu rằng phương pháp này có thể được áp dụng cho nhiều thiết bị tạo video/đồ họa khác như máy thu DVB, bộ thu ATSC, máy tính riêng biệt, máy tính bảng, điện thoại thông minh và máy chơi game v.v.. Cần hiểu rằng nhiều giao diện có dây và không dây khác có thể được sử dụng như cổng màn hình, USB, Ethernet và WiFi, v.v..

Sau đó, thiết bị xử lý hình ảnh 103 có thể chọn, ví dụ như một trong số các phiên bản khác nhau của nội dung/tín hiệu phụ thuộc vào độ sáng màn hình. Ví dụ, nếu tín hiệu từ thiết bị nhà cung cấp nội dung 101 bao gồm cả hình ảnh LDR lẫn ảnh HDR, thiết bị xử lý hình ảnh 103 có thể chọn giữa chúng dựa vào việc chỉ báo dải động màn hình là chỉ báo màn hình chỉ rõ màn hình LDR hoặc màn hình HDR. Một ví dụ khác, thiết bị xử lý hình ảnh 103 có thể nội suy/trộn các phiên bản độ sáng khác nhau của nội dung để tạo ra tín hiệu mới xấp xỉ tối ưu với độ sáng màn hình. Một ví dụ khác, có thể làm thích ứng ánh xạ từ hình ảnh mã hóa với hình ảnh đầu ra.

Cần hiểu rằng trong nhiều cài đặt khác nhau, các thông số và thông tin khác nhau có thể cung cấp chỉ báo dải động màn hình. Cụ thể, cần lưu ý rằng các ý kiến đóng góp trước đó và mô tả cho các tham chiếu màn hình đích có thể áp dụng cho chỉ báo dải động màn hình. Như vậy, các thông số và thông tin truyền từ màn hình 107 đến thiết bị xử lý hình ảnh 103 có thể là dữ liệu mô tả để truyền thông tin trên màn hình đích từ thiết bị nhà cung cấp nội dung 101 đến thiết bị xử lý hình ảnh 103.

Cụ thể, màn hình có thể truyền thông độ sáng độ sáng tối đa/độ sáng điểm trắng cho màn hình và thông tin này có thể được sử dụng bởi bộ xử lý dải động 203 để làm thích ứng tín hiệu đầu ra như đã được mô tả ở trên.

Theo một số phương án thực hiện, theo cách khác hoặc bổ sung, chỉ báo dải động màn hình có thể bao gồm độ sáng điểm đen cho màn hình 107. Độ sáng điểm đen thường có thể chỉ ra độ sáng tương ứng với giá trị điều khiển tương ứng với giá trị điểm ảnh đen nhất. Độ sáng điểm đen nội tại cho màn hình có thể, đối với một số màn hình, tương ứng với thực tế là gần như không có đầu ra ánh sáng. Tuy nhiên, đối với nhiều thiết lập tối nhất của màn hình, ví dụ như các bộ phận LCD vẫn còn dẫn đến một lượng ánh sáng từ màn hình dẫn đến các vùng ảnh đen được cảm nhận nhẹ hơn và xám hơn thay vì màu đen sâu. Với các màn hình như vậy, thông tin của độ sáng điểm đen có thể được sử dụng bởi bộ xử lý dải động 203 để thực hiện ánh xạ tông màu trong đó tất cả các mức màu đen dưới độ sáng điểm đen của màn hình sẽ được biến đổi sang các giá trị điểm ảnh có độ tối sâu nhất (hoặc sử dụng quá trình biến đổi dần dần). Trong một số kịch bản, độ sáng điểm đen có thể bao gồm sự đóng góp từ ánh sáng xung quanh. Ví dụ, độ sáng điểm đen có thể phản ánh lượng ánh sáng phản xạ từ màn hình.

Ngoài ra, chỉ báo dải động màn hình có thể, đối với nhiều màn hình, bao gồm nhiều thông tin đặc trưng cho OETF của màn hình. Cụ thể, như đã đề cập trước đây, màn hình có thể bao gồm độ sáng điểm trắng và/hoặc độ sáng điểm đen. Trong nhiều hệ thống, chỉ báo dải động màn hình có thể bao gồm các chi tiết về OETF của màn hình khi xuất ra ánh sáng. Cụ thể, chỉ báo dải động màn hình có thể bao gồm hệ số ảnh của OETF cho màn hình này.

Sau đó, bộ xử lý dải động 203 có thể sử dụng thông tin của OETF để làm thích ứng sự biến đổi dải động cụ thể để cung cấp hiệu suất mong muốn và cụ thể, việc biến đổi sang hình ảnh HDR có thể phản ánh không chỉ đầu ra ánh sáng sáng hơn có thể mà còn có thể xem xét chính xác mối quan hệ giữa các giá trị điều khiển nên được tạo ra để cung cấp ánh sáng phát ra mong muốn trong dải độ sáng tăng lên. Tương tự, việc biến đổi sang hình ảnh LDR có thể phản ánh không chỉ là đầu ra ánh sáng ít sáng hơn

có sẵn mà còn có thể đi tính đến chính xác mối quan hệ giữa các giá trị điều khiển nên được tạo ra để cung cấp ánh sáng phát ra mong muốn trong dải độ sáng giảm.

Như vậy, chỉ báo dải động màn hình có thể, cụ thể cung cấp thông tin thông báo cho bộ xử lý dải động 203 của nó cách ánh xạ giá trị đầu vào tương ứng với dải động thành các giá trị đầu ra tương ứng với nhau và thường có dải động lớn hơn. Bộ xử lý dải động 203 cũng có thể tính đến và có thể cho ví dụ bù cho bất kỳ sự thay đổi hoặc tính không tuyến tính nào khi được hiển thị bởi màn hình 107.

Cần hiểu rằng rất nhiều phép dải động khác nhau có thể và rằng nhiều cách khác nhau để làm thích ứng sự biến đổi dải động này dựa trên chỉ báo dải động màn hình có thể được sử dụng. Thật vậy, cần hiểu rằng hầu hết các bình luận được cung cấp cho sự biến đổi dải động dựa trên tham chiếu màn hình đích từ thiết bị nhà cung cấp nội dung 101 đều thích hợp (với các sửa đổi) với sự biến đổi dải động dựa trên thông tin về đặc tính độ sáng của màn hình người dùng đầu cuối.

Lấy một ví dụ có độ phức tạp thấp, sự biến đổi dải động có thể chỉ đơn giản là áp dụng một hàm tuyến tính theo đoạn cho các giá trị đầu vào của hình ảnh LDR để tạo ra các giá trị HDR cải thiện (hoặc với các giá trị đầu vào của hình ảnh HDR để tạo ra các giá trị LDR cải thiện). Thật vậy, trong nhiều kịch bản, ánh xạ đơn giản bao gồm hai mối quan hệ tuyến tính được minh họa trên Fig.20 có thể được sử dụng. Ánh xạ này cho thấy ánh xạ trực tiếp giữa các giá trị điểm hình ảnh đầu vào và các giá trị điểm hình ảnh đầu ra (hoặc trong một số kịch bản, ánh xạ có thể phản ánh một ánh sáng (có thể liên tục) giữa các độ sáng điểm hình ảnh đầu vào và các độ sáng điểm hình ảnh đầu ra).

Cụ thể, phương pháp này cung cấp sự biến đổi dải động duy trì các vùng tối của ảnh vẫn còn tối trong khi đồng thời cho phép dải động tăng lên đáng kể sẽ được sử dụng để cung cấp khả năng hiển thị sáng hơn các vùng sáng, cũng như việc thực sự là đã cải thiện và làm sống động hơn dải trung bình. Tuy nhiên, việc biến đổi chính xác phụ thuộc vào màn hình mà nó sẽ được hiển thị. Ví dụ, khi hiển thị ảnh cho màn hình 500 nit lên màn hình 1000 nit, sự biến đổi trung bình cần thiết và việc kéo dài vùng sáng là tương đối hạn chế. Tuy nhiên, nếu cùng ảnh được hiển thị trên màn hình 5000 nit, sự biến đổi mạnh hơn nhiều cần thiết để khai thác triệt để độ sáng có sẵn mà không

làm sáng các vùng tối quá nhiều. Fig.20 minh họa cách hai ánh xạ khác nhau có thể được sử dụng cho các màn hình 1000 nit (đường cong 2001, giá trị tối đa 255 tương ứng với 1000 nit) và màn hình 5000 nit (đường cong 2003, giá trị tối đa 255 tương ứng với 5000 nit) tương ứng cho hình ảnh đầu vào LDR 500 nit (giá trị tối đa là 255 tương ứng với 500 nit). Thiết bị xử lý hình ảnh 103 có thể còn xác định các giá trị thích hợp cho các độ sáng tối đa khác bằng cách nội suy giữa các giá trị được cung cấp. Theo một số phương án thực hiện, nhiều điểm hơn có thể được sử dụng để xác định đường cong mà vẫn còn tuyến tính theo đoạn nhưng với khoảng ngắn hơn.

Cần hiểu rằng các ánh xạ tương tự có thể được sử dụng khi lập ánh xạ từ hình ảnh HDR đầu vào đến hình ảnh LDR đầu ra.

Theo một số phương án thực hiện, sự biến đổi dải động có thể bao gồm hoặc là phép chuyển đổi gam mà có thể phụ thuộc vào chỉ báo dải động màn hình nhận được. Như vậy, theo một số phương án thực hiện, bộ xử lý dải động 203 có thể sửa đổi sắc độ của ảnh kết xuất tùy thuộc vào chỉ báo dải động màn hình. Ví dụ, khi hình ảnh HDR nhận được được kết xuất trên màn hình LDR, việc nén có thể dẫn đến ảnh dịu hơn có ít thay đổi và hao hụt trong các đối tượng ảnh riêng biệt. Sự biến đổi dải động có thể bù cho việc cắt giảm này bằng cách tăng biến sắc. Ví dụ, khi ảnh với một quả táo thấp sáng được tối ưu hóa để hiển thị trên màn hình HDR, việc hiển thị trên màn hình LDR với dải động giảm thường sẽ làm cho táo xuất hiện ít nổi bật hơn và xuất hiện ít rõ ràng và buồn tẻ hơn. Điều này có thể được thực hiện do việc biến đổi dải động được bù bằng cách làm cho màu sắc của táo bão hòa hơn. Một ví dụ khác, các thay đổi kết cấu có thể trở nên ít quan trọng về mặt nhận được thức do sự biến đổi độ sáng giảm và điều này có thể được bù bằng cách làm tăng biến sắc của kết cấu.

Trong một số ví dụ, chỉ báo dải động màn hình cung cấp thông tin chung cho màn hình, chẳng hạn như thông số sản xuất tiêu chuẩn, EOTF mặc định v.v.. Theo một số phương án thực hiện, chỉ báo dải động màn hình còn có thể phản ánh việc xử lý cụ thể thực hiện trong khi hiển thị và có thể phản ánh thiết lập cụ thể của người dùng. Như vậy, trong ví dụ này, chỉ báo dải động màn hình không chỉ đơn thuần cung cấp thông tin cố định và không thay đổi mà chỉ phụ thuộc vào màn hình mà còn cung cấp

chức năng thay đổi theo thời gian mà có thể phản ánh các hoạt động cụ thể của màn hình khác nhau.

Ví dụ, màn hình có thể hoạt động trong các chế độ ảnh khác nhau với các đặc điểm thực hiện khác nhau. Ví dụ, trong chế độ hiển thị "sinh động", màn hình có thể hiển thị ảnh với các vùng sáng sáng hơn bình thường, trong chế độ hiển thị "tắt tiếng", màn hình có thể hiển thị ảnh với các vùng sáng tối hơn bình thường v.v.. Thông tin về chế độ hiện hành, ví dụ như hệ số ảnh cụ thể đối với chế độ này, có thể được báo cáo cho thiết bị xử lý hình ảnh 103 như là một phần của chỉ báo dải động màn hình do đó cho phép thiết bị xử lý hình ảnh 103 làm thích ứng biến đổi dải động để phản ánh các đặc điểm hiển thị. Ví dụ, thiết bị xử lý hình ảnh 103 có thể ghi đề lên thiết lập hiển thị bằng cách bù cho việc này hoặc có thể tối ưu hóa việc biến đổi để duy trì thiết lập cụ thể.

Chỉ báo dải động màn hình cũng có thể phản ánh thiết lập xử lý khác để hiển thị. Ví dụ, mức cắt, thiết lập công suất đèn nền, ánh xạ màu sắc v.v. có thể được thông báo cho thiết bị xử lý hình ảnh 103 nhờ đó chúng có thể được sử dụng bởi bộ xử lý dải động 203 để làm thích ứng biến đổi dải động.

Fig.21 minh họa một ví dụ về các bộ phận của màn hình 107 trong đó màn hình cung cấp chỉ báo dải động màn hình cho thiết bị xử lý hình ảnh 103.

Trong ví dụ, màn hình bao gồm bộ thu 2101 nhận tín hiệu hình ảnh xuất ra từ thiết bị xử lý hình ảnh 103. Tín hiệu hình ảnh nhận được được ghép nối với trình điều khiển 2103 được ghép nối với panen màn hình 2105 hiển thị ảnh. Ví dụ, màn hình có thể là màn hình LCD hay màn hình plasma đã biết.

Trình điều khiển 2103 được bố trí để điều khiển màn hình 2105 để nó hiển thị hình ảnh mã hóa. Theo một số phương án thực hiện, trình điều khiển 2103 có thể thực hiện các thuật toán xử lý tín hiệu có thể thích nghi tiên tiến và bao gồm ánh xạ tông màu, phân loại màu, v.v.. Trong phương án khác, trình điều khiển 2103 có thể có độ phức tạp tương đối thấp và có thể, ví dụ như chỉ đơn thuần là thực hiện ánh xạ tiêu chuẩn từ các giá trị tín hiệu đầu vào để điều khiển các giá trị cho các phần tử điểm ảnh của màn hình 2105.

Trong hệ thống này, màn hình 107 còn bao gồm bộ phát 2107 được bố trí để truyền tín hiệu dữ liệu đến thiết bị xử lý hình ảnh 103. Tín hiệu dữ liệu có thể, ví dụ, cho kết nối HDMI được truyền thông trong kênh DDC sử dụng cấu trúc E-EDID như được mô tả sau đây.

Bộ phát 2107 tạo ra tín hiệu dữ liệu bao gồm chỉ báo dải động màn hình cho màn hình (107). Vì vậy, cụ thể là, bộ phát 2107 mà chỉ ra, ví dụ như độ sáng điểm trắng và có thể là EOTF của màn hình. Ví dụ, giá trị dữ liệu cung cấp chỉ số giữa một số độ sáng điểm trắng định trước hoặc EOTF có thể được tạo ra và truyền đi.

Theo một số phương án có độ phức tạp thấp, ví dụ như độ sáng điểm trắng có thể là một giá trị cố định được lưu trữ trong bộ phát 2107 mà chỉ đơn thuần là truyền thông giá trị tiêu chuẩn này. Trong các giá trị phức tạp hơn, chỉ báo dải động màn hình có thể được xác định để phản ánh các giá trị thay đổi động và/hoặc thích nghi. Ví dụ, trình điều khiển 2103 có thể được bố trí để hoạt động trong các chế độ hiển thị khác nhau, và chỉ báo dải động màn hình có thể được điều chỉnh cho phù hợp. Một ví dụ khác, thiết lập người dùng về, ví dụ như mức sáng cho màn hình có thể được phản ánh qua chỉ báo dải động màn hình được tạo ra và truyền qua bộ phát 2107.

Như đã đề cập ở trên, chỉ báo dải động màn hình có thể bao gồm sử dụng ánh sáng xung quanh và bộ xử lý dải động có thể được bố trí để làm thích ứng việc biến đổi dải động để đáp ứng với ánh sáng xung quanh này. Ánh sáng môi trường xung quanh có thể được cung cấp như là dữ liệu rõ ràng và riêng biệt hoặc có thể được phản ánh trong các thông số khác. Ví dụ, ánh sáng xung quanh có thể được phản ánh trong độ sáng điểm đen mà có thể bao gồm sự đóng góp tương ứng với phản chiếu ánh sáng từ màn hình.

Trong nhiều kịch bản, màn hình có thể bao gồm cảm biến ánh sáng đặt ở mặt trước của màn hình. Cảm biến ánh sáng này có thể phát hiện mức ánh sáng môi trường xung quanh nói chung hay cụ thể là có thể đo ánh sáng đến màn hình từ nguồn có khả năng chiếu sáng trực tiếp và sẽ phản xạ trở lại đối với người xem. Dựa trên sự phát hiện ánh sáng này, màn hình có thể tạo ra dấu hiệu ánh sáng xung quanh phản ánh, ví dụ như mức ánh sáng môi trường xung quanh của môi trường xem nói chung hoặc, ví dụ mà cụ thể phản ánh một đánh giá ánh sáng phản xạ từ màn hình. Màn hình 107 có

thể báo cáo giá trị này cho thiết bị xử lý hình ảnh 103, hoặc như là một giá trị riêng biệt hoặc, ví dụ như bằng cách tính toán mức độ sáng điểm đen hiệu quả để phản ánh lượng ánh sáng phản chiếu.

Sau đó, bộ xử lý dải động 203 có thể làm thích nghi sự biến đổi dải động cho phù hợp. Ví dụ, khi mức ánh sáng môi trường xung quanh rất cao, việc sử dụng nhiều hơn mức sáng thêm của màn hình HDR có thể được sử dụng tích cực hơn để tạo ra ảnh có vẻ sáng với độ tương phản cao. Ví dụ, đầu ra ánh sáng trung bình có thể được thiết lập tương đối cao và thậm chí mức độ sáng trung có thể được đẩy về phía dải HDR. Các vùng sáng có thể được hiển thị bằng cách sử dụng dải HDR đầy đủ và thậm chí cả vùng tối mà thường sẽ được hiển thị ở mức ánh sáng tương đối cao. Tuy nhiên, việc tăng dải động của hình ảnh HDR cho phép cho hình ảnh tương đối sáng vẫn còn có biến đổi độ sáng lớn và do đó vẫn còn có sự tương phản cao.

Như vậy, khả năng HDR của màn hình được sử dụng để tạo ra ảnh mà cung cấp ảnh được cảm nhận tươi sáng và có độ tương phản cao ngay cả khi nhìn, ví dụ như trong ánh sáng ban ngày. ảnh như vậy thường sẽ không thích hợp trong phòng tối do nó sẽ áp đảo và xuất hiện quá sáng. Như vậy, trong môi trường tối, sự biến đổi dải động sẽ thực hiện sự biến đổi dải động LDR sang HDR bảo toàn hơn mà, ví dụ như vẫn duy trì được cùng lượng ánh sáng LDR cho các giá trị tối và giá trị trung bình và chỉ làm tăng độ sáng cho các vùng sáng hơn.

Phương pháp này có thể cho phép thiết bị xử lý hình ảnh 103 tự động làm thích ứng sự biến đổi dải động LDR sang HDR (hoặc, ví dụ như sự biến đổi dải động HDR sang HDR) để phù hợp với môi trường xem cụ thể của màn hình. Hơn nữa điều này có thể được thực hiện mà không đòi hỏi thiết bị xử lý hình ảnh 103 thực hiện bất kỳ phép đo hoặc thậm chí được định vị trong hoặc gần môi trường này.

Chỉ báo ánh sáng xung quanh thường có thể tùy chọn và do đó thiết bị xử lý hình ảnh 103 có thể sử dụng nó nếu có và nếu không thì chỉ cần thực hiện sự biến đổi dải động mặc định cho các đặc tính cụ thể (ví dụ như OETF của màn hình).

Thông tin mở rộng tùy chọn này được cung cấp bởi màn hình về môi trường xem của nó (cụ thể là ánh sáng xung quanh) được sử dụng bởi thiết bị xử lý hình ảnh 103 để thực hiện sự biến đổi tối ưu hóa ảnh/video phức tạp hơn để biểu diễn ảnh/video

tối ưu hóa cho màn hình mà việc tối ưu hóa có thể bao gồm không chỉ đặc điểm của màn hình mà còn cả của môi trường xem.

Như vậy, việc tối ưu hóa còn có thể được thực hiện khi thông tin được cung cấp bởi các màn hình về môi trường xem. Màn hình sẽ thường xuyên đo ánh sáng xung quanh và gửi thông tin (ví dụ như độ sáng và màu sắc dưới dạng ba thông số: XYZ) về điều này đến thiết bị xử lý hình ảnh 103. Thông tin này có thể thường không được cung cấp như là một phần của dữ liệu EDID hoặc bất kỳ loại dữ liệu nào khác mà chủ yếu được sử dụng cho truyền thông thông tin một lần. Thay vào đó, nó có thể được truyền thông, ví dụ như trong một kênh riêng biệt, chẳng hạn như sử dụng HDMI-CEC. Việc đo lường và cập nhật định kỳ này có thể, ví dụ, dẫn đến việc nếu người dùng tắt ánh sáng trong vùng lân cận của màn hình, thiết bị xử lý hình ảnh 103 có thể tự động điều chỉnh việc xử lý để cung cấp ảnh phù hợp hơn cho tình trạng xem tối hơn, ví dụ như bằng cách áp dụng ánh xạ màu sắc/độ sáng khác nhau.

Một ví dụ về tập thông số liên quan có thể được báo cáo bởi màn hình của người dùng đầu cuối trong chỉ báo dải động màn hình bao gồm:

- Độ sáng lớn nhất tuyệt đối (độ sáng điểm trắng) của màn hình của người dùng đầu cuối.

- Hệ số ảnh của màn hình của người dùng đầu cuối - thiết lập bởi nhà máy.

Độ sáng lớn nhất tuyệt đối của màn hình của người dùng đầu cuối, ví dụ, được xác định cho thiết lập màn hình thông thường, thiết lập mặc định hoặc cài đặt tạo ra độ sáng cao nhất.

Một ví dụ khác về tập thông số liên quan có thể được báo cáo bởi màn hình của người dùng đầu cuối trong chỉ báo dải động màn hình bao gồm:

- Độ sáng tối đa của màn hình người dùng đầu cuối cho thiết lập hiện hành của độ sáng, độ tương phản, v.v..

- Hệ số ảnh của màn hình của người dùng đầu cuối - thiết lập hiện hành.

Tập thứ nhất các thông số độc lập thời gian trong khi tập thứ hai thay đổi theo thời gian vì nó phụ thuộc vào thiết lập của người dùng. Việc áp dụng thiết lập này hoặc khác có hậu quả đối với hành vi của hệ thống và trải nghiệm người dùng, và cần hiểu rằng tập thông số cụ thể được sử dụng trong hệ thống cụ thể phụ thuộc vào sở

thích và yêu cầu của hệ thống. Thật vậy, các thông số có thể được pha trộn giữa hai tập, và ví dụ như, thiết lập mặc định nhà máy có thể được cung cấp khi bật máy, với các thông số phụ thuộc thiết lập người sử dụng được báo cáo định kỳ sau đó.

Cần hiểu rằng các tập thông số cụ thể có thể mô tả EOTF cho màn hình mà có thể là EOTF mặc định của nhà máy hoặc EOTF phụ thuộc thiết lập người sử dụng hiện hành. Như vậy, các thông số có thể cung cấp thông tin về ánh xạ giữa các giá trị điều khiển và đầu ra độ sáng của màn hình cho phép thiết bị xử lý hình ảnh 103 tạo ra các giá trị điều khiển mà sẽ tạo ra hình ảnh đầu ra mong muốn. Cần hiểu rằng trong các cài đặt khác, các thông số khác có thể được sử dụng để mô tả một phần hoặc toàn bộ ánh xạ giữa các giá trị điều khiển và đầu ra ánh sáng cho màn hình.

Cần hiểu rằng nhiều phương pháp khác nhau có thể được sử dụng để truyền thông chỉ báo dải động màn hình từ màn hình đến thiết bị xử lý hình ảnh 103.

Ví dụ, các thông số của màn hình độc lập với thiết lập người dùng và không thay đổi theo thời gian, việc truyền thông có thể cho kết nối HDMI được truyền có hiệu quả trong kênh DDC sử dụng cấu trúc E-EDID.

Theo phương án có độ phức tạp thấp, tập loại có thể được xác định cho màn hình người dùng với mỗi loại xác định dải của các thông số liên quan. Theo phương án này, chỉ có một mã số nhận dạng loại cho màn hình của người dùng đầu cuối cần phải được truyền.

Một ví dụ cụ thể về việc truyền thông dữ liệu chỉ báo dải động của màn hình theo định dạng E-EDID sẽ được mô tả dưới đây.

Trong ví dụ cụ thể này, 128 byte thứ nhất của E-EDID chứa cấu trúc EDID 1.3 (khối EDID cơ sở).

Đối với các thông số chỉ báo dải động màn hình, khối mô tả màn hình mới trong cấu trúc dữ liệu E-EDID có thể được xác định. Do thiết bị hiện hành không biết gì về khối mô tả màn hình mới, chúng sẽ chỉ đơn thuần bỏ qua nó qua đó cung cấp khả năng tương thích ngược. Một định dạng có thể của phần tử mô tả "trạng thái độ sáng" được liệt kê trong bảng dưới đây.

Byte #	# của byte	Giá trị	Mô tả
0,1	2	00h	biểu thị rằng phần tử mô tả 18 byte này là phần tử mô tả màn hình
2	1	00h	Đặt trước
3	1	F6h	Số thẻ của phần tử mô tả màn hình chỉ rõ rằng đây là phần tử mô tả độ sáng.
4	1	00h	Đặt trước
5	1		Peak_Luminance (Độ sáng cực đại)
6-8	3		Đường cong chuyển (tùy chọn, ví dụ như alpha, beta, bù)

Peak_Luminance là thông số có giá trị từ 0 đến 255 biểu thị độ sáng cực đại của màn hình theo:

Độ sáng màn hình cực đại (cd/m^2) = $50 \times \text{Peak_Luminance}$, nhờ đó bao gồm dải từ 0 đến $255 \times 50 = 12750 \text{ cd/m}^2$ hoặc 255×100 .

Đường cong chuyển có thể là đường cong hệ số ảnh (như trong ITU601, ITU709, v.v.), nhưng cho phép hệ số ảnh cao hơn nhiều (lên đến 10). Hoặc thông số đường cong chuyển khác nhau (hoặc log) có thể, trong một số kịch bản, thích hợp hơn. Ví dụ, thay vì hàm hệ số ảnh: x^γ hàm công suất $\alpha^{\beta x} - \Delta$ có thể được sử dụng trong đó các thông số α , β và Δ có thể được thiết lập để cung cấp các đặc tính mong muốn.

Thông tin bổ sung này có thể được sử dụng bởi thiết bị xử lý hình ảnh 103 để đưa ra quyết định nâng cao hơn để xác định mức độ xám video và đồ họa khác nhau (hoặc thành phần đa ảnh), chẳng hạn như xử lý toàn cục, chẳng hạn như thay đổi dựa trên hệ số ảnh. Có thêm thông tin, chẳng hạn như về cách màn hình sẽ ánh xạ lại hệ số ảnh tất cả các giá trị độ xám, bộ xử lý dải động 203 có thể đưa ra quyết định thông minh hơn nhiều cho về cuối cùng của video và hình ảnh thứ cấp (và cách chúng có thể chồng lên nhau về độ sáng, tùy thuộc vào, chẳng hạn như đặc tính hình học như độ lớn của các vùng phụ, v.v.).

Trong ví dụ trước, màn hình 107 cung cấp chỉ báo dải động màn hình, thông báo cho thiết bị xử lý hình ảnh 103 cách màn hình sẽ hiển thị tín hiệu hiển thị đang đến. Cụ thể, chỉ báo dải động màn hình có thể chỉ ra ánh xạ giữa các giá trị điều khiển

và đầu ra ánh sáng được áp dụng bởi màn hình. Như vậy, trong các ví dụ này, chỉ báo dải động màn hình thông báo cho thiết bị xử lý hình ảnh 103 về dải động và có sẵn và cách nó được biểu diễn, và thiết bị xử lý hình ảnh 103 tự do làm thích ứng sự biến đổi dải động nếu thấy phù hợp.

Tuy nhiên, trong một số hệ thống, màn hình cũng có thể thực hiện một số điều khiển trên sự biến đổi dải động được thực hiện bởi thiết bị xử lý hình ảnh 103. Cụ thể, chỉ báo dải động màn hình có thể bao gồm dữ liệu điều khiển biến đổi dải động, và bộ xử lý dải động 203 có thể được bố trí để thực hiện việc biến đổi dải động để đáp ứng với dữ liệu điều khiển biến đổi dải động này.

Dữ liệu điều khiển có thể, ví dụ như xác định hoạt động hoặc thông số của sự biến đổi dải động phải được áp dụng, có thể được áp dụng, hoặc được đề nghị được áp dụng. Dữ liệu điều khiển còn có thể được phân biệt với các đặc trưng khác nhau của hình ảnh mã hóa. Ví dụ, dữ liệu điều khiển riêng biệt có thể được cung cấp cho các ảnh ban đầu có thể, chẳng hạn như tập cho hình ảnh LDR 500 nit, tập cho hình ảnh mã hóa 1000 nit, v.v..

Ví dụ, màn hình có thể xác định ánh xạ tông màu cần được thực hiện bởi bộ xử lý dải động 203 tùy thuộc vào dải động của ảnh nhận được. Ví dụ, đối với màn hình 2000 nit, dữ liệu điều khiển có thể chỉ định ánh xạ nên được sử dụng khi lập ánh xạ từ hình ảnh LDR 500 nit, và ánh xạ khác được sử dụng khi lập ánh xạ từ ảnh 1000 nit, v.v..

Trong một số kịch bản, dữ liệu điều khiển có thể xác định ranh giới giữa các ánh xạ với ánh xạ được định trước trong mỗi khoảng (ví dụ như, tiêu chuẩn hóa hoặc được biết đến ở cả phía nhà cung cấp nội dung và ở phía hiển thị). Trong một số kịch bản, dữ liệu điều khiển còn có thể xác định các phần tử của các ánh xạ khác nhau hoặc thực sự có thể chỉ định ánh xạ chính xác, ví dụ như sử dụng giá trị hệ số ảnh hoặc chỉ định hàm biến đổi cụ thể.

Theo một số phương án thực hiện, dữ liệu điều khiển biến đổi dải động có thể xác định trực tiếp và rõ ràng việc biến đổi dải động sẽ được thực hiện để biến đổi ảnh nhận được thành hình ảnh với dải động tương ứng với dải động của màn hình. Ví dụ, dữ liệu điều khiển có thể chỉ định ánh xạ trực tiếp từ giá trị hình ảnh đầu vào thành các

giá trị hình ảnh đầu ra cho dải điểm màu trắng của ảnh nhận được. Ánh xạ này có thể được cung cấp như là thông số đơn giản cho phép sự biến đổi thích hợp được thực hiện bởi bộ xử lý dải động 203 hoặc dữ liệu chi tiết có thể được cung cấp như là bảng tra cứu cụ thể hoặc hàm toán học.

Lấy một ví dụ có phức tạp thấp, việc biến đổi dải động có thể chỉ đơn giản là áp dụng hàm tuyến tính từng phần theo các giá trị đầu vào của hình ảnh LDR để tạo ra các giá trị hình ảnh HDR cải thiện (hoặc các giá trị đầu vào của hình ảnh HDR để tạo ra các giá trị LDR cải thiện). Thật vậy, trong nhiều kịch bản, ánh xạ đơn giản bao gồm hai mối quan hệ tuyến tính như được minh họa trên Fig.20 có thể được sử dụng.

Cụ thể, như được mô tả trên đây, phương pháp này có thể cung cấp sự biến đổi dải động duy trì các vùng tối của ảnh vẫn còn tối trong khi đồng thời cho phép dải động tăng lên đáng kể sẽ được sử dụng để cung cấp khả năng hiển thị sáng hơn cho vùng sáng, cũng như thực sự dải trung bình được cải thiện và sống động hơn. Tuy nhiên, việc biến đổi chính xác phụ thuộc vào dải động của ảnh nhận được cũng như vào dải động của màn hình đích cuối cùng. Do đó, trong một số hệ thống, màn hình có thể xác định ánh xạ tông màu được thực hiện bởi thiết bị xử lý hình ảnh 103 chỉ đơn giản là được truyền thông tọa độ của các đầu gối của hàm (tức là của các giao điểm giữa các phần tuyến tính của ánh xạ).

Một ưu điểm của mối quan hệ đơn giản này là ở chỗ ánh xạ tông màu mong muốn có thể được truyền thông với chi phí rất thấp. Thật vậy, chỉ hai giá trị dữ liệu thành phần có thể xác định ánh xạ tông màu mong muốn được thực hiện bởi thiết bị xử lý hình ảnh 103 cho các màn hình khác nhau. Các tọa độ khác nhau của các điểm "đầu gối" có thể được truyền thông cho các hình ảnh đầu vào khác nhau và thiết bị xử lý hình ảnh 103 có thể xác định các giá trị thích hợp cho các hình ảnh đầu vào khác bằng cách nội suy giữa các giá trị được cung cấp.

Cần hiểu rằng các bình luận được cung cấp liên quan đến việc cung cấp dữ liệu điều khiển biến đổi dải động từ thiết bị nhà cung cấp nội dung 101 được áp dụng như nhau (với các sửa đổi) cho dữ liệu điều khiển biến đổi dải động nhận được từ màn hình 107.

Như vậy, trong một số kịch bản, màn hình 107 có thể điều khiển việc biến đổi dải động được thực hiện bởi thiết bị xử lý hình ảnh 103. Một ưu điểm của phương pháp này là nó có thể, ví dụ như cho phép người dùng điều khiển ảnh hiển thị mong muốn bằng cách điều khiển màn hình và không có bất kỳ yêu cầu nào về việc cung cấp đầu vào hoặc thiết lập người sử dụng đối với thiết bị xử lý hình ảnh 103. Cụ thể, điều này có thể thuận lợi trong kịch bản mà nhiều thiết bị xử lý hình ảnh được sử dụng với cùng màn hình, và cụ thể là có thể hỗ trợ trong việc cung cấp tính đồng nhất giữa các ảnh từ các thiết bị xử lý hình ảnh khác nhau.

Trong nhiều cài đặt, dữ liệu điều khiển từ màn hình 107 có thể không xác định ánh xạ tông màu cụ thể cần được thực hiện mà chỉ cung cấp dữ liệu xác định ranh giới trong đó sự biến đổi dải động/ánh xạ tông màu có thể được tự do điều chỉnh bởi thiết bị xử lý hình ảnh 103.

Ví dụ, thay vì chỉ định một điểm chuyển tiếp cụ thể cho đường cong trên Fig.20, dữ liệu điều khiển có thể xác định giới hạn cho các điểm chuyển tiếp (với các giới hạn khác nhau có thể được cung cấp cho các mức độ sáng tối đa khác nhau). Do đó, thiết bị xử lý hình ảnh 103 có thể xác định riêng biệt các thông số mong muốn cho sự biến đổi dải động để điều này có thể được thiết lập để cung cấp quá trình biến đổi ưa thích dành cho màn hình cụ thể có tính đến, ví dụ như sở thích người dùng cụ thể. Tuy nhiên, trên cùng màn hình có thể hạn chế sự tự do này đến mức chấp nhận được.

Như vậy, dữ liệu điều khiển biến đổi dải động có thể bao gồm dữ liệu xác định các thông số biến đổi phải được áp dụng bởi sự biến đổi dải động được thực hiện bởi bộ xử lý dải động 203 và/hoặc xác định giới hạn cho các thông số biến đổi. Dữ liệu điều khiển có thể cung cấp thông tin cho dải các dải động hình ảnh đầu vào nhờ đó cho phép làm thích ứng sự biến đổi dải động ảnh với các ảnh nhận được khác nhau. Hơn nữa, ví các hình ảnh đầu vào với các dải động không rõ ràng bao gồm trong dữ liệu điều khiển, các giá trị dữ liệu thích hợp có thể được tạo ra từ các giá trị dữ liệu có sẵn, ví dụ như bằng cách nội suy. Ví dụ, nếu điểm đầu gối giữa hai đoạn tuyến tính được chỉ định cho hình ảnh đầu vào 500 nit và hình ảnh đầu vào 2000 nit, giá trị thích hợp cho hình ảnh đầu vào 1000 nit có thể được tìm thấy bằng cách nội suy đơn giản (ví dụ như là giá trị trung bình đơn giản trong ví dụ cụ thể).

Cần hiểu rằng các phương pháp khác nhau cho cả việc biến đổi dải động và cách để hạn chế, làm thích ứng và điều khiển từ phía màn hình bởi dữ liệu điều khiển bổ sung có thể được sử dụng trong các hệ thống khác nhau tùy thuộc vào sở thích và yêu cầu của ứng dụng cụ thể.

Trong một số kịch bản, dữ liệu điều khiển có thể chỉ cung cấp một đề nghị về ánh xạ phù hợp có thể được áp dụng, ví dụ như trong các vùng độ sáng trung bình. Do đó, trong trường hợp này, nhà sản xuất màn hình có thể hỗ trợ thiết bị xử lý hình ảnh 103 trong việc cung cấp các thông số biến đổi dải động đề xuất đã được tìm thấy (ví dụ như qua việc tối ưu hóa bằng tay của nhà sản xuất màn hình) để cung cấp một chất lượng hình ảnh cao khi xem trên màn hình cụ thể. Thiết bị xử lý hình ảnh 103 có thể sử dụng ưu điểm này, nhưng được tự do chỉnh sửa ánh xạ, ví dụ theo sở thích người dùng riêng biệt.

Trong nhiều kịch bản, ánh xạ mà ít nhất một phần được thực hiện trên cơ sở dữ liệu điều khiển sẽ thể hiện mối quan hệ hàm có độ phức tạp tương đối thấp, chẳng hạn như ánh xạ hệ số ảnh, đường cong S, ánh xạ kết hợp được xác định bởi thông số kỹ thuật một phần cho các dải riêng biệt, v.v.. Tuy nhiên, trong một số kịch bản ánh xạ phức tạp hơn có thể được sử dụng.

Như đã đề cập, dữ liệu điều khiển có thể cung cấp dữ liệu điều khiển bắt buộc hay tự nguyện. Thật vậy, dữ liệu nhận được có thể bao gồm một hoặc nhiều trường cho biết thông số ánh xạ tông màu được cung cấp là bắt buộc, cho phép, hoặc đề nghị.

Trong một số hệ thống, màn hình có thể có khả năng hoạt động theo các dải động khác nhau. Ví dụ, màn hình HDR rất tươi sáng với độ sáng điểm trắng, chẳng hạn như 5000 nit cũng có thể hoạt động trong chế độ hiển thị với độ sáng điểm trắng 4000 nit, một số khác với 3000 nit, 2000 nit, 1000 nit và cuối cùng có thể hoạt động trong chế độ LDR có độ sáng điểm trắng chỉ 500 nit.

Trong kịch bản này, tín hiệu dữ liệu từ màn hình có thể chỉ ra nhiều dải động độ sáng. Như vậy, mỗi trong số các dải động độ sáng khác nhau có thể tương ứng với một chế độ dải động cho màn hình. Trong phương án này, bộ xử lý dải động 203 có thể chọn một trong số các dải động độ sáng và thực hiện biến đổi dải động để đáp ứng với màn hình dải động được lựa chọn. Ví dụ, bộ xử lý dải động 203 có thể chọn dải động

2000 nit và sau đó tiến hành biến đổi dải động để tối ưu hóa ảnh được tạo ra cho độ sáng điểm trắng này.

Việc lựa chọn dải động độ sáng thích hợp theo màn hình có thể phụ thuộc vào các khía cạnh khác nhau. Trong một số hệ thống, thiết bị xử lý hình ảnh 103 có thể được bố trí để chọn dải động màn hình phù hợp dựa trên loại ảnh. Ví dụ, mỗi dải có thể được kết hợp với một loại ảnh nhất định, và thiết bị xử lý hình ảnh 103 có thể chọn loại ảnh tương ứng gần nhất với các ảnh nhận được, và sau đó sử dụng dải động liên quan đến loại ảnh này.

Ví dụ, số loại ảnh có thể được xác định tương ứng với loại nội dung khác nhau. Ví dụ, một loại ảnh có thể gắn với phim hoạt hình, loại khác gắn với trận đấu bóng đá, loại khác gắn với chương trình tin tức, loại khác gắn với phim, v.v.. Sau đó, thiết bị xử lý hình ảnh 103 có thể xác định loại theo ảnh nhận được (ví dụ như dựa trên siêu dữ liệu tường minh hoặc trên việc phân tích nội dung) và áp dụng dải động tương ứng. Điều này có thể, ví dụ, dẫn đến việc phim hoạt hình được biểu diễn rất sinh động và với độ tương phản cao và độ sáng cao, trong khi đồng thời cho phép các bộ phim tối không được hiển thị không tự nhiên.

Do đó, hệ thống có thể làm thích ứng với tín hiệu cụ thể đang được hiển thị. Ví dụ, video chất lượng kém của người tiêu dùng, trận đấu bóng đá được chiếu sáng rực rỡ, chương trình tin tức đủ ánh sáng (ví dụ như cảnh đã được làm giảm độ tương phản), v.v. có thể được hiển thị khác nhau và cụ thể là dải động của ảnh kết xuất có thể được điều chỉnh cụ thể theo ảnh cụ thể.

Như đã được đề cập trên đây, màn hình có thể cung cấp dữ liệu điều khiển cho thiết bị xử lý hình ảnh 103. Tuy nhiên, trong một số hệ thống, theo cách khác hoặc bổ sung, có thể là thiết bị xử lý hình ảnh 103 cung cấp dữ liệu điều khiển cho màn hình 107.

Do đó, như được minh họa trên Fig.22, thiết bị xử lý hình ảnh 103 có thể bao gồm bộ điều khiển 2201 có khả năng xuất ra tín hiệu dữ liệu điều khiển màn hình đến màn hình 107.

Cụ thể, tín hiệu điều khiển màn hình có thể hướng dẫn màn hình để hoạt động trong chế độ dải động cụ thể đã được lựa chọn bởi thiết bị xử lý hình ảnh 103 cho hình

ảnh cụ thể. Như vậy, kết quả là, ảnh nghiệp dư không đủ ánh sáng sẽ được hiển thị với dải động thấp do đó tránh được việc đưa vào các sai sót không thể chấp nhận được do sự biến đổi sang dải động cao mà không phải thực sự hiện diện trong ảnh ban đầu. Đồng thời, hệ thống có thể tự động thích ứng để ảnh chất lượng cao có thể được biến đổi hiệu quả thành nhiều ảnh có dải động cao, và được biểu diễn như vậy. Lấy một ví dụ cụ thể, với chuỗi video nghiệp dư, thiết bị xử lý hình ảnh 103 và màn hình có thể tự động điều chỉnh để biểu diễn video với dải động 1000 nit. Tuy nhiên, đối với ảnh chất lượng cao chuyên nghiệp thu được, thiết bị xử lý hình ảnh 103 và màn hình 107 có thể tự động điều chỉnh để biểu diễn video bằng cách sử dụng đầy đủ dải động 5000 nit mà màn hình 107 có khả năng cung cấp.

Do đó, tín hiệu điều khiển màn hình có thể được tạo ra để bao gồm các lệnh như "sử dụng dải động 1000 nit", "sử dụng dải LDR", "sử dụng dải động tối đa", v.v..

Dữ liệu điều khiển màn hình có thể được sử dụng để cung cấp một số lệnh hướng về phía trước (từ thiết bị xử lý hình ảnh 103 đến màn hình). Ví dụ, dữ liệu điều khiển có thể bao gồm lệnh xử lý hình ảnh cho màn hình, và cụ thể có thể bao gồm chỉ báo lập ánh xạ tông màu cho màn hình.

Ví dụ, dữ liệu điều khiển có thể chỉ định thiết lập độ sáng, thiết lập cắt, hoặc thiết lập độ tương phản cần được áp dụng bởi màn hình 107. Các lệnh xử lý hình ảnh này, có thể xác định hoạt động bắt buộc, tự nguyện hoặc cho rằng nên được thực hiện bởi màn hình 107 trên tín hiệu màn hình nhận được. Do đó, dữ liệu điều khiển có thể cho phép thiết bị xử lý hình ảnh 103 điều khiển một số xử lý được thực hiện bởi màn hình 107.

Dữ liệu điều khiển có thể, ví dụ như xác định rằng bộ lọc cụ thể nên được áp dụng hay không nên được áp dụng. Một ví dụ khác, dữ liệu điều khiển có thể xác định cách hoạt động đèn nền nên được thực hiện. Ví dụ, màn hình có thể hoạt động trong chế độ năng lượng thấp sử dụng làm mờ cục bộ mạnh mẽ nền hoặc có thể hoạt động trong chế độ năng lượng cao mà việc làm mờ cục bộ chỉ được sử dụng khi nó có thể cải thiện việc hiển thị vùng tối. Dữ liệu điều khiển có thể được sử dụng để biến đổi giữa các chế độ hoạt động của màn hình.

Theo một số phương án thực hiện, dữ liệu điều khiển có thể xác định ánh xạ tông màu cụ thể cần được thực hiện bởi màn hình, hoặc thực sự có thể xác định hàm ánh xạ tông màu nên được tắt (do đó cho phép thiết bị xử lý hình ảnh 103 điều khiển toàn bộ ánh xạ tông màu tổng thể).

Cần hiểu rằng trong một số phương án thực hiện, hệ thống có thể sử dụng dữ liệu điều khiển theo cả hai hướng, tức là cả hai theo hướng về phía trước từ thiết bị xử lý hình ảnh 103 đến màn hình 107 và theo hướng ngược lại từ màn hình 107 đến thiết bị xử lý hình ảnh 103. Trong trường hợp này, có thể cần thiết đưa vào các điều kiện hoạt động và quy tắc giải quyết xung đột tiềm tàng. Ví dụ, có thể được bố trí là thiết bị xử lý hình ảnh 103 là thiết bị chủ điều khiển màn hình 107 và có quyền điều khiển cao hơn màn hình 107 trong trường hợp xung đột. Một ví dụ khác, dữ liệu điều khiển có thể được giới hạn đến các thông số cụ thể theo hai hướng để xung đột không xảy ra.

Một ví dụ khác, mối quan hệ chủ và tớ có thể được thiết lập bởi người sử dụng. Ví dụ, thiết bị xử lý hình ảnh 103 và màn hình 107 có thể cả hai được bố trí để cung cấp dữ liệu điều khiển cho các thực thể khác, và cụ thể có thể có khả năng hoạt động như là thiết bị chủ. Trong hệ thống này, người sử dụng có thể chỉ định một trong các thiết bị là thiết bị chủ và một trong các thiết bị khác trở thành thiết bị tớ. Cụ thể, người dùng có thể chọn điều này dựa trên sở thích điều khiển hệ thống từ thiết bị xử lý hình ảnh 103 hoặc từ màn hình 107.

Do đó, hệ thống mô tả ở trên có thể cho phép truyền thông giữa nhà cung cấp nội dung và thiết bị xử lý hình ảnh và/hoặc truyền thông giữa thiết bị xử lý hình ảnh và màn hình. Các phương pháp này có thể được áp dụng trong nhiều hệ thống có tính năng của kênh truyền thông giữa nhà cung cấp nội dung và thiết bị xử lý hình ảnh và/hoặc giữa thiết bị xử lý hình ảnh và màn hình., ví dụ như BDROM, ATSC và DVB, hoặc Internet, v.v..

Hệ thống có thể sử dụng kênh truyền thông giữa thiết bị xử lý hình ảnh và màn hình, chẳng hạn như cổng HDMI hoặc giao diện truyền thông cổng màn hình. Việc truyền thông này có thể theo hai hướng. Ví dụ, nếu màn hình thông minh đang làm tất cả các hoạt động tối ưu hóa video tối và lập ánh xạ đồ họa, thiết bị xử lý hình ảnh có

thể, ví dụ như đọc thông số điều khiển, và định dạng lại và truyền chúng cho cấu trúc tương tự như HDMI.

Cụ thể, phương pháp này có thể được áp dụng trong hệ thống BDROM. Do phương pháp này có thể làm tăng thêm chi tiết kỹ thuật BDROM để cho phép truyền thông số hiển thị đích và các lệnh điều khiển. Việc sử dụng dữ liệu đó, kết hợp với thông số của màn hình người dùng đầu cuối, có thể cho phép máy phát lại BDROM, thực hiện, ví dụ như:

- Thực hiện ánh xạ tông màu video bổ sung và/hoặc đồ họa hoặc xử lý khác trong khi máy phát lại phụ thuộc vào các đặc tính của màn hình đích và màn hình người dùng đầu cuối.

- Thực hiện ánh xạ tông màu video bổ sung và/hoặc đồ họa hoặc xử lý khác theo các lệnh trong dòng dữ liệu được cung cấp bởi nhà cung cấp nội dung.

Theo một số phương án thực hiện, thiết bị xử lý hình ảnh 103 cũng có thể bao gồm bộ phát để truyền dữ liệu điều khiển dải động đến thiết bị nhà cung cấp nội dung 101. Do đó, thiết bị xử lý hình ảnh 103 có thể điều khiển hoặc ít nhất là có ảnh hưởng đến việc xử lý hoặc hoạt động được thực hiện tại thiết bị nhà cung cấp nội dung 101.

Lấy một ví dụ cụ thể, dữ liệu điều khiển có thể bao gồm chỉ báo của dải động ưa thích dành cho hình ảnh, và cụ thể có thể bao gồm chỉ báo của dải động (ví dụ như độ sáng điểm trắng và EOTF tùy chọn hoặc chức năng hệ số ảnh) cho màn hình của người dùng đầu cuối.

Theo một số phương án thực hiện, thiết bị cung cấp nội dung 101 có thể được bố trí để tính đến dấu hiệu chỉ rõ dải động ưa thích khi thực hiện ánh xạ tông màu. Tuy nhiên, trong các phương án khác, thiết bị nhà cung cấp nội dung 101 có thể cung cấp một số ánh xạ tông màu định trước, ví dụ liên quan đến ánh sáng tông màu lập bởi chuyên gia ánh xạ tông màu. Ví dụ, ảnh được ánh xạ tông màu có thể được tạo ra cho màn hình 500 nit, cho màn hình 1000 nit, và màn hình 2000 nit.

Trong kịch bản như vậy, thiết bị nhà cung cấp nội dung 101 có thể được bố trí để chọn ảnh nào để truyền đến thiết bị xử lý hình ảnh 103 dựa trên dữ liệu điều khiển nhận được. Cụ thể, ảnh mà gần nhất với dải động được chỉ ra bởi dữ liệu điều khiển có thể được lựa chọn và chuyển đến thiết bị xử lý hình ảnh 103.

Có thể, phương pháp này có thể thích hợp cho ứng dụng trực tuyến khi tín hiệu xem trực tiếp có thể tự động được cập nhật càng nhiều càng tốt để phù hợp với dải động của màn hình của người dùng đầu cuối.

Phương pháp này có thể làm giảm mức biến đổi dải động phải được áp dụng trong thiết bị xử lý hình ảnh 103 và cụ thể có thể, cho các kịch bản mà thiết bị nhà cung cấp nội dung 101 có thể cung cấp ảnh tông màu được ánh xạ tới cùng dải động như của màn hình của người dùng đầu cuối, cho phép việc biến đổi dải động là đơn giản là hoạt động rỗng (null) (tức là nó có thể cho phép ảnh nhận được sẽ được sử dụng trực tiếp bởi thiết bị xử lý hình ảnh 103).

Có nhiều kịch bản ứng dụng khác nhau, trong đó các phương án của sáng chế có thể có ích. Ví dụ, mã hóa điểm trắng cụ thể, hoặc điểm trắng có ý định, hoặc có giá trị tương tự với nội dung ảnh của điểm ảnh (ví dụ như việc mã hóa DCT của kết cấu đối tượng cục bộ), cho phép phân bổ thông minh hơn mức mã cần thiết so với các độ sáng đầu ra dành cho các tín hiệu đầu ra có thể. Một ví dụ có thể là việc mã hóa kết cấu của phòng tối như thể nó được chiếu sáng (tức là đến độ sáng điểm ảnh 255, chứ không phải có độ sáng tối đa ví dụ 40 trong ảnh cảnh tối), nhưng xác định rằng "trắng", tức là 255 phải được xử lý một cách cụ thể, nghĩa là nó phải được hiển thị là bóng tối. Một cách đơn giản để làm điều này là đồng mã hóa, ví dụ như là độ sáng đầu ra được hiển thị trên màn hình, để mã hóa độ sáng 255 này. Điều tương tự có thể được thực hiện để mã hóa các giá trị phần lớn là rất tươi sáng, ví dụ như trong cảnh mù sương với đèn mạnh trong đó.

Đối với hệ số ảnh, điều này có thể được sử dụng ví dụ để cho biết cái đã được mã hóa, ví dụ như dựa trên các tài liệu nhựa âm bản phát triển dần dần, hoặc bằng máy ảnh kỹ thuật số với thiết lập độ bão hòa mạnh. Hoặc bất kỳ lý do nào khác chệch khỏi một định hướng hệ số ảnh, đến một hệ số ảnh khác, thường là cho màn hình cuối cùng mà trên đó việc hiển thị sẽ xảy ra. Thông thường, EOTF có thể, ví dụ như mã hóa hành vi giá trị màu xám chứ không phải thô, chẳng hạn như bù cho, ví dụ, màn hình với một hệ số ảnh khác, hoặc các môi trường xem khác nhau, có thể bù được khi hệ số ảnh khác nhau. Do đó, có thể chuyển tải thông tin, chẳng hạn như "tín hiệu mã hóa/dự định, ví dụ như được tối ưu hóa trên, màn hình tham chiếu có hệ số ảnh = X", do đó,

màn hình với các đặc điểm khác biệt cách để xử lý nó để có được khả năng hiển thị tối ưu hơn so với ý định của nghệ sĩ. Ánh xạ tông màu có thể chung chung hơn, trong đó cũng có thể truyền đạt, chẳng hạn như việc hiển thị các gì, thông thường được áp dụng cho hình ảnh (ví dụ như các nghệ sĩ thực hiện các đám mây đe dọa tối hơn, nên với bất kỳ màn hình nào, vẫn cho thấy ít nhất là hình ảnh đầu ra hiển thị). Hoặc màn hình chỉ có thể hiển thị một phần của dải độ sáng mã hóa trong ảnh được cung cấp của nó, theo siêu dữ liệu điều khiển.

Fig.23 thể hiện một ví dụ khác, cụ thể là nguyên tắc mã hóa cảnh quay HDR bất kỳ (xấp xỉ) trong hình ảnh LDR ("HDR_encoded_as_LDR"), mà có thể, ví dụ như là tiêu chuẩn ảnh 10 bit, nhưng sẽ giải thích các biến thể thú vị của việc mã hóa trong ảnh cổ điển 8 bit, tức là ảnh tương thích với, ví dụ như chuẩn MPEG2 hoặc tiêu chuẩn AVC, và như vậy có thể được sử dụng trực tiếp bởi công nghệ dựng hình cổ điển. Mặc dù có thể mong muốn rất nhiều bit cho tín hiệu HDR, ví dụ như 12, 16 hoặc 22, 8 bit cho các kênh luma đã truyền rất nhiều thông tin (nhiều màu sắc nhất có thể, cụ thể là cho các kết cấu phức tạp) cho màu trắng cực đại bất kỳ nào được hiển thị. Ngoài ra, nhiều tín hiệu HDR có thể cho phép một mức đáng kể của việc xấp xỉ, vì, ví dụ như mặt trời không cần phải được mã hóa chính xác với độ sáng nó thực sự có, vì nó sẽ được xấp xỉ khi được hiển thị trên màn hình. Cho các dải LDR của độ sáng, thậm chí là số lượng bit nhỏ hơn thường là đủ, ví dụ như do 6 bit cung cấp giá trị xấp xỉ/chất lượng hợp lý của ảnh (như đã biết từ kỹ thuật in ấn).

Do đó, phương án này mã hóa hình ảnh HDR chính xác trong cấu trúc luma 8-bit, bằng cách áp dụng các ánh xạ phù hợp, tức là biến đổi toán học trên ít nhất là luma của các điểm ảnh, hoạt động này thường đơn giản. Các tiêu chí là một mặt (bằng cách đồng mã hóa các biến đổi), có thể tái tạo lại hình ảnh HDR (nội suy xấp xỉ 8 hoặc 12 bit dành cho màn hình 0,1-5000 nit) từ hình ảnh mã hóa LDR 8 bit, bằng cách đảo ngược các ánh xạ đồng mã hóa (mà không cần việc hiệu chỉnh nào), tức là hình ảnh HDR có vẻ không thể phân biệt được qua việc nhìn cảm nhận (gần như), hoặc ít nhất nó vẫn là hình ảnh HDR tốt (ví dụ thông thường thể hiện hình ảnh HDR, xấp xỉ cách HDR sẽ được hiển thị nếu nó được tạo ra trực tiếp từ hình ảnh HDR gốc 12 bit IM_HDR, với dải HDR HDR_Rng là độ sáng sẽ được hiển thị). Nhưng mặt khác,

mong muốn là hình ảnh LDR, tức là nếu tín hiệu 8 bit đã được áp dụng trực tiếp cho màn hình LDR, ví dụ như 0,1-400 nit, mà vẫn cho phép khả năng hiển thị ảnh tốt. Ví dụ, có thể chỉ nén tuyến tính hình ảnh HDR IM_HDR sang dải LDR LDR_Rng, ví dụ như bằng cách bỏ các bit quan trọng nhất, và giả sử màu trắng (giá trị mã tối đa 255) được thiết kế để được hiển thị trên màn hình 400 nit. Tuy nhiên, do hình ảnh HDR như vậy thường chứa các đối tượng rất tươi sáng ở phần trên của dải luma của chúng, ảnh 8 bit này sẽ quá tối trên màn hình LDR, bởi vì các phần tối hơn thích hợp của ảnh/cảnh bây giờ sẽ kết thúc tại các mã luma thấp, tức là độ sáng hiển thị đầu ra. Tuy nhiên, rất nhiều cải tiến có thể đạt được bằng cách áp dụng hệ số ảnh tối ưu trước khi mã hóa hình ảnh HDR/12bit/5000nit thành hình ảnh LDR/8bit/400nit cổ điển, ví dụ như trong thể hiện AVC. Tức là, hệ số ảnh này sẽ ánh xạ các đối tượng tươi sáng cho các phần sáng hơn (ví dụ như, làm cho chúng ít tương phản và giống như màu phấn vẽ nhưng vẫn chấp nhận được trên màn hình LDR, chưa có đủ thông tin để ánh xạ ngược hợp lý trở lại HDR một lần nữa), được phối hợp tối ưu bởi việc đồng thời không buộc các phần tối (ví dụ như cây tối) quá nhiều, do đó các đối tượng tối này vẫn còn sáng hợp lý trên màn hình LDR (và cũng là phần tối HDR tốt có thể được tái tạo cho môi trường xem tối bao quanh, hoặc đủ dữ liệu kết cấu có sẵn để mã hóa sáng hơn trên màn hình HDR).

Nói chung ánh xạ như vậy có thể là một biến đổi toàn cục chung trên luma (tức là ánh xạ mà không tính đến chi tiết cụ thể cục bộ hình học, chẳng hạn như vị trí của điểm ảnh trong ảnh, hoặc luma của các điểm ảnh lân cận của nó như thế nào, hoặc loại đối tượng cảnh nó thuộc về, mà chỉ lấy làm đầu vào giá trị luma của điểm ảnh). Ánh xạ phức tạp hơn có thể được đồng mã hóa, chẳng hạn như sự biến đổi chỉ cho một tiểu vùng phân ranh giới hoặc đối tượng trong ảnh (lập ánh xạ cục bộ, trong trường hợp này thông tin bổ sung được đồng mã hóa, chẳng hạn như thông tin xác định ranh giới của đối tượng). Nhưng nói chung, mặc dù có thể dự tính biến đổi bất kỳ để hoạt động với các phương án của sáng chế, có thể chỉ là để giảm số lượng công việc của người phân loại màu xác định các ánh xạ tối ưu, số lượng sự biến đổi này vẫn ít và đơn giản (không có ánh xạ cục bộ nào được mã hóa nếu chức năng chung toàn cục, chẳng hạn như đường cong S hoặc đường cong đa điểm đã đủ dùng).

Ví dụ, với thiết bị mã hóa ảnh bên tạo nội dung 510, với việc mã hóa tối ưu hóa bởi con người hình ảnh đầu ra là thường là hình ảnh LDR 8 bit Im_1 (như thường được bao hàm các chức năng biến đổi/ánh xạ hoặc các chiến lược thuật toán như siêu dữ liệu MET trong một số cấu trúc tín hiệu hình ảnh S được quy định tại AVC hoặc HEVC) đến bộ nhớ (chẳng hạn như đĩa Blu-ray 511, hoặc bộ nhớ tạm thời, để mã hóa cuối cùng trên tín hiệu được lưu trữ, được truyền). Người phân loại này có thể kiểm tra ảnh trên một hoặc nhiều màn hình 530, ví dụ như kiểm tra xem cả hình ảnh LDR và hình ảnh HDR khôi phục được trông ra sao trên màn hình tham chiếu LDR và HDR tương ứng, trước khi gửi các lệnh của mình đến bộ mã hóa ảnh 550 (bộ phận này lập ánh xạ đến luma 8 bit) và bộ định dạng 554, bộ phận này hoàn tất ảnh và mã màu của nó của chuẩn mã hóa ảnh đang được sử dụng, và đồng mã hóa ảnh kết cấu với siêu dữ liệu của việc biến đổi thành đầu ra 512.

Ở phần trên, có thể thấy rằng hình ảnh HDR IM_HDR (mà được nhập vào qua đầu vào 511 của thiết bị mã hóa ảnh 510) với dải HDR của nó được ánh xạ thành hình ảnh LDR với dải LDR của các độ sáng được hiển thị nếu được hiển thị trên màn hình LDR.

Mặc dù đã được mô tả "HDR_encoded_as_LDR" (hình ảnh LDR được mã hóa là hình ảnh HDR) với việc mã hóa ở bên tạo nội dung để truyền cho bên sử dụng nội dung, chẳng hạn như người tiêu dùng gia đình, cùng phương án "HDR_encoded_as_LDR" có thể được sử dụng khi truyền (ví dụ bằng cách chuyển mã) giữa các thiết bị khác nhau, ví dụ như hai thiết bị nhà trong mạng gia đình. Sau đó, việc phân tích ảnh tự động và bộ phận ánh xạ có thể áp dụng quá trình phân tích ảnh tự động và phương pháp lập ánh xạ luma tương ứng. Điều này có thể được thực hiện, ví dụ như bởi thiết bị nhận hoặc lưu trữ nội dung khi có thể hiển thị ảnh thứ nhất, chẳng hạn như hình ảnh HDR 12 bit, và gửi nó qua kết nối HDMI hoặc kết nối mạng khác đến TV. Hoặc hình ảnh LDR 8 bit có thể được mã hóa theo hoặc cho tiêu chuẩn không dây, cho phép truyền phát đến màn hình điện thoại di động, với khả năng HDR, nhưng chất lượng hình ảnh thấp hơn.

Màn hình HDR có nghĩa là màn hình độ sáng cực đại lớn hơn 750 nit, hiển thị với độ sáng cực đại thấp hơn, và cụ thể là dưới 500 nit là màn hình LDR.

Tiêu chuẩn chất lượng quy định để đánh giá xem việc hiển thị LDR, và hiển thị HDR cho tín hiệu HDR khôi phục từ hình ảnh LDR (thường được tạo ra duy nhất bằng cách đảo ngược ánh xạ đồng mã hóa, nhưng có thể thực hiện một số xử lý khác, cũng như thiết bị bên nhận có thể áp dụng quá trình xử lý hình ảnh làm giảm bớt ranh giới lượng tử), sẽ là hoặc thuật toán toán học, hoặc người vận hành đánh giá rằng nó đủ tốt khi mã hóa các mã ảnh cuối cùng để phân phối. Cả bộ đánh giá chất lượng con người và phần mềm mã hóa sẽ áp dụng các tiêu chí phân tích ảnh như: có đủ độ tương phản (cục bộ) trong các vùng khác nhau (tức là vẫn giữ lại đủ khả năng nhìn của ảnh gốc, ví dụ như hình ảnh HDR 12 hoặc 14 bit quét âm bản), cụ thể là vùng trung tâm trong ảnh, có nhiều đồ tạo tác, như ranh giới lượng tử, và độ lớn hay độ rộng của các bước, có đủ chế độ phụ không gian của biểu đồ độ sáng (về điện ảnh ban đầu/ý định được giữ lại), cụ thể, có đối tượng được tách không gian có đủ độ tương phản giữa các vùng, v.v.. Và cụ thể, nếu bản gốc, có mặt, ví dụ như trong hệ thống mạng các thiết bị kết nối, thiết bị gửi (ví dụ như hộp biến đổi) đánh giá xem tín hiệu HDR có thể khôi phục có đủ gần với bản gốc hay không, ví dụ như tín hiệu HDR 12 bit có mặt tại vị trí đó (mà có thể được thực hiện dựa trên các tiêu chí toán học chẳng hạn như MSE hoặc PSNR, hoặc sự khác biệt có trọng số khi nhìn tâm lý, v.v.).

Tín hiệu này có ưu điểm là bất kỳ hệ thống nào có khả năng HDR đều biết rằng thực sự là có hình ảnh HDR được mã hóa là hình ảnh LDR một, và có thể khôi phục tối ưu hình ảnh HDR trước khi hiển thị, nhưng hệ thống LDR kế thừa có khả năng tương thích ngược cũng có thể sử dụng hình ảnh LDR trực tiếp để hiển thị.

Cần hiểu rằng phần mô tả trên đây đã mô tả các phương án của sáng chế có sự tham chiếu đến các mạch chức năng, đơn vị, bộ xử lý cụ thể khác nhau. Tuy nhiên, rõ ràng là phân phối hoặc chức năng phù hợp bất kỳ giữa các mạch chức năng, đơn vị, bộ xử lý khác nhau có thể được sử dụng và vẫn thuộc phạm vi của sáng chế. Ví dụ, chức năng minh họa được thực hiện bởi bộ xử lý riêng biệt hoặc bộ điều khiển có thể được thực hiện bởi bộ xử lý hoặc điều khiển tương tự. Do đó, tham chiếu đến các đơn vị chức năng cụ thể hoặc các mạch cụ thể chỉ có nghĩa là tham chiếu đến các phương tiện thích hợp để cung cấp các chức năng được mô tả chứ không phải chỉ ra cấu trúc vật lý hoặc logic theo nghĩa chặt của nó.

Tất cả các phương án và đề xuất tương ứng với thiết bị, và sản phẩm, chẳng hạn như tín hiệu đầu ra, và ngược lại. Sáng chế có thể được thực hiện theo dạng thích hợp bất kỳ bao gồm cả phần cứng, phần mềm, phần mềm hoặc bất kỳ sự kết hợp nào của chúng. Tùy chọn, sáng chế có thể được thực hiện ít nhất một phần là phần mềm máy tính chạy trên một hoặc nhiều bộ xử lý dữ liệu và/hoặc bộ xử lý tín hiệu kỹ thuật số. Các phần tử và bộ phận của một phương án cụ thể của sáng chế có thể được cài đặt vật lý, chức năng, và logic theo cách bất kỳ phù hợp. Thực sự là, chức năng có thể được thực hiện trong một đơn vị duy nhất, trong nhiều đơn vị, như là một phần của các đơn vị chức năng khác. Như vậy, sáng chế có thể được thực hiện trong một đơn vị duy nhất hoặc có thể được phân phối vật lý và chức năng giữa các đơn vị, các mạch và bộ vi xử lý khác nhau.

Cần hiểu rằng, mặc dù phần mô tả trên đây đã mô tả chi tiết các phương án thực hiện được ưu tiên của sáng chế, nhưng rất nhiều thay đổi và biến thể có thể được thực hiện trên các phương án này và tất cả các thay đổi và biến thể đó đều thuộc phạm vi của sáng chế.

Hơn nữa, mặc dù được liệt kê riêng biệt, các phương tiện, các bộ phận, mạch hoặc các bước phương pháp có thể được thực hiện bởi, ví dụ như một mạch đơn, đơn vị, bộ xử lý. Ngoài ra, mặc dù các tính năng riêng biệt có thể được bao gồm trong các điểm yêu cầu bảo hộ khác nhau, chúng có thể được kết hợp thuận lợi, và việc bao gồm trong các điểm yêu cầu khác nhau không có nghĩa là sự kết hợp của các tính năng này là không khả thi và/hoặc thuận lợi. Ngoài ra, việc bao gồm tính năng trong một loại yêu cầu bảo hộ nào đó không bao hàm giới hạn ở loại này mà chỉ có nghĩa là tính năng cũng có thể được áp dụng đối với loại yêu cầu bảo hộ khác phù hợp. Hơn nữa, thứ tự của tính năng trong các điểm yêu cầu bảo hộ không bao hàm thứ tự cụ thể nào, trong đó tính năng này phải được đưa ra, và cụ thể là thứ tự các bước riêng biệt trong các điểm phương pháp yêu cầu bảo hộ không có nghĩa là các bước phải được thực hiện theo thứ tự này. Thay vào đó, các bước có thể được thực hiện theo thứ tự bất kỳ phù hợp. Ngoài ra, tham chiếu đến số ít không loại trừ nghĩa số nhiều. Do đó tham chiếu đến "một", "thứ nhất", "thứ hai", v.v. không mang nghĩa số ít. Dấu hiệu tham chiếu

trong các điểm yêu cầu bảo hộ được cung cấp chỉ đơn thuần là một ví dụ làm rõ và không nên được hiểu là giới hạn phạm vi bảo hộ của sáng chế theo bất kỳ cách nào.

Yêu cầu bảo hộ

1. Thiết bị xử lý hình ảnh bao gồm:

bộ thu (201) để nhận tín hiệu hình ảnh, tín hiệu hình ảnh này bao gồm ít nhất một hình ảnh mã hóa và tham chiếu màn hình đích thứ nhất, tham chiếu màn hình đích thứ nhất này là chỉ báo của dải động của màn hình đích thứ nhất mà hình ảnh mã hóa thứ nhất được mã hóa, tham chiếu màn hình đích thứ nhất bao gồm ít nhất một độ sáng điểm trắng của màn hình đích thứ nhất, và bộ thu (201) được bố trí để xử lý độ sáng điểm trắng của ít nhất 1000 nit và hình ảnh mã hoá thứ nhất tương ứng với nó;

bộ xử lý dải động (203) được bố trí để tạo ra hình ảnh đầu ra bằng cách áp dụng sự biến đổi dải động cho hình ảnh mã hóa thứ nhất tính đến tham chiếu màn hình đích thứ nhất; và

đầu ra (205) để xuất tín hiệu hình ảnh đầu ra bao gồm hình ảnh đầu ra.

2. Thiết bị xử lý hình ảnh theo điểm 1, trong đó tham chiếu màn hình đích thứ nhất bao gồm chỉ báo chức năng chuyển điện quang cho màn hình đích thứ nhất.

3. Thiết bị xử lý hình ảnh theo điểm 1 hoặc 2, trong đó tham chiếu màn hình đích thứ nhất bao gồm chỉ báo ánh xạ tông màu đại diện cho ánh xạ tông màu được dùng để tạo ra hình ảnh mã hóa thứ nhất cho màn hình đích thứ nhất.

4. Thiết bị xử lý hình ảnh theo điểm 1, trong đó tín hiệu hình ảnh còn bao gồm trường dữ liệu bao gồm dữ liệu điều khiển biến đổi dải động; và trong đó bộ xử lý dải động (203) còn được bố trí để thực hiện biến đổi dải động để đáp ứng với dữ liệu điều khiển biến đổi dải động.

5. Thiết bị xử lý hình ảnh theo điểm 1, trong đó bộ xử lý dải động (203) được bố trí để phát hiện ảnh mã hoá thứ nhất là hình ảnh dải động thấp (LDR - Low Dynamic Range) được mã hoá dưới dạng mã hoá 8 hoặc 10 bit LDR kế thừa, được bố trí để đọc từ siêu dữ liệu gắn với tín hiệu hình ảnh sự biến đổi dải động tương ứng với tham chiếu màn

hình đích thứ nhất, và được bố trí để tạo ra hình ảnh đầu ra là hình ảnh dải động cao được phân loại để hiển thị trên màn hình đích thứ nhất bằng cách áp dụng sự biến đổi dải động cho hình ảnh mã hoá thứ nhất.

6. Thiết bị xử lý hình ảnh theo điểm 4, trong đó dữ liệu điều khiển biến đổi dải động bao gồm các thông số biến đổi dải động khác nhau cho các mức độ sáng tối đa của các màn hình khác nhau.

7. Thiết bị xử lý hình ảnh theo điểm 4 hoặc 6, trong đó dữ liệu điều khiển biến đổi dải động bao gồm các thông số ánh xạ tông màu khác nhau cho các mức độ sáng tối đa của các màn hình khác nhau, và trong đó bộ xử lý dải động (203) được bố trí để xác định các thông số ánh xạ tông màu cho sự biến đổi dải động đáp ứng với các thông số ánh xạ tông màu khác nhau và độ sáng tối đa cho tín hiệu hình ảnh đầu ra.

8. Thiết bị xử lý hình ảnh theo điểm 4 hoặc 6, trong đó dữ liệu điều khiển biến đổi dải động bao gồm dữ liệu xác định tập hợp thông số biến đổi phải được áp dụng bởi sự biến đổi dải động.

9. Thiết bị xử lý hình ảnh theo điểm 4 hoặc 6, trong đó dữ liệu điều khiển biến đổi dải động bao gồm dữ liệu xác định giới hạn cho thông số biến đổi sẽ áp dụng bởi sự biến đổi dải động.

10. Thiết bị xử lý hình ảnh theo điểm 4 hoặc 6, trong đó dữ liệu điều khiển biến đổi dải động bao gồm dữ liệu điều khiển biến đổi dải động khác nhau cho các loại ảnh khác nhau.

11. Thiết bị xử lý hình ảnh theo điểm 1 hoặc 2, trong đó tín hiệu hình ảnh bao gồm hình ảnh mã hóa thứ hai và tham chiếu màn hình đích thứ hai, tham chiếu màn hình đích thứ hai là chỉ báo của dải động của màn hình đích thứ hai mà hình ảnh mã hóa thứ

hai được mã hóa cho nó, dải động của màn hình đích thứ hai khác dải động của màn hình đích thứ nhất; và

trong đó bộ xử lý dải động (203) được bố trí để áp dụng sự biến đổi dải động cho hình ảnh mã hóa thứ hai để đáp ứng với tham chiếu màn hình đích thứ hai.

12. Thiết bị xử lý hình ảnh theo điểm 11, trong đó bộ xử lý dải động ảnh được bố trí để tạo ra hình ảnh đầu ra bằng cách kết hợp hình ảnh mã hóa thứ nhất và hình ảnh mã hóa thứ hai.

13. Thiết bị xử lý hình ảnh theo điểm 1 hoặc 2, trong đó thiết bị này còn bao gồm:

bộ thu (1701) nhận tín hiệu dữ liệu từ màn hình, tín hiệu dữ liệu bao gồm trường dữ liệu gồm chỉ báo dải động màn hình của màn hình, chỉ báo dải động màn hình này bao gồm ít nhất một đặc điểm kỹ thuật về độ sáng; và trong đó

bộ xử lý dải động (203) được bố trí để áp dụng sự biến đổi dải động cho hình ảnh mã hóa thứ nhất để đáp ứng với chỉ báo dải động màn hình.

14. Thiết bị xử lý hình ảnh theo điểm 1 hoặc 2, trong đó bộ xử lý dải động (203) được bố trí để lựa chọn giữa việc tạo ra hình ảnh đầu ra là hình ảnh mã hóa thứ nhất và việc tạo ra hình ảnh đầu ra là hình ảnh biến đổi của hình ảnh mã hóa thứ nhất để đáp ứng với tham chiếu màn hình đích thứ nhất.

15. Thiết bị xử lý hình ảnh theo điểm 1 hoặc 2, trong đó sự biến đổi dải động bao gồm phép chuyển đổi gam.

16. Thiết bị xử lý hình ảnh theo điểm 1 hoặc 2, trong đó thiết bị này còn bao gồm bộ phát dữ liệu điều khiển để truyền dữ liệu điều khiển dải động đến nguồn của tín hiệu hình ảnh.

17. Thiết bị xử lý hình ảnh theo điểm 1 hoặc 2, trong đó thiết bị này được bố trí để nhận tín hiệu hình ảnh là tín hiệu hình ảnh 8 hoặc 10 bit, và được bố trí để áp dụng sự

ánh xạ độ sáng lên tín hiệu hình ảnh, dựa vào ít nhất một tham chiếu màn hình đích thứ nhất, để thu được tín hiệu đầu ra dải động cao.

18. Thiết bị mã hoá tín hiệu hình ảnh được bố trí để mã hoá ảnh bao gồm các điểm ảnh cần hiển thị với độ sáng có giá trị ít nhất 1000 nit, thiết bị này bao gồm:

bộ thu để nhận ảnh mã hoá;

bộ tạo tín hiệu để tạo ra tín hiệu hình ảnh bao gồm ảnh mã hoá và chỉ báo tham chiếu màn hình đích của dải động của màn hình đích mà ảnh mã hoá được mã hoá cho nó, tham chiếu màn hình đích bao gồm độ sáng điểm trắng của màn hình đích; và

bộ phát để truyền tín hiệu hình ảnh.

19. Thiết bị mã hoá tín hiệu hình ảnh theo điểm 18, trong đó tham chiếu màn hình đích bao gồm chỉ báo chức năng chuyển điện quang cho màn hình đích.

20. Thiết bị mã hoá tín hiệu hình ảnh theo điểm 18, trong đó tham chiếu màn hình đích bao gồm chỉ báo ánh xạ tông màu đại diện cho ánh xạ tông màu được dùng để tạo ra hình ảnh mã hóa thứ nhất cho màn hình đích thứ nhất.

21. Thiết bị mã hoá tín hiệu hình ảnh theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 18 đến 20, trong đó bộ tạo tín hiệu còn được bố trí để tạo ra tín hiệu hình ảnh bao gồm trường dữ liệu chứa dữ liệu điều khiển biến đổi dải động; dữ liệu điều khiển biến đổi dải động này là chỉ báo thông số của sự biến đổi dải động cho hình ảnh mã hoá.

22. Thiết bị mã hoá tín hiệu hình ảnh theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 18 đến 20, trong đó thiết bị này bao gồm bộ mã hóa ảnh 550, được bố trí để mã hoá hình ảnh dải động cao (HDR - High Dynamic Range) (IM_HDR) thành hình ảnh mã hoá (Im_1) có độ sáng của nó được mã hoá với 8 hoặc 10 bit cho mỗi điểm ảnh và được dành cho độ sáng đỉnh hiển thị lớn hơn 400 nit, nhờ chức năng hoặc thuật toán ánh xạ mà khác biệt ở chỗ cả LDR hiển thị độ sáng 8 hoặc 10 bit này cho mỗi điểm ảnh (Im_1) trên màn hình LDR, và HDR hiển thị hình ảnh HDR có thể phục hồi được từ độ sáng 8 hoặc 10

bit cho mỗi điểm ảnh (Im_1) khi được hiển thị trên màn hình HDR, sẽ có đủ chất lượng theo tiêu chuẩn chất lượng định trước, khác biệt ở chỗ dữ liệu để mô tả duy nhất chức năng hoặc thuật toán ánh xạ được đồng mã hoá trong tham chiếu màn hình đích thứ nhất.

23. Phương pháp xử lý hình ảnh bao gồm các bước:

nhận tín hiệu hình ảnh, tín hiệu hình ảnh này bao gồm ít nhất một hình ảnh mã hóa thứ nhất và tham chiếu màn hình đích thứ nhất, tham chiếu màn hình đích thứ nhất này là chỉ báo của dải động của màn hình đích thứ nhất mà hình ảnh mã hóa thứ nhất được mã hóa; tham chiếu màn hình đích thứ nhất bao gồm ít nhất một độ sáng điểm trắng của màn hình đích thứ nhất, và bước nhận có khả năng xử lý độ sáng điểm trắng của ít nhất 1000 nit và hình ảnh mã hoá thứ nhất tương ứng với nó;

tạo ra hình ảnh đầu ra bằng cách áp dụng sự biến đổi dải động cho hình ảnh mã hóa thứ nhất tính đến tham chiếu màn hình đích thứ nhất; và

xuất ra tín hiệu hình ảnh đầu ra bao gồm hình ảnh đầu ra.

24. Phương pháp truyền tín hiệu hình ảnh được bố trí để mã hoá ảnh bao gồm các điểm ảnh mà cần phải hiển thị với độ sáng có giá trị ít nhất 1000 nit, phương pháp này bao gồm các bước:

nhận hình ảnh mã hóa;

tạo ra tín hiệu hình ảnh bao gồm hình ảnh mã hóa và tham chiếu màn hình đích chỉ báo của dải động của màn hình đích mà hình ảnh mã hóa được mã hóa, tham chiếu màn hình đích bao gồm độ sáng điểm trắng của màn hình đích; và

truyền tín hiệu hình ảnh.

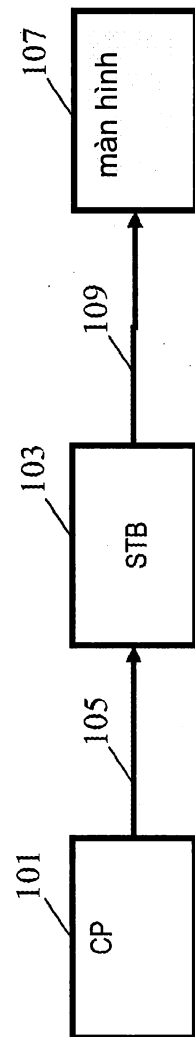


Fig.1

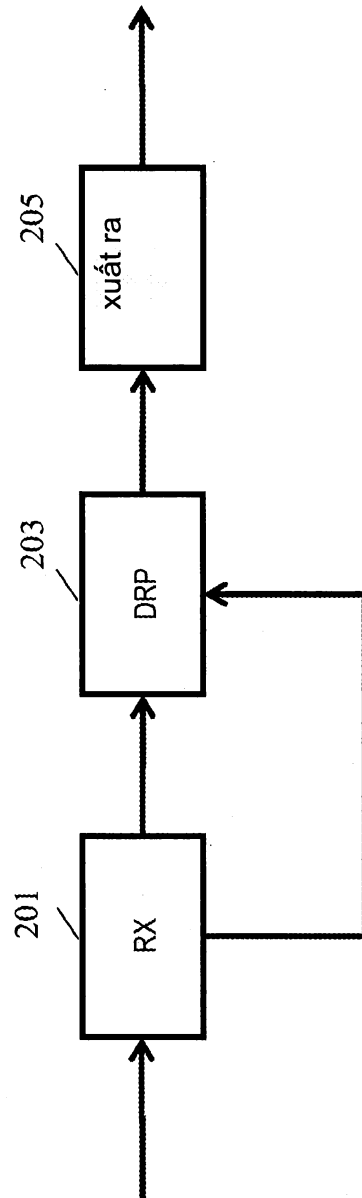


Fig.2

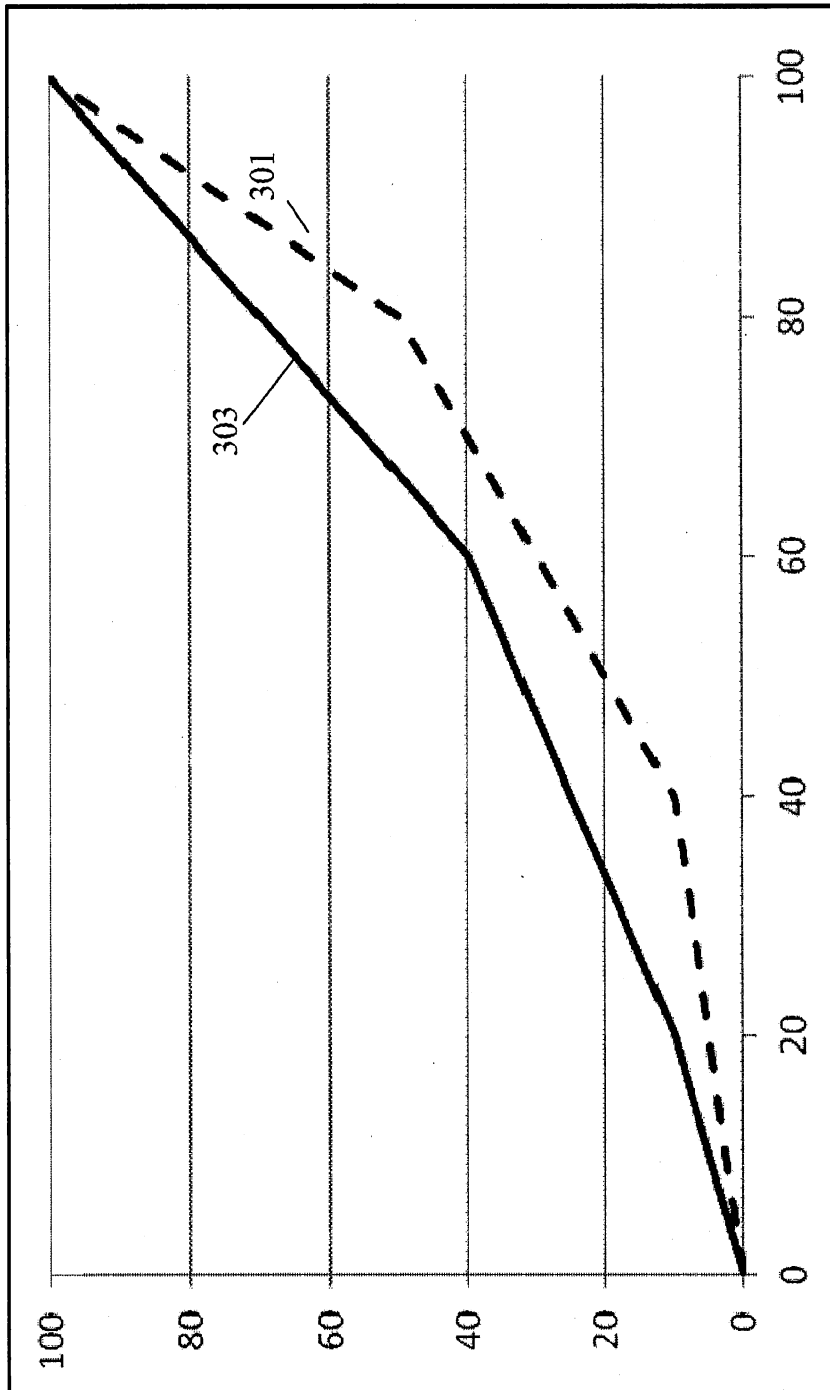


Fig.3

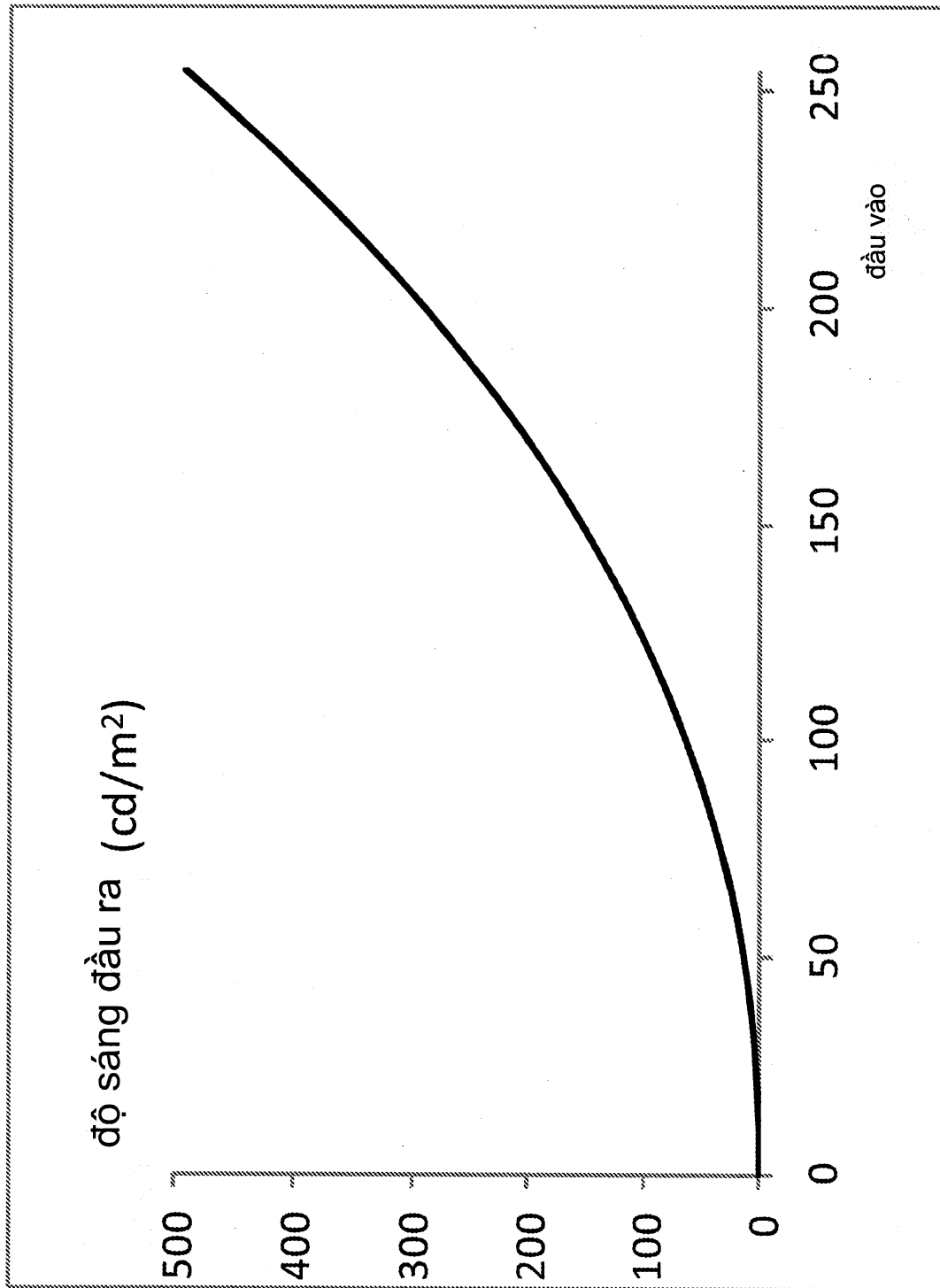


Fig.4

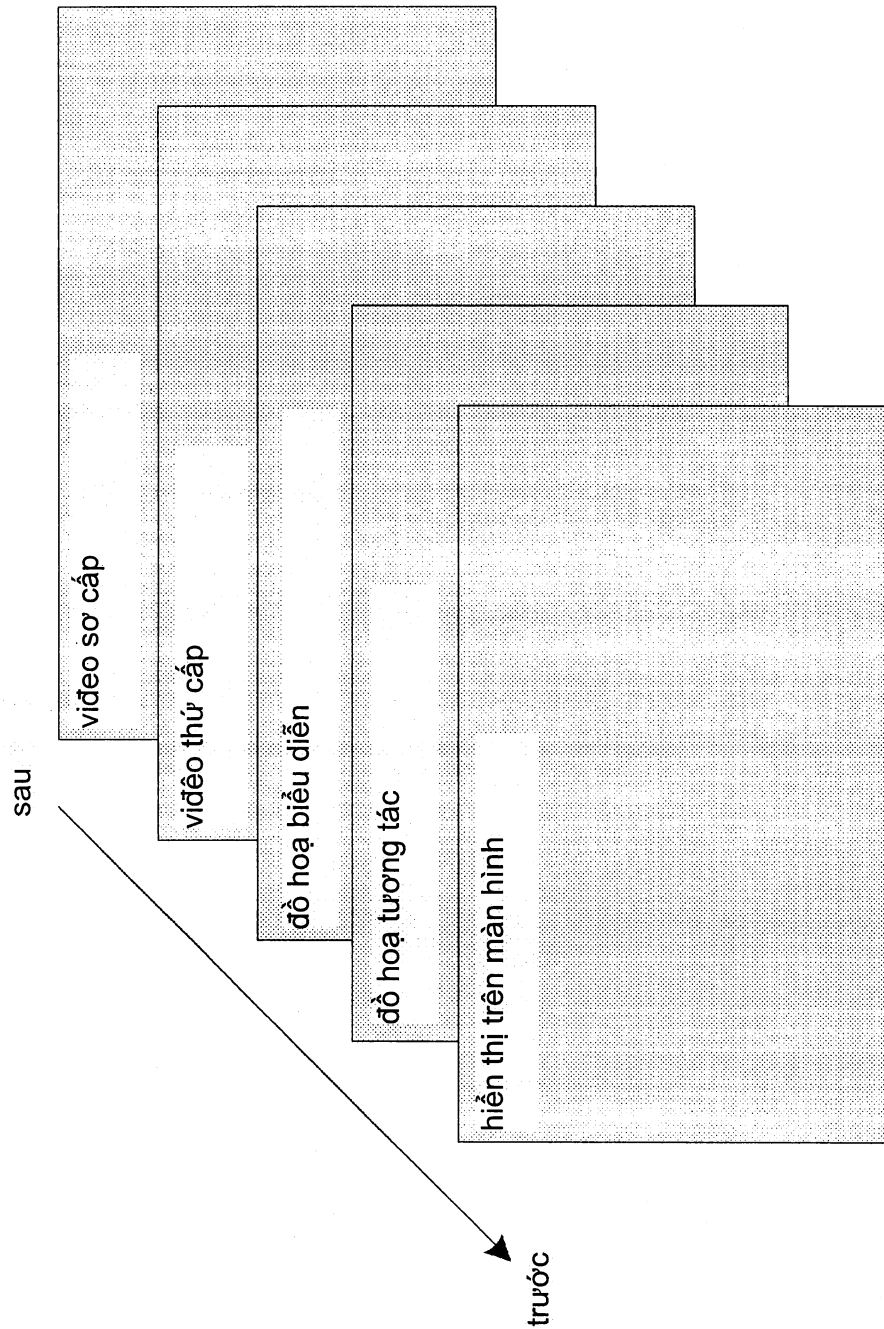


Fig.5

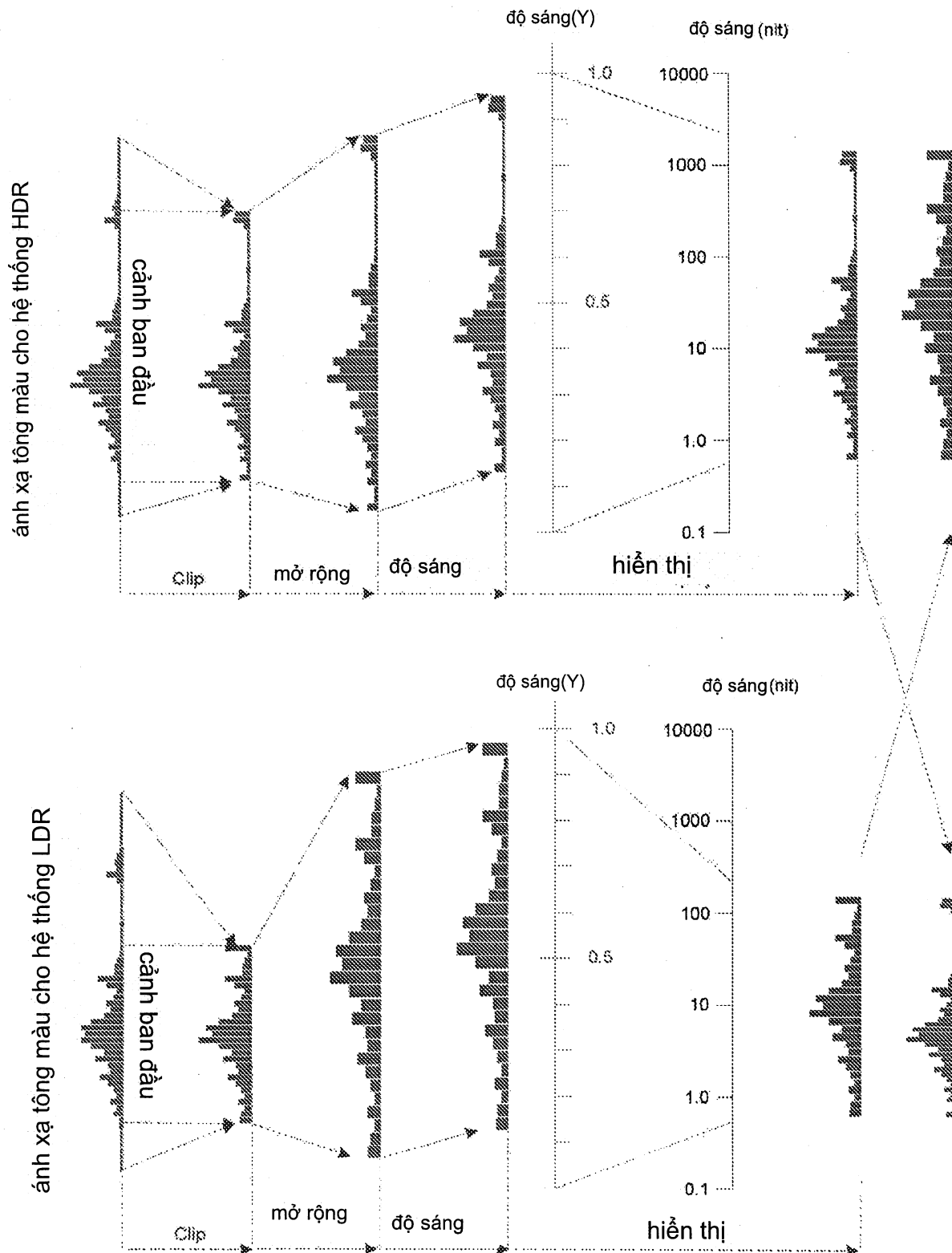


Fig.6

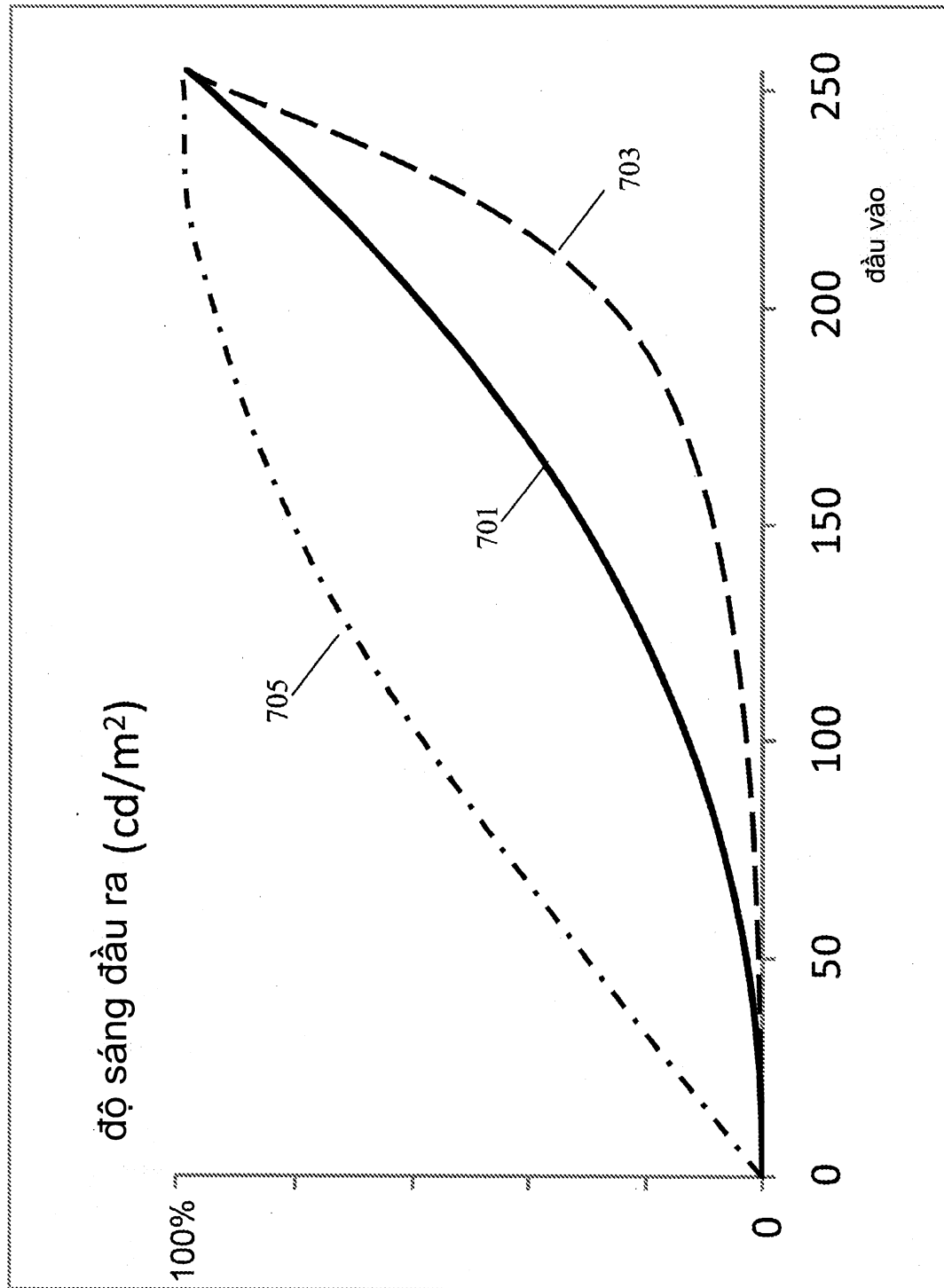


Fig.7

19541

8/23



Fig. 8

19541

9/23



Fig.9

19541

10/23



Fig.10

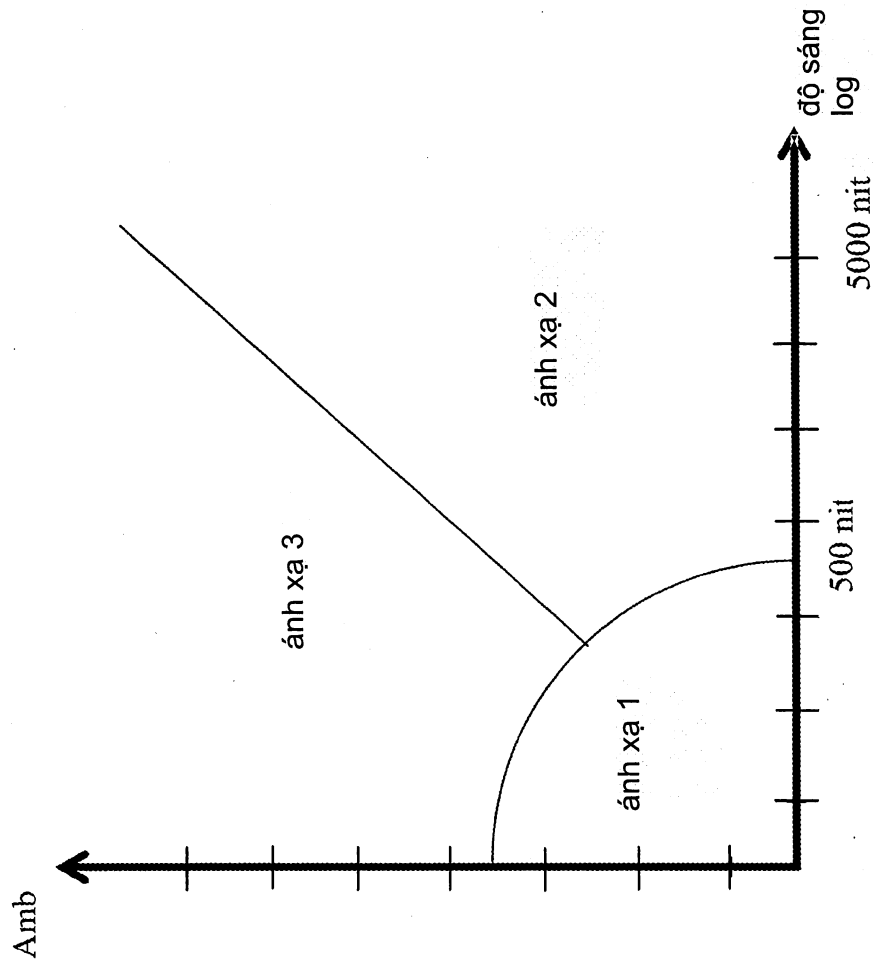


Fig.11

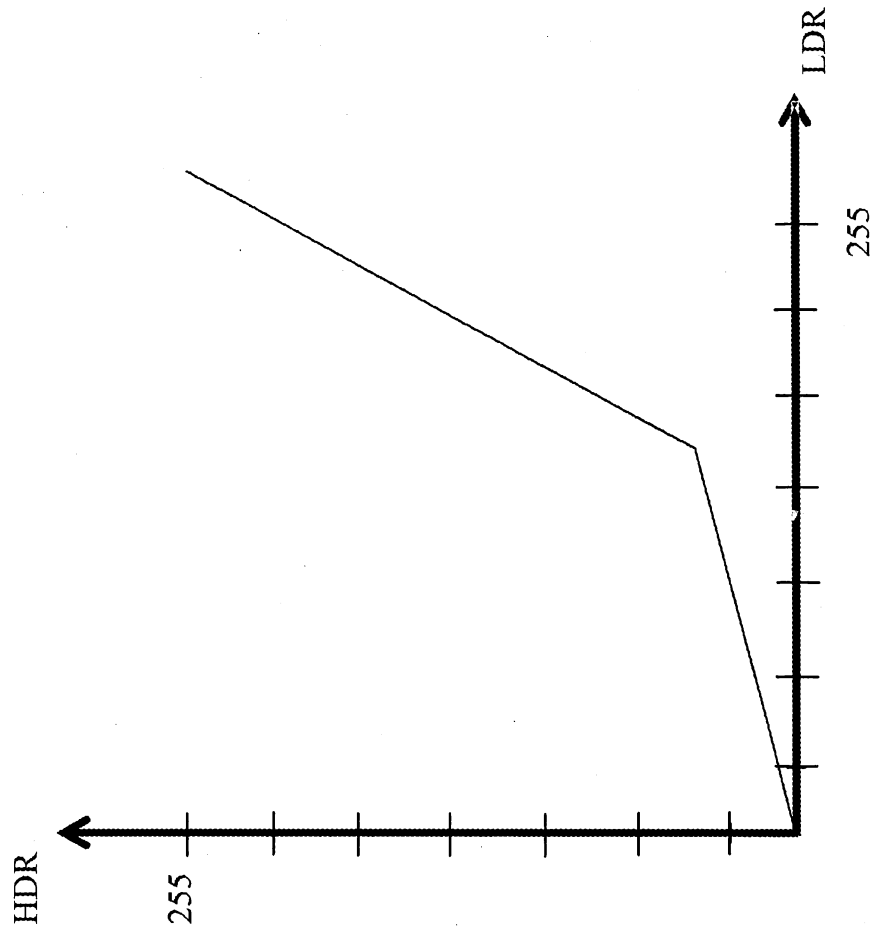


Fig.12

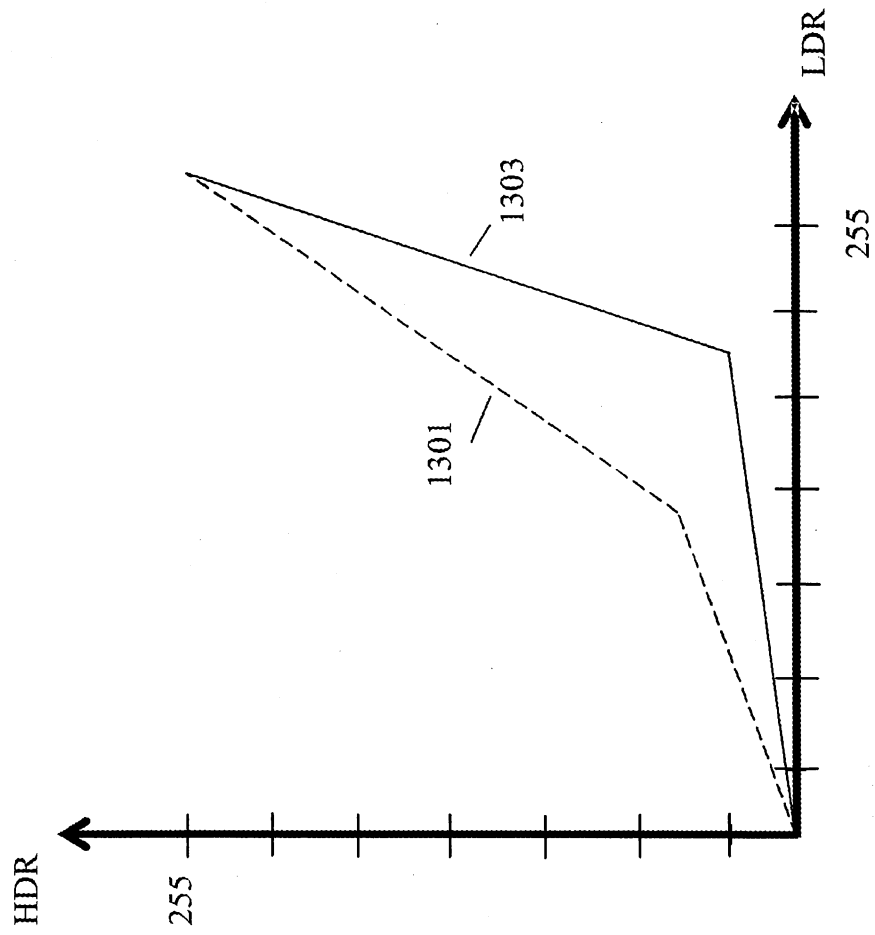


Fig.13

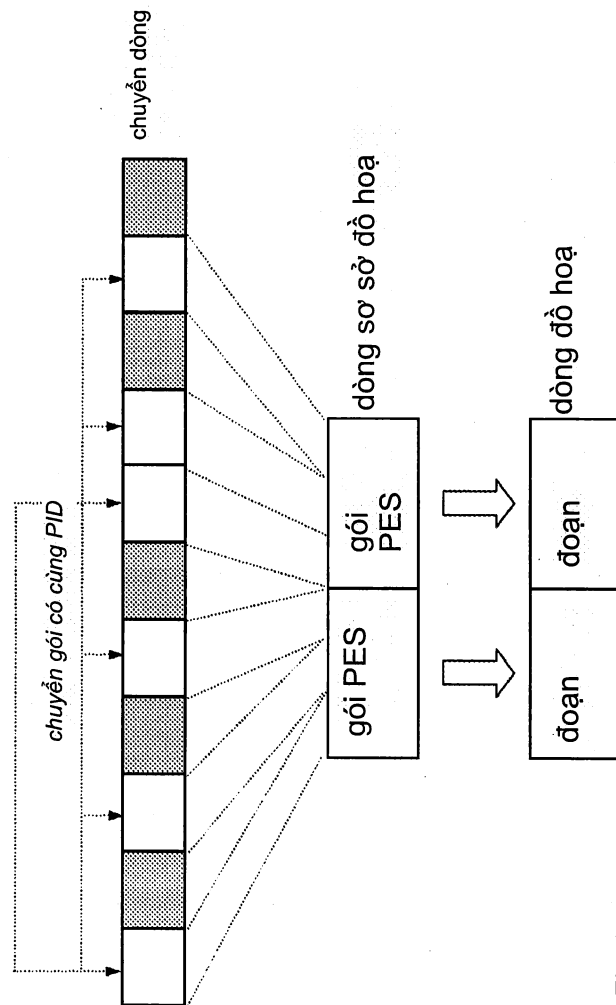
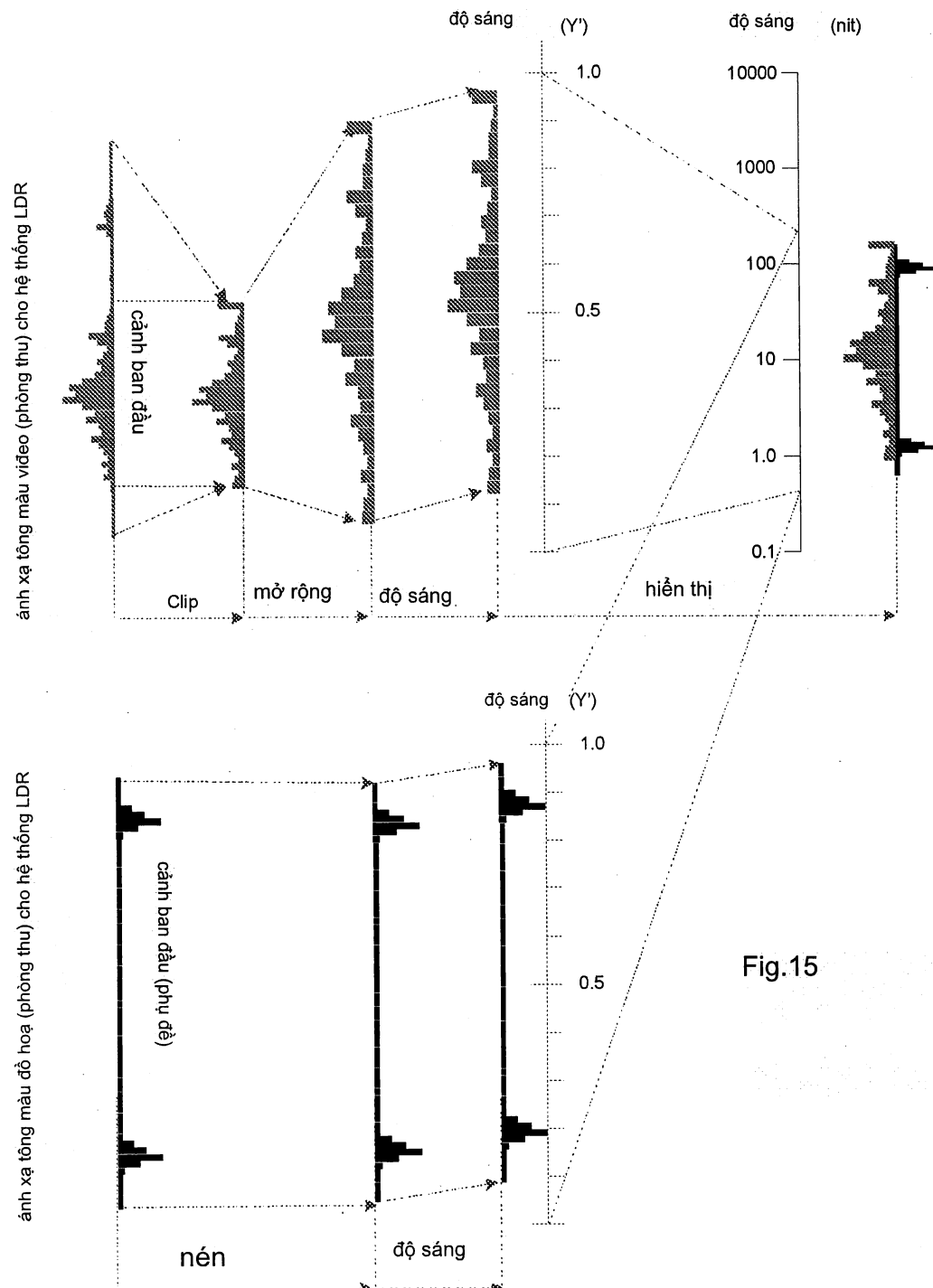
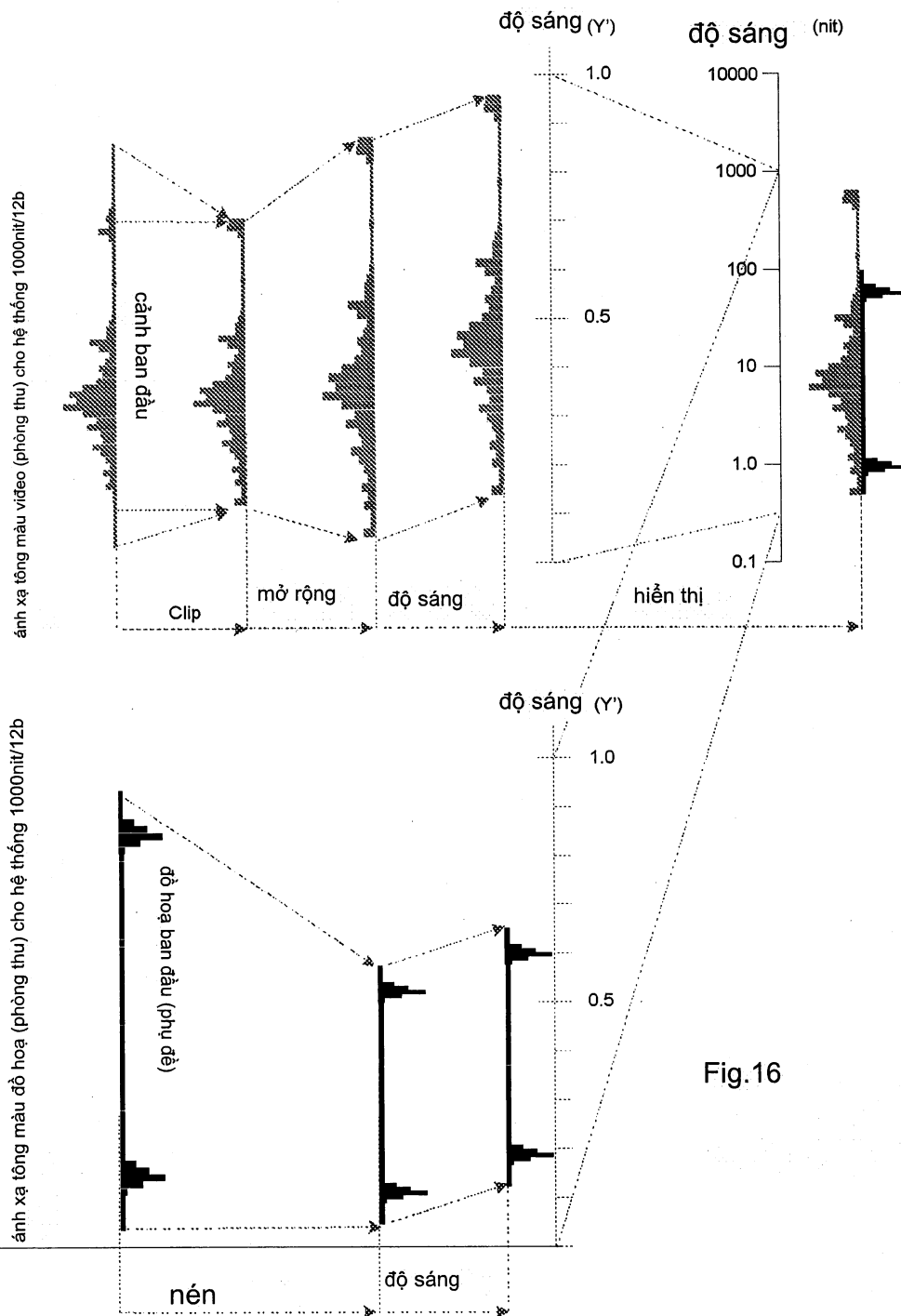


Fig.14





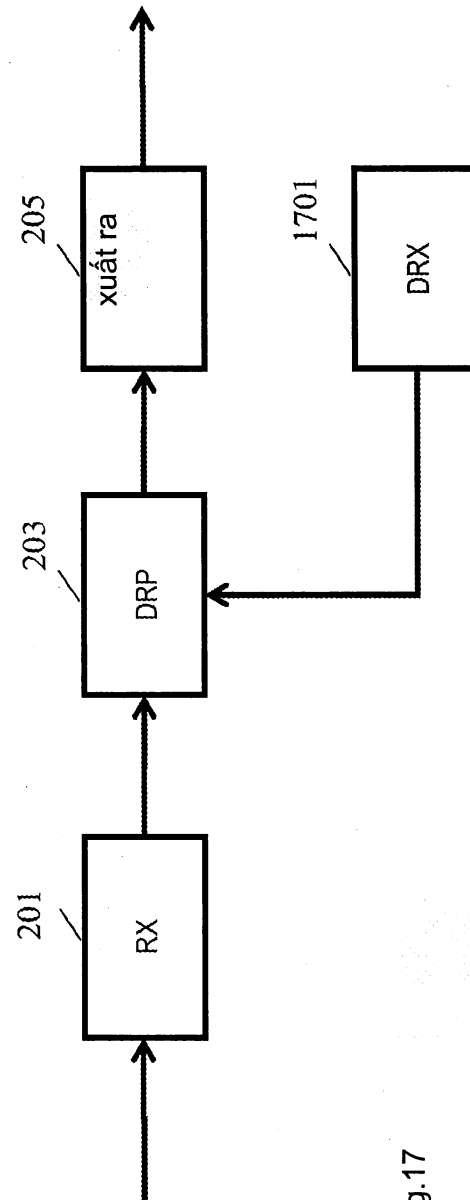


Fig.17

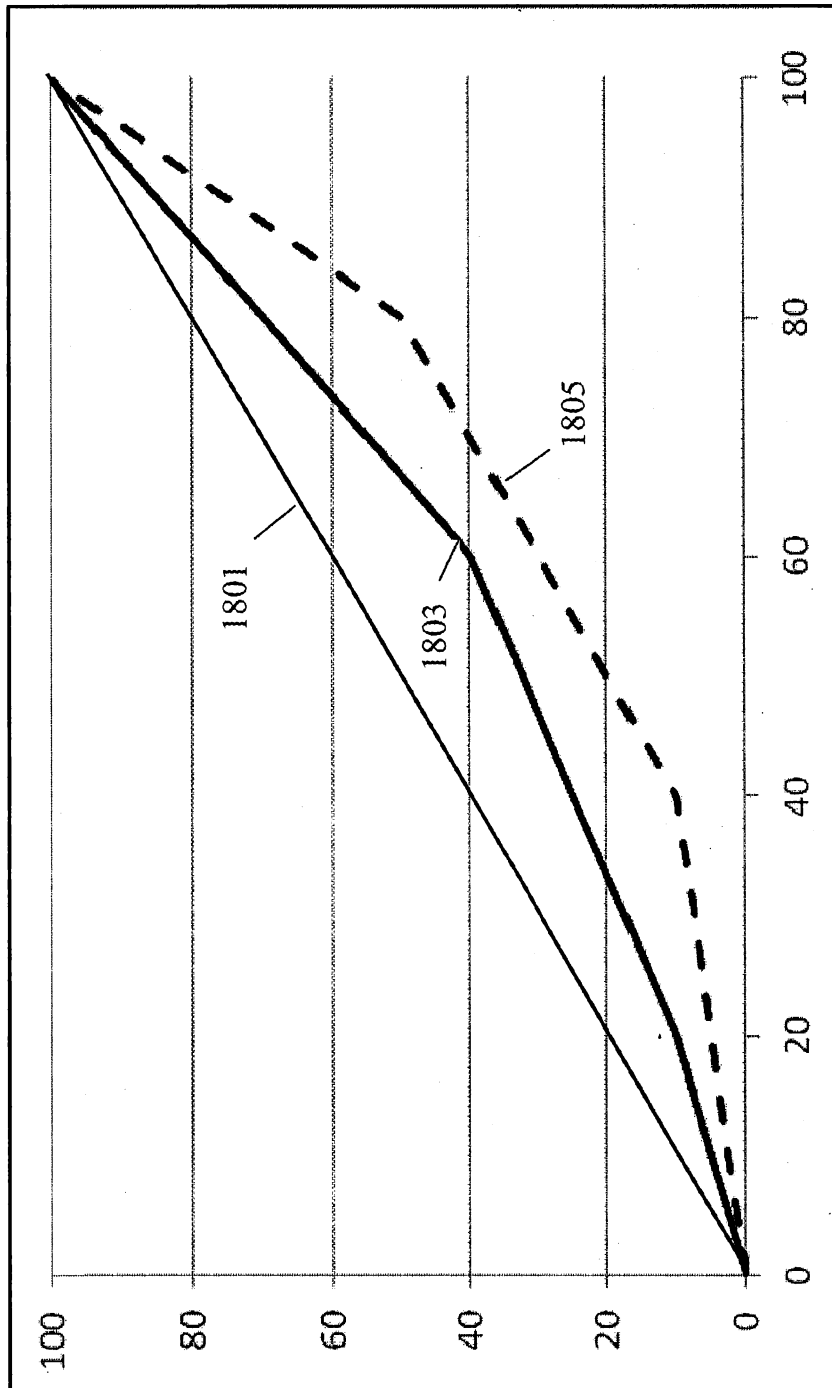


Fig.18

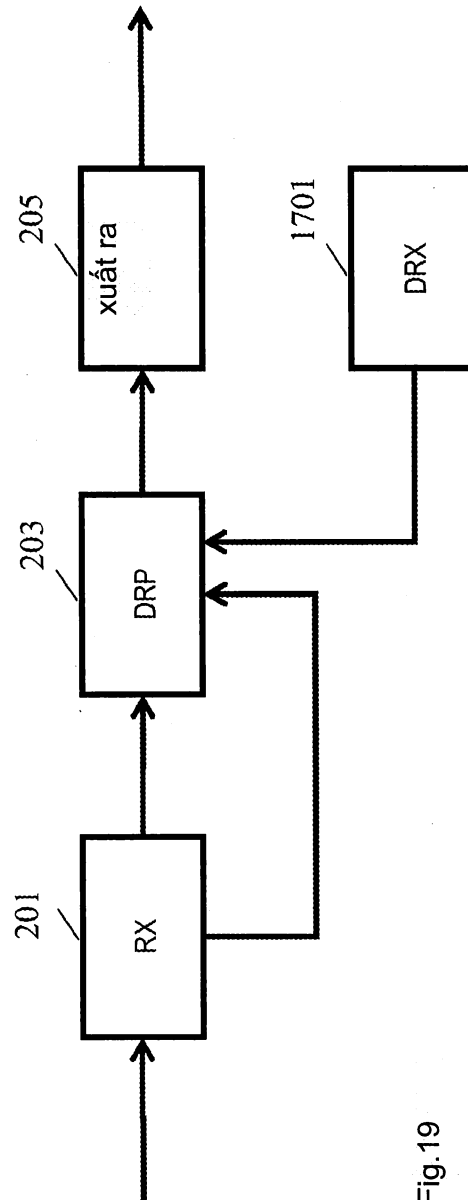


Fig.19

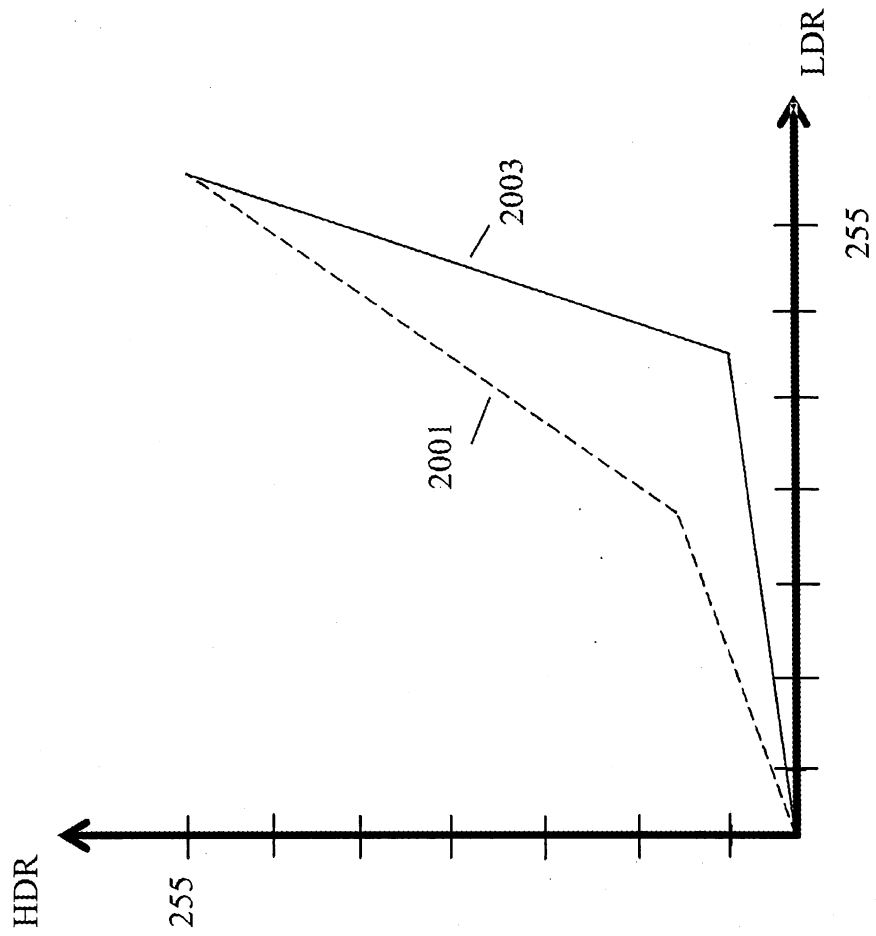


Fig.20

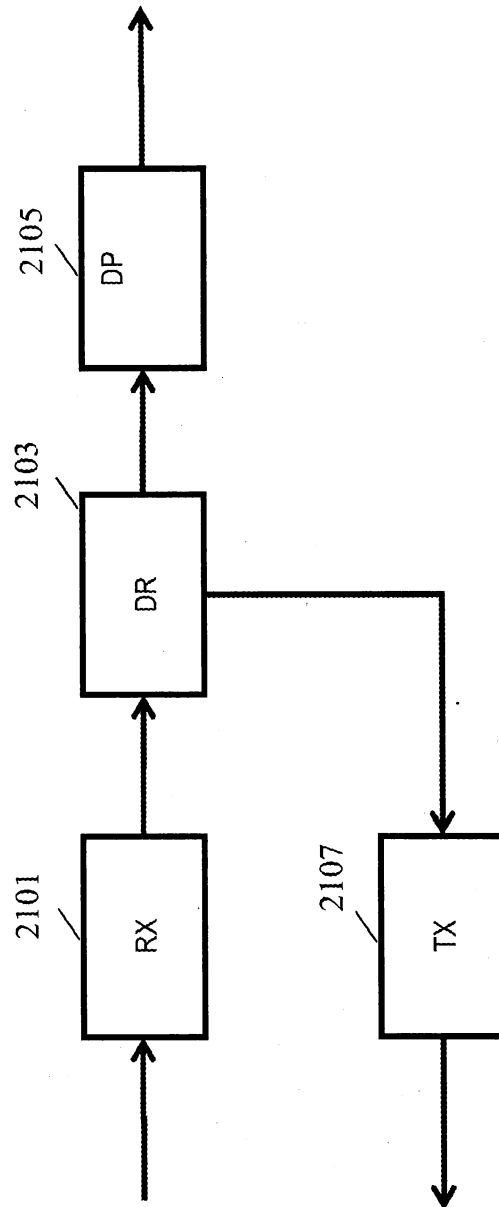


Fig.21

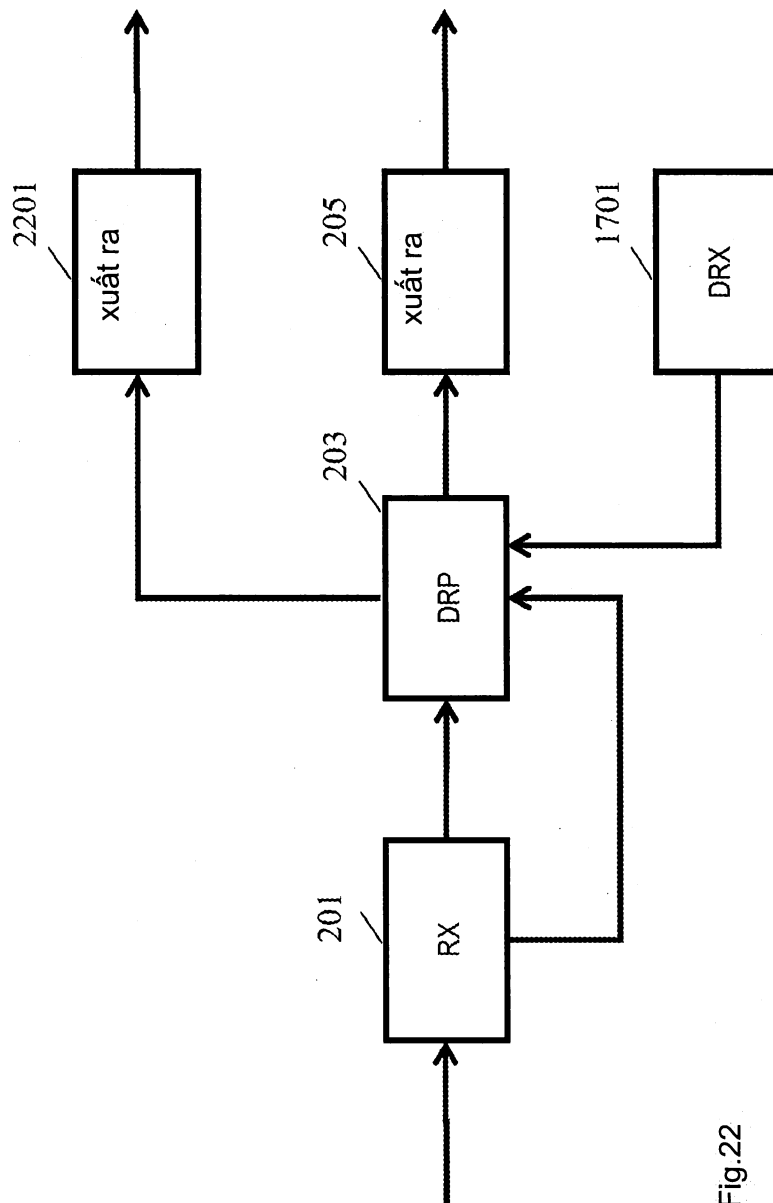


Fig.22

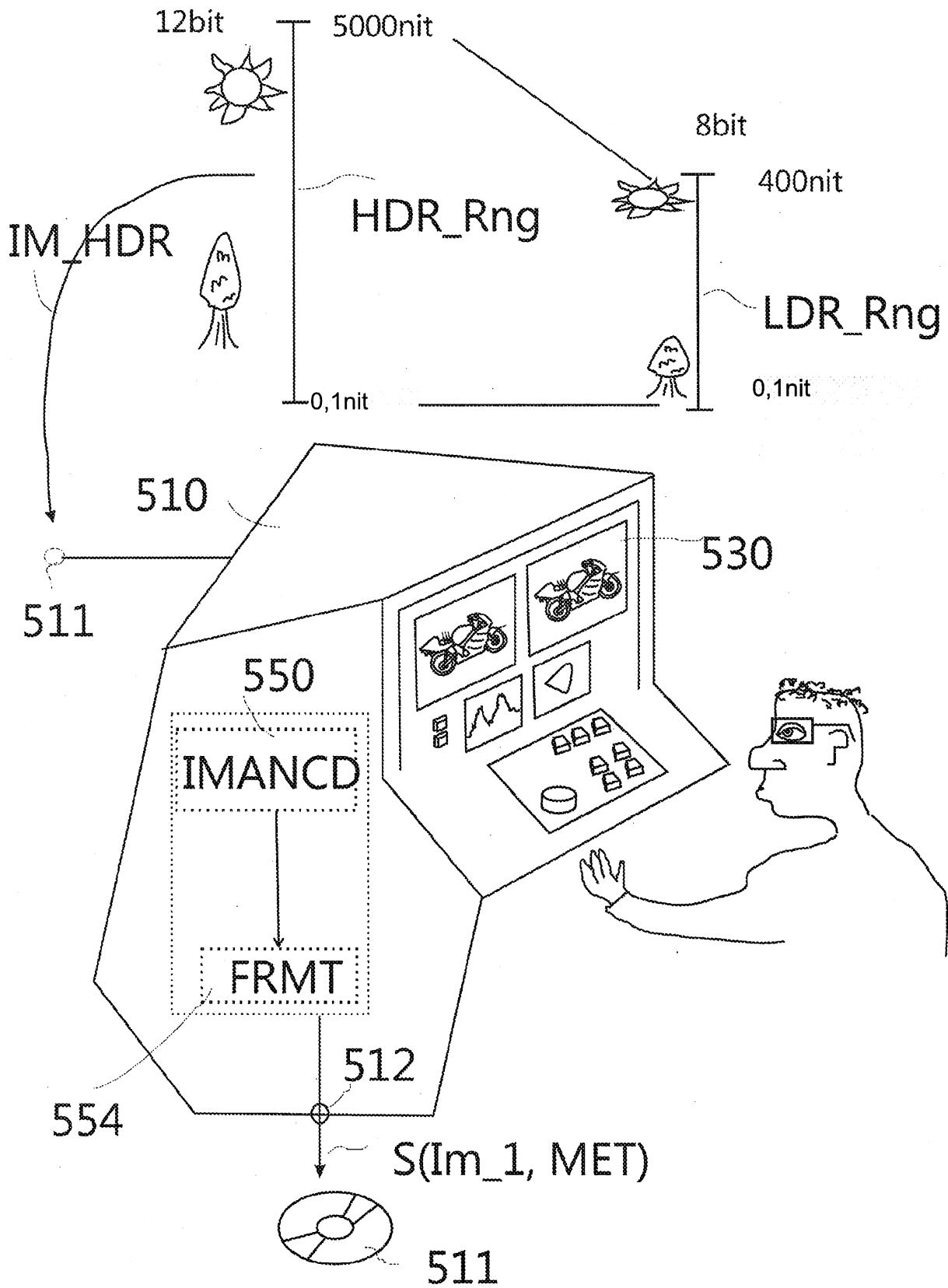


Fig.23