

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7705843号
(P7705843)

(45)発行日 令和7年7月10日(2025.7.10)

(24)登録日 令和7年7月2日(2025.7.2)

(51)国際特許分類

F I

H 0 4 N 5/20 (2006.01)

H 0 4 N 19/70 (2014.01)

H 0 4 N 19/85 (2014.01)

H 0 4 N 5/66 (2006.01)

G 0 9 G 5/00 (2006.01)

H 0 4 N 5/20

H 0 4 N 19/70

H 0 4 N 19/85

H 0 4 N 5/66 A

G 0 9 G 5/00 5 5 5 D

請求項の数 6 (全29頁) 最終頁に続く

(21)出願番号	特願2022-500901(P2022-500901)	(73)特許権者	590000248
(86)(22)出願日	令和2年6月30日(2020.6.30)		コーニンクレッカ フィリップス エヌ
(65)公表番号	特表2022-541884(P2022-541884		ヴェ
	A)		Koninklijke Philips
(43)公表日	令和4年9月28日(2022.9.28)		N.V.
(86)国際出願番号	PCT/EP2020/068410		オランダ国 5 6 5 6 アーヘー アイン
(87)国際公開番号	WO2021/004839		ドーフエン ハイテック キャンパス 5 2
(87)国際公開日	令和3年1月14日(2021.1.14)		High Tech Campus 52 ,
審査請求日	令和5年6月28日(2023.6.28)		5 6 5 6 AG Eindhoven , N
(31)優先権主張番号	19185243.3		etherlands
(32)優先日	令和1年7月9日(2019.7.9)	(74)代理人	110001690
(33)優先権主張国・地域又は機関	欧州特許庁(EP)		弁理士法人M&Sパートナーズ
		(72)発明者	ナイランド ルトガー
			オランダ国 5 6 5 6 アーエー アイン
			ドーフエン ハイ テック キャンパス 5
			最終頁に続く

(54)【発明の名称】 H D R 画像のための表示最適化挙動の調節

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

備えられた又は接続可能なビデオ復号器への接続部であって、前記ビデオ復号器が符号化高ダイナミックレンジ画像を受信し、前記符号化高ダイナミックレンジ画像は第1の最大コード化可能輝度にしたがって符号化され、前記ビデオ復号器が少なくとも1つのルママッピング関数を指定するメタデータを受信し、前記少なくとも1つのルママッピング関数が前記符号化高ダイナミックレンジ画像において符号化された時の同一のピクセル位置の輝度から、前記符号化高ダイナミックレンジ画像に対応する二次画像の輝度のオフセットを指定し、前記二次画像が、第2の最大コード化可能輝度を有し、前記ビデオ復号器が、前記符号化高ダイナミックレンジ画像から復号された復号高ダイナミックレンジ画像と前記ルママッピング関数とを出力する、接続部と、

10

特定のディスプレイが最も明るいピクセル色として表示可能な表示最大輝度の値と、入力ルママッピング関数とを受信する表示調整部であって、前記表示調整部が、前記入力ルママッピング関数と前記表示最大輝度とに基づいて少なくとも1つの表示調整済みルママッピング関数を計算するアルゴリズムを適用し、この少なくとも1つの表示調整済みルママッピング関数が、前記入力ルママッピング関数に形状で対応するが、第1に前記表示最大輝度の値と前記第1の最大コード化可能輝度との間の比と、第2に前記第2の最大コード化可能輝度と前記第1の最大コード化可能輝度との間の差とに応じて、知覚的に均一化された軸において前記入力ルママッピング関数のグラフの45度増加する対角線に近接して前記少なくとも1つの表示調整済みルママッピング関数が存在する、表示調整部と、を

20

備える画像ピクセル輝度調整装置であって、

前記画像ピクセル輝度調整装置が代替ルママッピング関数を決定する代替ルママッピング関数決定部を備え、

前記表示調整部が、組み合わせルママッピング関数を得るように、前記少なくとも1つのルママッピング関数と前記代替ルママッピング関数とを組み合わせるように構成された組み合わせ部を備え、前記表示調整部が、入力ルママッピング関数としての前記組み合わせルママッピング関数に対してそのアルゴリズムを適用して、出力として、調整済み組み合わせルママッピング関数を生成し、

前記画像ピクセル輝度調整装置が、前記復号高ダイナミックレンジ画像のピクセルルマを受信し、それらのピクセルルマに対して、前記調整済み組み合わせルママッピング関数を適用して出力画像の出力ルマを取得するルママッピング部を備え、

10

前記画像ピクセル輝度調整装置が、出力画像又はビデオ伝送ケーブル又は無線チャンネルを備え、前記出力画像又はビデオ伝送ケーブル又は無線チャンネルに対して、ディスプレイが接続可能であり、前記出力画像を送信することを特徴とする、画像ピクセル輝度調整装置。

【請求項 2】

前記組み合わせルママッピング関数が、組み合わせルママッピング関数 $(CMB_FL_50t1_1(Vn)) = (1 - A) * \text{ルママッピング関数}(FL_50t1_1(Vn)) + A * \text{代替ルママッピング関数}(ALT_FL_50t1_1(Vn))$ として定義されるルマ値毎の線形重み付けによって決定され、 Vn が、前記輝度に対して対数関数を適用することによって適用されることが可能なピクセル輝度の知覚的に均一化されたルマ表現であり、 A が、ゼロと1との間の重み値であり、ゼロに等しい A を低表示最大輝度よりも下に設定し、1に等しい A を高表示最大輝度よりも上に設定し、所定の重み付けプロファイル形状にしたがって表示ピーク輝度が前記低表示最大輝度と前記高表示最大輝度との間にある場合にゼロと1との間の値に等しい A を設定する関数を適用することによって前記表示最大輝度の前記値に基づいて導出される、請求項 1 に記載の画像ピクセル輝度調整装置。

20

【請求項 3】

前記少なくとも1つのルママッピング関数が、総入力ルマ範囲の最暗部分範囲のための第1の線形セグメントで、線形態様が前記知覚的に均一化されたルマ表現で満たされる第1の線形セグメントと、前記総入力ルマ範囲の最明部分範囲のための第2の線形セグメントと、前記第1の線形セグメント及び前記第2の線形セグメントと両端で接続する、前記最暗部分範囲と前記最明部分範囲との間の中間部分範囲のための非線形非減少セグメントとからなるルママッピング関数を用いて少なくとも部分的に定義され、前記代替ルママッピング関数が、前記少なくとも1つのルママッピング関数の最暗部分範囲の前記第1の線形セグメントの傾きとは異なる傾きを有する前記最暗部分範囲の少なくとも第1の代替線形セグメントを含む、請求項 1 又は 2 に記載の画像ピクセル輝度調整装置。

30

【請求項 4】

符号化高ダイナミックレンジ画像を受信し、前記符号化高ダイナミックレンジ画像は第1の最大コード化可能輝度にしたがって符号化され、少なくとも1つのルママッピング関数を指定するメタデータを受信するステップであって、前記少なくとも1つのルママッピング関数が前記符号化高ダイナミックレンジ画像と同一のピクセル位置の輝度から、前記符号化高ダイナミックレンジ画像に対応する二次画像の輝度のオフセットを指定し、前記二次画像が、第2の最大コード化可能輝度を有する、ステップと、

40

前記符号化高ダイナミックレンジ画像を復号高ダイナミックレンジ画像に復号するステップと、

表示調整ステップにおいて、特定のディスプレイが最も明るいピクセル色として表示可能な表示最大輝度の値と、前記ルママッピング関数を受信するステップであって、前記表示調整ステップが、前記ルママッピング関数と前記表示最大輝度とに基づいて少なくとも1つの表示調整済みルママッピング関数を計算するアルゴリズムを適用し、この少なく

50

とも1つの表示調整済みルママッピング関数が、入力ルママッピング関数に形状で対応するが、前記表示最大輝度の値と、知覚的に均一化された軸において前記入ルママッピング関数のグラフの45度増加する対角線に近接して前記表示調整済みルママッピング関数が存在し、前記対角線への近接度が、第1に前記表示最大輝度と前記第1の最大コード化可能輝度との間の比と、第2に前記第2の最大コード化可能輝度と前記第1の最大コード化可能輝度との間の差とに依る、ステップとを有する、画像ピクセル輝度調整の方法であって、

前記画像ピクセル輝度調整の方法が、代替ルママッピング関数を決定するステップであって、

前記表示調整ステップが、組み合わせルママッピング関数を得るように、前記少なくとも1つのルママッピング関数と前記代替ルママッピング関数とを組み合わせ、前記表示調整ステップが、入力ルママッピング関数としての前記組み合わせルママッピング関数に対してそのアルゴリズムを適用して、調整済み組み合わせルママッピング関数を生成するようにする、ステップと、

10

前記復号高ダイナミックレンジ画像のピクセルルマを受信し、それらのピクセルルマに対して、前記調整済み組み合わせルママッピング関数を適用して出力画像の出力ルマを取得するステップと、

ディスプレイが接続可能な画像又はビデオ伝送ケーブル又は無線チャンネル上で前記調整済み組み合わせルママッピング関数を、前記復号高ダイナミックレンジ画像の前記ピクセルルマに適用した結果得られた出力画像を出力するステップとを有することを特徴とする、画像ピクセル輝度調整の方法。

20

【請求項5】

前記組み合わせルママッピング関数が、組み合わせルママッピング関数 $(CMB_FL_50t1_1(Vn)) = (1 - A) * \text{ルママッピング関数}(FL_50t1_1(Vn)) + A * \text{代替ルママッピング関数}(ALT_FL_50t1_1(Vn))$ として定義されるルマ値毎の線形重み付けによって決定され、 Vn が、前記輝度に対して対数関数を適用することによって適用されることが可能なピクセル輝度の知覚的に均一化されたルマ表現であり、 A がゼロと1との間の重み値であり、ゼロに等しい A を低表示最大輝度よりも下に設定し、1に等しい A を高表示最大輝度よりも上に設定し、所定の重み付けプロファイル形状にしたがって表示ピーク輝度が前記低表示最大輝度と前記高表示最大輝度との間にある場合にゼロと1との間の値に等しい A を設定する関数を適用することによって前記表示最大輝度の前記値に基づいて導出される、請求項4に記載の画像ピクセル輝度調整の方法。

30

【請求項6】

前記少なくとも1つのルママッピング関数が、総入力ルマ範囲の最暗部分範囲のための第1の線形セグメントで、線形態様が前記知覚的に均一化されたルマ表現で満たされる第1の線形セグメントと、前記総入力ルマ範囲の最明部分範囲のための第2の線形セグメントと、前記第1の線形セグメント及び前記第2の線形セグメントの内側の端部と両端で接続する、前記最暗部分範囲と前記最明部分範囲との間の中間部分範囲のための非線形非減少セグメントとからなるルママッピング関数を用いて少なくとも部分的に定義され、前記代替ルママッピング関数が、前記少なくとも1つのルママッピング関数の最暗部分範囲の前記第1の線形セグメントの傾きとは異なる傾きを有する前記最暗部分範囲の少なくとも第1の代替線形セグメントを含む、請求項4又は5に記載の画像ピクセル輝度調整の方法。

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、特定の輝度ダイナミックレンジ、特に最大表示可能輝度 (PB_D) を有するディスプレイ上の特定の表示のためにHDRビデオの高ダイナミックレンジ画像ピクセル輝度を調整するための方法及び装置に関する。

【背景技術】

50

【0002】

数年前、高ダイナミックレンジビデオコーディングの新規技術が、特に出願者によって紹介された（例えば、WO 2017157977 参照）。

【0003】

HDRビデオのコーディングと処理は、数年前までの、全ビデオが符号化され現在では標準ダイナミックレンジ（SDR）ビデオコーディング（低ダイナミックレンジ（LDR）ビデオコーディングとして知られる）と呼ばれる従来のビデオコーディング、すなわちアナログ時代のPAL、デジタルでは例えばRec. 709 MPEG2とは非常に大きく異なる。事実、コーディング可能である必要がある、非常に明るい、場合によっては暗い画像オブジェクト（すなわち、コンテンツ作成者によって作成された最初のマスターHDR画像におけるより大きなレンジのピクセル輝度）から開始し、そこからビデオ技術のルールすべてが1つずつ再考されて、多くの場合再発明されてきた。

10

【0004】

コーディングに関して、HDRとSDRとの違いは、物理的な違い（ピクセル輝度に大きな違いがあり、より大きなダイナミックレンジ特性のディスプレイに表示される）だけではなく、最初の画像ダイナミックレンジとは異なる二次ダイナミックレンジの画像を得るなどのために様々な画像オブジェクトピクセル輝度を再グレーディングする手法を指定する追加の（画像のショット毎の）動的変化のメタデータである、異なるルマ符号割当て関数（OETF）を開発するという技術的な違いでもある。

【0005】

Rec. 709のSDRのルマ符号定義は、その時の全ディスプレイの通常のレンダリング機能に合うように符号化する近似的な平方根OETF関数形状（ルマ：Y = 平方根（輝度L）のため、約1000:1の輝度ダイナミックレンジのみを符号化できた（8又は10ビットルマの場合）。SDR時代では、コーディングピーク輝度PB_Cとして知られる最大輝度を指定する、又は使用することは誰も気にしていなかったが、20世紀の市場にあった様々なLDRディスプレイの輝度は、およそ0.1の最暗表示可能輝度（単純な用語では「黒」）と1000 nit（「白」）、すなわち表示ピーク輝度（PB_D）との間に近接して存在していた。

20

【0006】

最初に市場に紹介されたHDRコーデックは「HDR10」コーデックで、例えば、黒リボンの宝石箱であるHDRブルーレイを作成するために使用され、OETFを、SMPTE 2084で標準化された、より対数形の知覚量子化（PQ）関数に変更したのみであり、より多くの輝度に対して、すなわちビデオ作成（例えば、動画、テレビ放送など）のためのあらゆる実用的HDR画像仕様にとって十分な1/10,000 nitと10,000 nitとの間の輝度に対してルマを定義可能であった。

30

【0007】

単純化し過ぎて、HDRを、ルマ符号ワード（例えば8ではなく16ビット）のための単純に大きな（より大きな）量のビットと混乱するようなことがあるべきではない。そのようなことはアナログデジタル変換器のビット量などの線形系が該当する場合があるが、コード割当て関数は大幅に非線形を有することが可能であるため、この場合、10ビットルマでHDR画像を実際に定義でき、それによって既に開発されたシステムの再利用性の利点につながる（例えば、ICは、特定のビット深度又はビデオケーブルなどを有する場合がある）。

40

【0008】

ルマの計算後、10ビットプレーンのピクセルのみが得られ（又は2つのクロミナンスプレーンであるCb及びCr3の10ビットプレーンが得られ）、「まるで」数学的にSDR画像であるかのように、例えばMPEG-HEVC圧縮されているかのようになどのラインにまでさらに下がって古典的に処理され得る。

【0009】

当然ながら、受け取る側は、SDR画像ではなくHDR画像を取得していることを認識

50

する必要があり、そうでなければ誤ったレンダリングが発生する。例えば、線形でマッピングのみ行った（画像最大輝度 PB_C を SDR 表示ピーク輝度 $PB_D = 100\text{ nit}$ にコーディングした）場合、 $PB_C = 1000\text{ nit}$ を有する画像は 10 倍暗すぎるように見える場合があり、これは夜のシーンが不可視になることを意味する。他の輝度マッピングを使用することによって明るいピクセルを作ることができるが、一般に、何が行うのが最良かについて細心の注意が必要である。

【0010】

PQ OETF の対数特性のため、HDR10 画像は原理的に可視である（ルマ符号が通常の SDR コードであるかのように解釈した場合、すなわちほぼ 2 乗の EOTF を適用後にそれらを表示する場合）が、見苦しく劣化したコントラストを有することになり、特にコントラストが低下して誤った輝度を有して見えるようになる（例えば、暗闇に隠れていると考えられる犯人が、まるで天井の照明によって照らされたように突然出現する）。

10

【0011】

そのような「単なる HDR」ビデオ画像（HDR マスターグレーディングとも呼ばれており、グレーディングという用語は、HDR シーンが例えば 1000 nit （又はそれ以上）の PB_C を有する画像表現で最適に見えるようにするために、様々なシーンオブジェクト/ピクセルがその表現においてどの輝度を有するべきかを示す）の単なるコーディング及び処理の問題は、同一の表示ピーク輝度 $PB_D = 1000\text{ nit}$ のディスプレイ上でのみ正しく表示することであり、したがって、ディスプレイと様々なコンテンツの PB_C との両方が（「制御不能に」）変化する可能性があるため、例えばそのような HDR ブルーレイディスクは常に完璧には表示せず、この状況では夜のシーンは不可視となることがすぐに判明した。

20

【0012】

それに加えて、より高度な HDR ビデオ符号化器が、例えば $PB_C = 5000\text{ nit}$ の高ダイナミックレンジの画像と、通常、HDR シーンのグレーディングとして知られる、 $PB_C = 100\text{ nit}$ を有する SDR 画像である低ダイナミックレンジの画像との 2 つの異なるダイナミックレンジでグレーディングされた画像を符号化する。これは、その画像が従来の LDR ディスプレイ上ですぐに表示可能であるためである。以下で説明するように、例えば MPEG-HEVC 画像として実際に伝送される対（ビデオ画像の表示時刻毎）の一方から第 2 の画像を算出できるようにする全数学的情報を伝送する場合、受け取り側へ 2 つの異なるグレーディングの画像を伝送することは、2 つの画像、すなわち YCbCr ピクセル色の DCT 変換マトリックスの 2 つのセットを実際に伝送することを意味する必要はないことを読者は理解されたい。

30

【0013】

実際のシーン（ただし、均一に照射されたシーンは、100:1 の比率の物体の反射度に起因して、より低いダイナミックレンジのみを有する）は、非常に高いダイナミックレンジを有することができる。例えば、外の日光に対して小さな開口部を有する洞穴は、家庭でのテレビ視聴のシーンの適切な HDR グレーディングを含む $10,000\text{ nit}$ の PB_C 基準表現上で、洞穴のピクセルに対して 1 nit 未満の輝度を有し、屋外のピクセルの少なくとも一部に対して $10,000\text{ nit}$ までの輝度を含む。そのような難しい HDR 画像は、特にコンテンツ作成者が、SDR グレーディングにおいて、依然として非常に類似した HDR ルックを伝達したい場合、非常に低いダイナミックレンジ（例えば SDR になる場合は少なくとも 100 倍）にあまり明らかに変換されないが、図 1 で説明するように、原則としては伝達されることは可能である。

40

【0014】

本明細書を読む際に便利のように、さらに関係する態様のいくつかを迅速に理解できるように、図 1 は、（例えば 1000 nit PB_D ディスプレイと接続された）将来的な HDR システムが正しく、すなわち画像における全オブジェクト/ピクセルのために適切な輝度をレンダリングすることによって、処理することが可能である必要がある多くの考えられる HDR シーンの説明上の典型的な例を数例示す図である。

50

【 0 0 1 5 】

ダイナミックレンジマッピング、例えば大ピクセル輝度ダイナミックレンジから小ピクセル輝度ダイナミックレンジへのダイナミックレンジマッピングに関わる典型的な問題を示す（少なくともピーク輝度特性が変化すると仮定できる場合）。この問題は、多くの物を非常に小さいスーツケースにパッキングするタスクにたとえることができる。最大のスーツケースには、整理せずにすべての物を投げ入れるだけでよく、何とか収まる。中間サイズのスーツケースでは、何らかの最適化を決定する必要がある、例えば、衣類を個別の袋などの小さい仕切りにきっちりとパッキングする場合、必要なスペースは少なくともよく、この場合もすべてが容易に収まる。最小のスーツケースのみを使用する場合、より厳しいアクションの新しいセットが必要となる。例えば、目的地に関する本をパッキングする場合、別の本で同一の情報がより詳しく説明されているときは2冊目の本の数ページを破って、パッキングする物の量を何とかして減らす（したがって、「同等のもの」となるが、最大のスーツケースにあるものとは正確には異なる）。衣類のみをパッキングしている場合、高価な服の一部を破くことは好ましくないため、上述した書物の最良の圧縮方法を適用しないことが好ましい。ビデオコーディング技術においても類似しており、実行中に「画像パッキング」を行い、さらに様々なサブエコシステム（例えば芸術性が非常に高いハリウッド映画と、雑に作成されたニュース素材、例えば素人の投稿者からの映像など）の必要性に応じて異なる可能性もある、安定していて、普遍的に適用可能で、高速に計算可能な方法を見つける必要がある。

10

【 0 0 1 6 】

例えば、I m S C N 1 は、西部劇映画からの晴天時の屋外の画像である（例えば、約 5 0 0 n i t の平均輝度を用いて雨天日のルックではなく晴天のルックをより多く示すために、1 0 0 n i t のディスプレイ上よりも H D R ディスプレイ上でやや明るくレンダリングされることが理想的な、明るい領域が大部分を示す、又は明るい領域のみとなっていることを特徴とする）一方、I m S C N 2 は夜間の画像である。

20

【 0 0 1 7 】

何が画像を晴天にし、何が暗い画像とするのか。必ずしも相対的な輝度ではなく、少なくとも S D R パラダイムでは相対的な輝度ではない。H D R 画像のレンダリングと S D R 時代で常に行われていたレンダリングとの違いは、S D R が限定されたダイナミックレンジ（約 P B = 1 0 0 n i t で、およそ 0 . 1 から 1 n i t の最小黒（M B）レベル）を有していたことであり、ほぼ物体の固有の反射率のみが S D R で示される（良好な白に対する 9 0 % と良好な黒に対する 1 % との間の範囲にある）。それは、均一で技術的に制御された照明の下で物体（その反射から特定量の明るさと、当然ながら色度を有する）を認識するには良いが、自然のシーンで有することができる照明自体で美しい変化と、閲覧者に与え得る効果とを伝えるにはあまり適していない。

30

【 0 0 1 8 】

ディスプレイが対応している場合、したがって画像コーディング及び処理技術が対応している場合、森の中を散歩している人は、木々の間からの太陽の光を実際に見ることになり、すなわち、S D R ディスプレイ上のいくつかのパッチのやや黄色に近い印象だけではなく、人が影から太陽に向かって歩いた時に明るくカラフルな日光に照らされた衣服を見ることが期待される。同様に、火事と爆発も、少なくとも P B _ D が対応していれば、最適な視覚効果を有する。

40

【 0 0 1 9 】

S D R において、夜間の画像はやや暗くするのみであり、ルマヒストグラムでは、それほどまででなく、そうでなければ暗すぎて、不快に画像をレンダリングする（少なくとも部分的に不可視の可能性がある）こととなる場合がある。さらに 1 0 0 n i t のテレビ上では、又は 1 0 0 n i t の符号化においては、過度に明るいもののための余地がない。したがって、物体をその照明に関係なく表示しなければならず、同時に、シーンの中で高コントラストの照明があっても、すべてを忠実に表示することができなかった。事実、これは、非常に明るい晴天のシーンが曇った雨の日のシーンとほぼ同一の表示輝度（0 から 1

50

000nit)でレンダリングされなければならなかったことを意味した。状況が何であったか、例えば、サボテンがおそらく太陽の光に照らされているため明るいことを閲覧者が期待しているなどを、他の手がかりから計算しなければならなかった。夜間のシーンでも過度に暗くレンダリングされてはならず、そうでなければ閲覧者が画像の最も暗い部分を明確に区別できず、したがって、この場合も、夜間の輝度は、およそ1nitと1000nitとの間の範囲においてレンダリングされた。これに対する従来の解決法は、夜間のシーンを青で着色することであり、それによって閲覧者は昼間のシーンを見ていないと理解すると考えられた。これらは、事実、SDRイメージングの深刻な制限である(他の例は、例えば、窓の外のすべてを単一の白にクリッピングすることであり、それによって、もはやそこに見えるものが何も無い)が、閲覧者及び業界のユーザが何らかで「それに慣れて」しまっていたが、それは改善の余地がないことを意味しない。

10

【0020】

ここで、当然ながら、現実の人間の視覚は、使用可能な光量にも適応するが、それほどまでではない(現実の大部分の人は、暗くなっている、又はより暗い、又は非常に明るい環境にいることを認識する)。さらに技術的なテレビシステムによる調整は人間の目及び脳による適応と同一ではなく、家庭におけるコンテンツの表示への調整は、砂漠の中で外にいる場合の元のシーンへの調整とは同一ではない。

【0021】

したがって、少なくともHDRディスプレイが利用可能な場合に、非常にリアルにレンダリングされた画像を得るために、芸術的に設計することが可能な優れた局所的、時間的な照明効果のすべてを用いて画像をレンダリングすることが望ましい場合がある。それをまさに示しているのは、例えば暗い部屋の中でのライトセーバーに対する適切な輝度であり、マスターグレーディングを作成しているカラーグレーダーに判断を任せており(カラーグレーダーについて述べる時、各エコシステムに対して同等の概念を意味し、したがって、マスターHDR画像とSDR画像との両方のピクセル輝度を定義するために、人間が多くの時間を費やす必要はなく、リアルタイムのブロードキャストなどのための自動グレーディングも必要ない)、本出願は、そのような画像を作成及び処理するための必要な技術的要素に焦点を当てる。

20

【0022】

図1の左軸では、物体の輝度は、5000nitのPB__Dディスプレイ用に、5000nitのPBマスターHDRグレーディングで見た輝度である(すなわち、グレーダーは、家庭の典型的な高品質HDRテレビが5000nitPB__Dを有することを前提とした画像を作成し、そのような家庭での閲覧室を表現したものに実際に座って、そのような5000nitのPB__Dグレーディング基準表示上でグレーディングする)。錯覚だけでなく明るい太陽に照らされた環境にいる実際のカウボーイのリアルさも伝えたい場合、それらのピクセル輝度を例えばおよそ500nitなど、(例えば屋内のシーンであった前のシーンと比較して)十分に明るく指定してレンダリングする必要がある(ただし、HDR画像作成及び処理の典型的な落とし穴である、不快なほど明るすぎないようにする)。夜間のシーンのために、ほぼ暗い輝度が望ましいが、オートバイに乗っている主役が明確に認識可能でなければならず、すなわち暗すぎでは(例えばおよそ5nitでは)

30

40

【0023】

第3の例であるImSCN3は、同様に、現在、HDRディスプレイ上で実現したものを示し、非常に明るいピクセルと非常に暗いピクセルとの両方を同時にレンダリングできる。ImSCN3は暗い洞穴を示し、晴天の外を見ることが出来る小さな開口部を有する。このシーンに関して、例えばおよそ400nitで明るい晴天の景色の印象をレンダリングしたいシーンよりも、木のような太陽に照らされた物体をやや低輝度にした場合があり、洞穴の内部のほぼ暗い登場人物とより詳細に調整することが必要である(暗い洞穴

50

の中の物体が視覚的に劣化させるような人の目における散乱も望ましくないため)。色グレーダーは、全物体 (PB_HDR = 5000 nit のマスターHDR画像に既に存在する) の輝度を光学的に調整して、例えば洞穴の暗い部分に立っている人はおよそ0.05 nit のマスターHDRグレード画像においてコード化される (HDRレンダリングが明るいハイライトだけでなく、暗い領域もレンダリングできると仮定した場合) など、いずれも不適切に暗く、又は明るく見えることがなく、コントラストが良好なようにすることが望ましい。

【0024】

ただし、ここで、問題は、これらのマスターHDR物体ピクセル輝度を有する場合、例えば1500 nit で終端するダイナミックレンジ上では何になる必要があるのかである (この小さなダイナミックレンジでも1500 nit 未満の全輝度は忠実に表現されることが可能であるが、1500 nit を上回るピクセル輝度はどうなのか、典型的な挙動では、同一の1500 nit のPB_C値にすべてクリッピングされるが、理想からは遠い)。

【0025】

したがって、上記のスーツケースのパッキング例のように、原則的に、コンテンツ作成者には、マスター5000 nit HDR画像から始まる再グレーディングされた画像の大きなセット、例えば、3000 nit のPB_C画像、2000、1500、1000、750、500、300、及び1000 nit 画像を定義するというタスクがある。そのような大きなタスクは、当然ながら、商業的には実行不可能である。したがって、コンテンツ作成者が自分のマスターHDR画像及び対応SDR画像のみをグレーディングでき、それに基づくすべての中間の画像が、自動的に技術的な、いわゆる表示最適化システムによって決定されることができる技術を発明した (WO2017108906 参照)。

【0026】

深く理解することが重要となる、以下で詳述されるような本発明の概念の一部の構成要素の説明のために一部の技術的なビデオコーディングの可能性を示すために、HDR画像用に設計した例示のHDRビデオコーディングシステム、特にHDRビデオコーディングについて説明する (本説明により、簡単な説明のために選択された例示のシステム以外のシステムに対しても本発明の原則が適用可能であることを理解されたい)。

【0027】

本ビデオコーディングシステムは、本分野における典型的な単一の種類のディスプレイ用の単一の標準化されたHDRビデオのみ (例えば、10ビットの知覚量子化が、符号化のためのETFを定義するルマ符号として使用される) の伝送 (符号化) を処理できる (例えば各エンド閲覧者が1000 nit のPB_Dディスプレイを有するという前提において、画像はPB_C = 1000 nit で定義される) だけでなく、同時に、当業界における様々な他のピーク輝度を有する様々な可能性のある他のディスプレイタイプのための最適なルック/グレーディングを有するビデオ、特に1000 nit のPB_DのSDRディスプレイのためのSDR画像を伝送及び処理できる。

【0028】

すなわち、そのようなHDRビデオ伝送システムでは、伝送ピクセル化画像として1種類のグレーディングされた画像のみを実際に伝送するが、様々な変形を有し、本例ではそのうちのSDR画像をいずれかのビデオ伝送システムによって受信者に伝送するもの (ただしHDR画像を伝送する変形を使用してもよい) を説明する。メタデータにおいて、HDR画像ピクセル色、特にそれらのSDR画像ピクセル輝度のうち特定の輝度を定義する、再グレーディング関数としても知られる、1つ又は複数の輝度再マッピングも加えるため、同時に、該当するシーンに対するHDR画像ルックも伝送する (二重画像伝送のようにHDR画像、又はピクセル化HDR画像データの少なくとも第2の層を伝送する必要は実際にはない)。

【0029】

それに加えて、図2で図示するように、適切な可逆色変換関数F_c tのセットが、例

10

20

30

40

50

例えば、人間の色グレーダーによって符号化側で定義される。

【0030】

上記の関数は、マスターHDRピクセル輝度（又は透過的に対応するルマ符号）から始めて、そのHDRマスター画像MAST_HDRに対応する妥当なルックのSDR画像（Im_LDR）をどのように取得するかを定義すると同時に、逆関数IF_ctを使用することによって、元のマスターHDR（MAST_HDR）画像が、再構成HDR画像（Im_RHDR）として十分な正確性でいずれかの受信側で再構成されることが可能であることを確実にする。IF_ct関数は、伝送された前方のHDRからSDRへのマッピングのF_ct関数から決定されることができ、又はシステムは、例えば、SEIメッセージのMP EG機構、又はいずれかの他の適切なメタデータ伝送機構によって、IF_ct関数を直接でも伝送する。

10

【0031】

色変換器202は、通常、マスターHDR画像（MAST_HDR）ピクセルの輝度のF_ct輝度マッピングを適用し、その輝度は正規化されることを前提とし、それによって最大輝度が1.0となる（その後、HDR及びSDR全領域を重ね合わせることが可能であり、すなわちDR輝度変換が符号化可能な色の、正規化された全領域における色の上方又は下方へのシフトに対応することを意味することに留意されたい）。本発明の概念を簡単に理解するために、単純化のため、F_ctのHDRからSDRへの輝度マッピングは、100nitのPB_CのSDR出力画像Im_LDRのピクセルの正規化SDR出力輝度（すなわち図1の右側の輝度）を導出するために、1/4乗輝度マッピング関数（L_out_SDR = (L_in_HDR、すなわち1/4)乗）であると仮定する。

20

【0032】

受信者は、受信した対応SDR画像からマスターHDR画像を再構成可能である必要があるため、又は何らかの圧縮関連のアーチファクトのため、実際のピクセル化画像から離れた、少なくとも近似の再構成が可能である必要があるため、色マッピング関数も、その後、ビデオ符号化器203に入力される必要がある。制限なく、ビデオは、MP EG HEVCビデオ圧縮器を使用してこのビデオ符号化器203によって圧縮されて、符号化された（SDR）出力画像Im_CODを生成し、それらの関数は、例えばSEI機構又は類似の技術を用いてメタデータに格納されることを前提とする。

【0033】

30

したがって、コンテンツ作成装置221の動作後、画像伝送技術の観点から、伝送チェーンの残りは、入力として「正常なSDR」画像を取得するふりをする。したがって、例えば伝送フォーマット204は、何らかの伝送媒体205を通過するようにデータをフォーマット化するためにすべての必要な変換を適用する（例えば、BDディスク上に格納するためのチャンネルコーディング、又はケーブル伝送のための周波数コーディングなど）。

【0034】

その後、画像データは、何らかの伝送媒体205、例えばATSC 3.0又はDVB、又は任意のビデオ信号通信原理に従う衛星又はケーブル又はインターネット伝送を介して、テレビセット、又はセットトップボックスなどの消費者ビデオ装置、又は映画館受信ユニットなどの専門的システムなどの1つ又は複数の受信側に移動する。

40

【0035】

いずれかの消費者側又は専門業者側において、例えばセットトップボックス、テレビ又はコンピュータなどの様々な物理的装置に組み込まれた受信アンフォーマット器206は、アンフォーマット及びチャンネル復号を適用することによってチャンネル符号化（存在する場合）を解除する。その後、ビデオ復号器207は、例えばHEVC復号を適用して、復号SDR画像Im_RLDRを生成し、色変換関数メタデータF_ctをアンパックする。その後、色変換器208は、SDR画像を、いずれかの非SDRダイナミックレンジ（すなわち100nitよりも高く、通常少なくとも4倍高いPB_Cを有する）の画像に変換するように構成される。

【0036】

50

例えば、5000 nitの元のマスター画像 I_{m_RHDR} は、 M_{AST_HDR} から I_{m_LDR} を作成するために符号化側で使用された色変換 $F_c t$ の逆色変換 $I F_c t$ を適用することによって再構成される。ただし、SDR画像 I_{m_RLDR} を異なるダイナミックレンジに変換する表示調整ユニット209も備えられてもよく、例えば、ディスプレイ210が3000 nit PBディスプレイ、又は1500 nit PB、又は1000 nit PBの画像などの場合に $I_{m3000nit}$ が最適にグレーディングされる。ビデオ復号器及び色変換器が単一のビデオ再決定装置220内に存在することを非限定的に前提とする。技能を有する読者は、例えば $PB_C = 10,000\text{ nit}$ を有するHDR画像を伝送するトポロジを同様に設計でき、色変換器は、対応テレビ又はモニタ用に、例えば $PB_C = 2500\text{ nit}$ を有する出力HDR画像を生成すること、さらに、例えば様々なサーバ上などで動作させるために、様々なユニットがネットワークを介して接続されることを理解できる。

10

【0037】

本技術的構成要素（接続、協働、統合などが行われる本教示による革新的な構成要素及び/又は従来技術）は、画像又はビデオ技術において、すなわち、例えば、様々なハードウェア機器において典型的である様々な技術的システムとして具現化又は実現される。例えば、ビデオ再決定装置220は、いずれかの技術的ビデオ供給出力部231を有してもよく、例えば、テレビのディスプレイなどに接続可能なHDMI（登録商標）ケーブル（さらに、例えば、格納装置など、又はそれぞれ $I_{m3000nit}$ の出力画像 I_{m_RHDR} を他の可能性のあるリモート装置又はシステムなどに伝送するネットワークケーブル）を有してもよい。選択された物理的変形に応じて、画像を、いずれかの技術的状況での必要に応じた信号に変換する画像又はビデオ出力信号フォーマッタ230が存在してもよい（例えば、以下のコアの測色計算は、例えば出力としてピクセル色の線形R、G、B表現を生成し、例えばディスプレイ210に送信された最終的な画像信号（ I_out ）が、その技術的構成に合わせて、例えばHLGフォーマット化、展開、又はMPEG又はAV1圧縮などが行われ、信号フォーマッタ230が、例えば、上記のような全信号導出段階（単一のオプションとして固定、又は構成可能のいずれかに関わらず）を処理する役割を果たす典型的な集積回路などのユニットを含んでもよいことを説明する）。

20

【0038】

図3は、色変換器202（それぞれ色変換器208）が本発明において一般的に何であるかを有益に理解する一例を説明するものであり、この特定の色計算コアは1つの構成可能コアとして全変形を適切に実現するが、技術に関する本革新的提案に関する限り、要素が様々な異なるトポロジにおいても設計されると考えられる。色は、ビデオ色表現用に非常に古典的な色フォーマット、すなわちYCbCrで入力される（追記として、様々な実施形態では、このスペースは、例えば、ガンマ2.0定義、PQ定義など、様々な非線形R、G、Bの色トリプレットから定義されてもよい）。

30

【0039】

クロマ乗数決定器301は、処理されているいずれかの連続した画像ピクセルのルマ（Y）値に応じて、適切な乗法スケール係数を決定し、乗算器302はこの乗法スケール係数を使用して、このスケール係数 $s(Y)$ に、両方のクロマ座標Cb及びCr、すなわち入力色の出力赤クロマ $C_{ro} = s(Y) * C_r$ 及び出力青クロマ $C_{bo} = s(Y) * C_b$ を乗算するために、同一の $s(Y)$ 係数は、出力色の色相を、入力色の色相と同一に保つ（一方で、ピクセル色の飽和に適切に影響する）。クロマ乗数決定器301は、伝送SDR（又は他の）画像とともに通常伝送され、例えばSDR画像が有する各可能性のあるY値に対するs係数のLUTを含むメタデータMET（ F_CLUT ）から読み出すように構成されてもよい。出力クロマ値 C_{ro} 及び C_{bo} は、行列計算器303でルマYとともに入力され、行列計算器303は、正規化されたRGB表現、すなわち正規化赤入力成分 R_{nI} 、正規化緑入力成分 G_{nI} 、及び正規化青入力成分 B_{nI} を算出するために、（例えば $Rec.709$ 又は $Rec.2020$ など、どの原色が選択されたかに応じて、一般的に知られている測色法にしたがって）標準的な 3×3 の行列係数を使用す

40

50

る。正規化RGB表現は、(正規化された)必要とされる出力RGB値 R_{nO} 、 G_{nO} 、 B_{nO} 、すなわち本例では(正規化)HDR再構成成分に変換される。

【0040】

処理されているピクセルが有する入力ルマ Y が与えられた場合、例えばピクセルトリプレットの輝度増加は、(乗算器305による)上記3つの入力成分に同一のルマ乗算値 $g(Y)$ を乗算することによる影響を受ける。上記において、いずれかの所与の正規化ルマ間マッピング関数形状(例えば、(0, 0)から始まり(1, 1)で終端する放物線)を、すべての可能性のある正規化ルマ Y_n のための g 個の乗数の対応セットに変換できる従来技術を説明した。この動作は、コンテンツ作成者によって伝送されたようなメタデータMET(FPLUT)を入力として読み込むルマ乗数決定器304によって実行され、輝度マッピング曲線、又は同等に関連したルママッピング曲線、又は任意の選択されたものの形状をコード化する。

10

【0041】

乗算器305の後、依然として1.0への正規化の領域上であるが、ピクセル輝度はそれ自体のHDR再構成相対位置に正しくシフトされる。最後に、出力色計算器306は、例えば、HDMI(登録商標)ケーブル、無線通信チャンネルなどを介して接続されたディスプレイなど、技術的出力コンポーネントによる必要に応じて技術的にフォーマット化するために必要な全計算を実行する。出力色フォーマットRGB_DFは、例えばPQ-RGBフォーマットとなるように決定してもよいが、接続されたディスプレイが特定の物理的タイプであるとわかっている場合は例えば全種類の最適化を適用してもよいが(出力が例えば後で閲覧するために格納する例えばハードディスク記録などである場合は、行わなくてもよく、又は異なって行ってもよい)、それらの詳細は、本発明の説明では重要ではない。

20

【0042】

図4は、特定のHDRシーン画像のためにコンテンツ作成者が選択したいずれかの再グレーディング関数形状(及び状況、コーディング実施形態)に対して、表示最適化(表示調整とも知られる)がどのように作用するかを説明する図である(例えば、左部分が比較的暗い画像であり、それによってより暗い領域の正規化SDR表現において相対的輝度増加が必要であり、したがって影に隠れている人はHDR画像表示とSDR画像表示の両方で半分可視であり、一方、そのシーンと連続した画像のより明るい部分で霧の中にいる人に対しては十分なコントラストが同時に実現され、図4に示すFL_50t1_2曲線のように2つの領域においてコントラストを最適化する二重曲線が得られる)。

30

【0043】

図4を参照すると、(例えば受信されたHDR画像)が特定の正規化ルママッピング関数FL_50t1_1によって対応SDR画像に最適に再グレーディングされるように現在の画像(又は連続画像のショット)が存在することを前提とする(ビデオにおいて技能を有する読者は、軸と、曲線の対応形状とを変更するだけで、正規化輝度と正規化ルマとの両方においてどのように上記教示が構成されることが可能であるかを理解できることに留意されたい)。

【0044】

不必要に限定することは望ましくなく、本説明の例は、視覚的に均一化された輝度に両方が変換される軸を使用する(すなわち、横軸及び縦軸上の等間隔の刻みは、視覚的に等しい輝度差にほぼ対応する)ことを前提として説明を続ける。

40

【0045】

出願人によれば、以下の式は、輝度(又は希望に応じて、原色の赤の線形寄与率など、色座標のいずれかの量)を上記のような知覚的に均一なルマ v に変化させるために使用可能である。

$$v(L_n; L_{max}) = \log[1 + (RHO(L_{max}) - 1) * power(L_n; 1/2.4)] / \log[RHO(L_{max})]$$

$$RHO(L_{max}) = 1 + 32 * power(L/10000; 1/(2.4)) \quad [式]$$

50

1]

【 0 0 4 6 】

上記式において、 L は、ピクセルの（正規、絶対、 nit 単位 = Cd / m^2 ）輝度、 L_n は最大限で1.0まで正規化された輝度、すなわちコーディングされた画像 PB_C 、例えば5000 nit のピーク輝度に等しい L_{max} を有し、その後、除算 $L_n = L / PB_C$ することによって得られる輝度である。

【 0 0 4 7 】

したがって、例えば5000 nit のコンテンツをSDR輝度にマッピングする必要がある場合、図4Bの縦軸に示すような出力 v_SDR となり、出力 v_SDR は式1の逆数を使用することによって輝度に変換されることが可能である。輝度の視覚的に均一なルマ表現のほぼ対数特性を理由として、縦軸で、 $PB_C_SDR = 100 \text{ nit}$ までの10進がほぼ等間隔となっており、すなわち、 $v = 0.6$ が10 nit にほぼ対応するなどとなる。

10

【 0 0 4 8 】

同様に、5000 nit の PB_C 定義のHDR入力の場合、横軸の正規化ルマはほぼ等間隔に0、1、10、100、1000に対応し、終端点5000は、10k位置が存在する位置よりわずかに近い。

【 0 0 4 9 】

この軸系に対応して、コンテンツ作成者は、その後、現在の画像のために必要に応じて輝度再マッピング関数形状を定義できる（例えば、いくつかの街灯を有する暗い通りは、より暗い PB_D ディスプレイでのレンダリングのためのマスターHDR画像と対応する暗い PB_C 画像において、その通りの家又は低木の最暗部分を何らかで明るくして、十分に可視な状態を維持する必要がある、これは第1の例示のルママッピング（輝度マッピングに相当）曲線 FL_50t1_1 の暗い端部における45度よりも大きい傾きとともに、5000 nit ルマを例えば650 nit ルマにマッピングする必要がある曲線形状を自動的に導出するための表示調整戦略によって示されており（650 nit PB_D 接続のディスプレイが、SDR表現画像が伝送及び受信された場合に受信又は再構成されたようなマスターHDR画像の適切に最適化/再グレーディングされたバージョンを供給される必要がある場合）、以下で説明する。

20

【 0 0 5 0 】

表示調節のいくつかの変形が存在することが可能で、それらすべてが本特許出願の本革新的技術追加事項とともに機能する場合、複雑な説明を単純なままとするために、使用された特定の表示調整機構は、ETSI TS 103 433 - 2 V1.1.1 (2018 - 01)のTechnicolorとともに出願人のKoninklijke Philipsによって標準化されたものであることを前提とし、その目的のため、再度、概要をやや一般的に簡潔に述べる。

30

【 0 0 5 1 】

考え方は、例えば、マッピング曲線形状 FL_50t_1 又はマスターHDR及びSDRグレーディング済み画像のうちの少なくとも1つを決定する人間の色グレーダーなどのコンテンツ作成者に時間があまりないことである（グレーダーが2つの画像のみを作成した場合、出願人はSDR画像の輝度がどのようにHDR画像のうちの1つと関連するかを自動的に導出された FL_50t_1 関数によって導出する技術を使用可能であるが、それらの詳細はこの場合も本説明に十分に関連していないため、グレーダーは、例えば色処理ユーザインターフェースツールを用いて FL_50t1_1 曲線の形状を描き、これが本当に正しいルックのSDR画像を実現しているかをチェックし、そうでなければ所望のSDR画像出力を生成する形状が得られるまで関数を再度変更することを仮定することを、技能を有する読者は理解するであろう）。

40

【 0 0 5 2 】

したがって、コンテンツ作成者は多くの異なる再グレーディング曲線を作成したくない（例えば、5000 nit の最高品質のマスターHDR画像を作成した後、2000 nit

50

tに最適に再グレーディングする手法の関数、及び1000nitへの再グレーディングの手法の他の関数の作成を希望せず、その理由は、それらの関数が、非常に類似した輝度再グレーディングの必要がある同一の画像オブジェクトを有する同一のマスターHDR画像に対して動作するため、それらの2つの関数は、通常、比較的類似して見えるためであり、5000から2000へのマッピング曲線は、5000から1000へのマッピングなどよりも「やや弱い」正規化輝度シフトを実行する)。

【0053】

したがって、理論上では、全種類の再グレーディングされた関数及び画像に関して言うことは多くあるが、技術的な実用面の観点から、v_HDRからv_MDRへのマッピングのために間の関数を自動的に計算する自動表示調整アルゴリズムを使用した場合(600nitのPB_CのMDR画像を作成するための第1の例示の表示調整済み関数F_D A 5 0 t 6 __ 1と同様)、すべてでなければ大部分のHDR画像に対して、100nitと、この例では5000nitであるPB_C__マスター__HDRとの間のPB_Dのディスプレイに対して十分に良質な中間ダイナミックレンジ(MDR)画像を得ることが論じられており、これは、グレーダーが、(洞穴は、例えば青色照明パネルを有する理髪店と非常に異なるルママッピング関数形状を必要とするため、当然ながら異なる典型的な画像状況毎に)例えば第1のSDRマッピング関数F_L __ 5 0 t 1 __ 1などの単一のHDRからSDRへのマッピング関数のみを作成すればよいとわかるため、グレーダーの作業量を緩和する。

【0054】

表示調整部401(通常は、ESTI標準で説明されるような技術的数値演算を実行する集積回路、又は同等のシステム)は、その後、上記の入力ルママッピング関数及びPB_D値(この例では600nit)に基づいて導出し、HDRルマを適切な600nitのPB_CのMDRルマにマッピングするための、必要とされる第1の例示の表示調整済み関数F_D A 5 0 t 6 __ 1を算出する(すなわち、アンフォーマット器206によって受信されたようなメタデータにおけるコード化HDR画像とともに伝送された第1のSDRマッピング関数F_L __ 5 0 t 1 __ 1としてコンテンツ作成者によって伝送されたような、現在の画像の特定の輝度再グレーディングの必要性を正確に考慮する)。同様に、他の画像に対して、第2のSDRマッピング関数F_L __ 5 0 t 1 __ 2が、示されるように異なる形状(及び通常は同一のPB_D値)を有する場合、結果として、同一の汎用形状を有するがPB_C__マスター__HDRとPB_C__MDR = PB_D__利用可能ディスプレイとの間の差の結果得られる適切な量において多少「弱い/中間」である、正しく最適化された第2の例示の表示調整済み関数F_D A 5 0 t 6 __ 2(例えば暗い影になった角と、強い照明の下にあるテーブル上の領域など、画像における異なる領域又は物体の特定の再グレーディングの必要性を示す)が得られる。

【0055】

どのようにそのような自動表示調整が、通常、適切に作用するかを図4Bに示す。例えば第1の入力ルマV_n H 1又は第2のV_n H 2などの何らかの入力ルマに対応した、対角線上のいずれかの点に対して、入力関数、この例では第2のSDRマッピング関数F_L __ 5 0 t 1 __ 2に入るまで、例えば対角線に対して直交した尺度方向をたどる。この点は、対応100nit出力ルマへマスターHDR入力ルマを再グレーディングすることが必要な関数に対応するため、この(垂直方向の上方と比べて左に45度傾斜する)尺度では、100nit位置に対応する。この例では5000nitであるPB_C__マスター__HDR位置は、対角(開始)位置に対応する(L_n __ 5 0 0 0からL_n __ 5 0 0 0への再グレーディングが恒等変換に対応するため、技能を有する読者は理解する)。ここで、入力ルママッピング曲線上で100nit位置から始まる大きい刻みが存在して対角線に向かって小さい刻みが存在する、例えば対数尺度などの尺度を間の位置に対して定義すると、この尺度は例えば600nitなどの所望のPB_Cの全位置を特定でき、したがって破線以外で示された、必要とされる第2の例示の表示調整済み関数F_D A 5 0 t 6 __ 2の形状である曲線のすべての点を生成する。その後は、この(「新規」/最適化)曲線形状

10

20

30

40

50

をルマ乗数決定器 3 0 4 に送信すればよく、その後、図 3 に示す色計算エンジンを使用して、入力としてマスター __ H D R 画像ピクセル色から始まる 6 0 0 n i t M D R 画像のための全ピクセルルマを計算できる。

【 0 0 5 6 】

このシステムは非常に適切に動作し、多くの種類の H D R コンテンツに対して何度も満足のいくレベルで実行された。ただし、それに伴う問題は、自動の固定アルゴリズム特性のため、やや静的であることであり、説明のために選択された変形のほかに、例えば、他の尺度、すなわち対角線と入力ルママッピング関数位置との間の距離に沿った、又は対角線に沿って分散された尺度軸の 4 5 度以外の方向の 1 0 0 の P B __ C __ マスター __ H D R 位置の異なる配置を使用する他の変形を使用してもよく、又は表示調整アルゴリズムに対してより高度な変更を有する変形でもよいが、実行中の再構成がやや面倒にみえるために、いずれかのそのような選択されたアルゴリズムが表示調整を実行する受信機器の集積回路に、通常、組み込まれる場合、表示調整済み関数の結果が常にそのまま「固定」される。これは、少なくとも一部の顧客にとって、可能性のある表示ピーク輝度、例えば P B __ D < 3 5 0 n i t の範囲の少なくとも一部において、画像のうちのいくつかが例えば暗すぎる又はコントラストがなさすぎるなどを依然として認識するという不便さにつながる場合がある。グレーダーが変更しなかったルママッピング関数を技術的フレームワーク制約として維持したいことを理解することは重要である。より明るい画像を望んだ場合に、コンテンツ作成者はより急な関数 F L __ 5 0 t 1 __ 1 から開始するべきであると主張する場合があり、例えば、わずかに、又はわずか以上に再度明るすぎる可能性のある明るいディスプレイ（例えば、P B __ C > 2 5 0 0 ）上での表示などのいずれかの他の問題、又は表示領域の上部近くに他の問題が全く存在しないと一時的に仮定する。

【 0 0 5 7 】

しかしながら、コンテンツ作成者は上記の関数が「自分のゴールド」であると主張する場合がある。すべての二次処理が根拠とする全 M D R 画像のセット全体に対する全体的な仕様は、重要過ぎて修正できず、又はとにかく基本的に「正しいだけ」であるとみなされる（すなわち、おそらく、特定の条件における特定のディスプレイが若干暗すぎると認識する場合があるが、それは、特に 1 0 0 n i t 画像の基準表示が誤っていたことを意味するものではなく、それどころか、1 0 0 n i t 画像自体も、すなわちコンテンツを定義する画像として、誤っておらず、コンテンツ作成者がこの画像を最適化した手法も間違っていない）。したがって、実用上では、単純な手法で、受信側で、表示調整を変更することによって M D R 画像生成が調整又は改善可能でありながら、すなわち各連続ビデオ画像のための S E I メタデータで受信された S D R マッピング関数を含む、入って来る画像情報すべてを未修正のままとすることが望ましい。

【発明の概要】

【 0 0 5 8 】

従来技術の表示調整の静的特性を解決し、受信側での何らかのさらなるカスタマイズ性を実現するための実用的な手法は、

備えられた又は接続可能なビデオ復号器（ 2 0 7 ）への接続部（ 5 0 1 ）であって、前記ビデオ復号器が符号化高ダイナミックレンジ画像（ I m __ C O D ）を受信し、前記符号化高ダイナミックレンジ画像は第 1 の最大コード化可能輝度（ P B __ H ）にしたがって符号化され、前記ビデオ復号器が少なくとも 1 つのルママッピング関数（ F __ c t 、 F L __ 5 0 t 1 __ 1 ）を指定するメタデータを受信し、前記少なくとも 1 つのルママッピング関数が前記符号化高ダイナミックレンジ画像において符号化された時の同一のピクセル位置の輝度と比較して、前記符号化高ダイナミックレンジ画像に対応する二次画像の輝度のオフセットを指定し、前記二次画像が、前記第 1 の最大コード化可能輝度（ P B __ H ）よりも小さい又は大きい第 2 の最大コード化可能輝度（ P B __ S ）を有し、復号高ダイナミックレンジ画像（ I m __ R H D R ）と前記ルママッピング関数とを出力する、接続部（ 5 0 0 ）と、

特定のディスプレイが最も明るいピクセル色として表示可能な表示最大輝度（ P B __ D

）の値と、入力ルママッピング関数とを受信する表示調整部（４０１）であって、前記表示調整部が、前記入カルママッピング関数と前記表示最大輝度（ $P D_D$ ）とに基づいて少なくとも１つの表示調整済みルママッピング関数を計算するアルゴリズムを適用し、この少なくとも１つの表示調整済みルママッピング関数が、前記入カルママッピング関数に形状で対応するが、前記表示最大輝度（ $P B_D$ ）の値と、前記第２の最大コード化可能輝度（ $P B_S$ ）と前記第１の最大コード化可能輝度（ $P B_H$ ）との間の差に関連した前記第１の最大コード化可能輝度（ $P B_H$ ）との間の差に応じて、知覚的に均一化された軸において前記入カルママッピング関数のグラフの４５度増加する対角線に近接して存在することを特徴とする、表示調整部（４０１）と、を備える画像ピクセル輝度調整装置であって、

10

前記画像ピクセル輝度調整装置が代替ルママッピング関数（ $A L T_F L_5 0 t 1_1$ ）を決定する代替ルママッピング関数決定部（５０２）を備え、

前記表示調整部（４０１）が、組み合わせルママッピング関数（ $C M B_F L_5 0 t 1_1$ ）を得るように、前記少なくとも１つのルママッピング関数（ $F_c t$ 、 $F L_5 0 t 1_1$ ）と前記代替ルママッピング関数（ $A L T_F L_5 0 t 1_1$ ）とを組み合わせる組み合わせ部（５０３）を備え、前記表示調整部が、入力ルママッピング関数として、前記組み合わせルママッピング関数に対してそのアルゴリズムを適用し、

前記画像ピクセル輝度調整装置が、前記復号高ダイナミックレンジ画像（ $I m_R H D R$ ）のピクセルルマを受信し、それらのピクセルルマに対して、前記調整済み組み合わせルママッピング関数（ $A D J_F_D A 5 0 t 6_1$ ）を適用して出力画像（ $I m_D A$ ）の出力ルマを取得するルママッピング部（５１０）を備え、

20

前記画像ピクセル輝度調整装置が、出力画像又はビデオ伝送ケーブル又は無線チャンネルを備え、前記出力画像又はビデオ伝送ケーブル又は無線チャンネルに対して、ディスプレイが接続可能であり、前記出力画像（ $I m 3 0 0 n i t$ ）を送信する出力信号フォーマッタ（２３０）をさらに備えることを特徴とする、画像ピクセル輝度調整装置（５００）によって実現される。

【００５９】

まず、表示調整部のアルゴリズム及びハードウェアの詳細に関して、技能を有する読者は、 $H D R$ から $P D_D$ へ最適化された中間ダイナミックレンジ表示調整の汎用的な技術的本質を、第１の最大コード化可能輝度（ $P B_H$ ）と第２の最大コード化可能輝度（ $P B_S$ ）との間において、表示調整部（４０１）が最適に調整された画像及びそのピクセル輝度又はルマを計算する必要がある表示最大輝度（ $P B_D$ ）の値がどこに存在するか、したがって、換言すれば、さらに結果的な表示調整済みルママッピング関数が対角線に対してどの程度近接するかに応じて、 $H D R$ から $S D R$ への再グレーディングルママッピング関数に近い、又は遠い関数の決定に基づいて計算できるいくつかの代替手法が存在することを理解する。さらに、（ほぼ）知覚的に均一化されたルマをどの程度正確に定義するかにおけるいくつかの変形が存在し、上記のような関数が特性としてほぼ対数となるが、例に示すように、対数関数のパラメータを変更でき、アルゴリズムは依然として同様に作用し、良好なルックを有する画像を生成する。したがって、技能を有する者は、上記の詳細が、本革新的提案の本質を形成しておらず、依然として同種の同一視することができる装置を実現しつつも変更できることを理解する。さらに、技能を有する者は、その装置がスタンドアロンの、すなわち個別のビデオ復号器（例えば $P Q$ 符号化された R 、 G 、 B 非線形成分値に基づくよく知られる行列を用いて計算される線形 $R G B$ 表現、又は、説明を簡潔にするために、 $Y C b C r$ であることを前提とする全データ、すなわち画像ピクセル色データと、表示調整部の最終ルママッピング計算アルゴリズムによって「使用される少なくとも１つのルママッピング関数を含むメタデータとを取得して、必要に応じて供給するため復号する）に対して動作接続される画像色最適化装置であることが可能であり、又は、その装置がすべて（例えばテレビのディスプレイなどとして具現化される場合のすべて）を備える完全なシステムでもよいことを理解する。二次（グレーディングされた基準）画像は、網羅されるべき所望のダイナミックレンジの他端における画像であり、した

30

40

50

がって、例えば4000nitのPB__CマスターHDR画像の場合、通常、1000nitのPB__C SDR画像となり、その2つのうちのいずれか一方が実際に伝送されるかは関係ない（表示調整済み最終MDR画像も、SDR画像から始めて計算できるが、簡潔にするため、本説明では、最初に作成された画像よりも優れた、やや高いダイナミックレンジへの外挿が存在しない限り、HDR画像、すなわち低ダイナミックレンジ（又は入力及び出力画像の最小黒が同一であると仮定した場合の少なくとも最大輝度）へ計算されると仮定する）。通常、コンテンツ作成者の2つの基準グレーディングのダイナミックレンジ、すなわち、通常はそれらのPB__C値を、少なくとも4の倍数因子だけ異なるようにすることは意味をなすが、そうでなければ、原理的に、様々な画像グレーディング間でわずかな差があっても同一の原理を適用できるが、少なくとも技術的に高品質の表示最適化を実行する意味はあまりない。表示最大輝度は、この場合も技術的実現変形に応じて、様々な手法で表示調整部（401）のために入力される。例えば、様々なディスプレイのうちの1つが接続されたセットトップボックスはポーリングを行う場合があり、その後、そのディスプレイが、色最適化、及び接続されたテレビディスプレイに対しての画像又はビデオ出力を開始する前に、PB__Dの値をSTBに返信する場合がある（又はユーザは、自分がその値だと思ふ値、又は自分のテレビに対して少なくとも良好に作用する値を、STBユーザインターフェースなどを介して入力してもよい）。一方、装置がテレビ自体である場合、その一意のPB__D値（例えば、LCDディスプレイパネルの後ろのバックライトに関係するPB__D値、又はテレビ製造者がOLEDパネルなどを過度に加熱しないように使用することが安全であると考える値）は修正不可能なメモリに、表示調整部（401）内部に既に格納されている場合があり、すなわち、表示調整部401がそれ自体からPB__D値を受信する場合の汎用的な単なる概略的説明と比較される。この場合も、そのような可変態様は、装置が、発明されここで説明されたような種類のものである場合を特定するために実際に重要ではない。

【0060】

代替ルママッピング関数決定部（502）は、優れた代替ルママッピング関数（ALT__FL__50t1__1）を決定するために多数の（単純な）固定戦略を使用してもよい。例えば、本技術の多くの出願人にとって、図7で例示するParaShadowgain（「Para」は暗い端部0, 0及び明るい端部1, 1の両方において線形の傾きを有し、中間部分でそれらの線形部の滑らかな放物線分接続を有する特定のルママッピング曲線の名称である）代替案のような、暗い部分を明るくするほど単純なこと、又は単純なコントラスト修正などを行うのは既に十分であり、現在、PB__Dに応じて、すなわち「コンテンツに」（すなわち、両端のHDR及びSDR基準グレーディングの対と、それらを結合するルママッピング関数とに）それを行う代わりに、PB__D対応ディスプレイの全範囲のうちのどの部分が多少の修正を必要とするかに応じて、制御が実行可能である。後で行うのではなく、固定表示調整の前に調節を行うのは利点があり（例えば、伝送された信号のメタデータにおいてコンテンツ作成者から受信したParaと、受信側、すなわち、例えばテレビ自体によって提案された代替Paraとの両方をさらに表示調整してもよく、表示調整された代替案を使用して表示調整されたParaを修正してもよい）、それを事前に行うことは、標準的な表示調整済み挙動、例えば多くの調整が必要とされ高PB__Dディスプレイに対して「ほぼ完ぺきなHDR」を有する場合に、より近いSDRを変化させる様々なPB__Dの尺度上における対数位置を通過する機能が依然としてあることが理由である。

【0061】

技能を有する読者は、さらに、いくつかの関数が存在し得る場合を理解するのはあまり難しくなく（通常通り、最も詳細でない実施形態に対して設定された動作を実行することに関しては請求項を読むべきであり、すなわち表示調整済みMDR画像とともに供給されることが必要なPB__Dの特定の単独のディスプレイに対して、ルック（すなわち、様々な画像オブジェクトの相対的ルマ位置と全体的な色の印象）においてHDRマスター画像に対応する最高のMDR画像を得るために、色処理部においてロード又は適用される準備

10

20

30

40

50

ができていて、唯一の最終的な最適表示調整済みルママッピング関数を導出するために、単一の元の、コンテンツ作成者が導出したルママッピング関数と、単一の代替のルママッピング関数とを使用して単一の画像が処理される。

【0062】

連続画像が時間的に連続して提示されるための複数の異なるルママッピング関数を作成でき、その後、表示調整部は、コンテンツ作成者によって作成されたため、入力ルママッピング関数のそれぞれに対応するいくつかの連続表示調整済みルママッピング関数を作成する。表示調整部は、例えば、2つの出力ビデオストリームのうちの一方を高品質の1500nitPB_D HDRディスプレイに供給し、それと同時に、他方を、他の家族のメンバーがキッチンで番組を見ている持ち運び式ディスプレイに対して供給するなど、2つの出力ビデオストリームを供給する必要がある場合に、単一の入力ルママッピング関数のためにいくつかの出力表示調整済みルママッピング関数をさらに作成する。

10

【0063】

理解する上で若干複雑なのは（少なくとも特許取得の観点から、本技術提案をそれ自体で理解する必要はないが、完全性のために有効である）、ルママッピング関数が、連続して適用されるように定義された多数の部分ルママッピング関数からなることである。例えば、コンテンツグレーダーは、粗いグレーディングを実行するためにParaを適用して、暗い領域と明るい領域のバランスを大まかにとる。すなわち、あるシーンを、例えば性質上屋外より通常100倍暗く、コンテンツ作成者が実際の状況を自分のマスターHDR画像にどのようにマッピングしたかに応じて、HDR基準グレーディングにおいておそらく10倍暗い屋内など、2つの非常に異なって照らされた領域とマッピングする場合、Paraは明るい部分と相対的に暗い部分を明るくするために使用可能であり、それによって明るい領域のコントラストが何らかの状態で発生し、これは、高ダイナミックレンジ画像の低ダイナミックレンジバージョンを作成するための優良で単純な手法である（さらに、既に非常に良好な大部分のコンテンツに対してもある有効な場合が多い）。ただし、屋外では、ガラスのパネル上に付された（サンドブラストされた）白いテキストとして具現化された商業的看板が存在する場合がある。すべての暗いオブジェクト/ピクセルルマのためのSDR第2基準グレーディングの小輝度範囲において余裕を作るために小さい必要があるParaの上部傾きなど、過度に単純化したアプローチによってコントラストを低減させると、上記のテキストの可読性が下がる場合がある。出願人の原理によれば、コンテンツ作成者/コーダーは、これを、Paraの後で、白いテキスト及びガラスを囲む、又はその背後の、又はそれを反映する白みがかった色のルマ位置のまさに周辺で再度より高いコントラストを実現するカスタマイズ可能曲線(CC)をParaの後に適用することによって解決し、それによってテキストは再度可読性が非常に高くなる（なお、計算精度とコード化ワード長などとの間の差も良好になるが、そのような詳細はここで説明する必要はない）。

20

30

【0064】

新規の本教示に関して、多数のルママッピング曲線の連続が、それ自体で再度ルママッピング曲線であると理解できるが、「完全な」曲線が1つのみ存在するというにしてもよい場合がある（実際、読者が本特許出願の理解のために物事を単純なままにしておきたい場合、グレーダーはCCなしで、Paraのみを使用したと仮定してもよい）。ただし、完全なマッピング関数だけでなく、特定の計算を用いて、部分的なルママッピング曲線自体に対しても表示調整を実行することは可能であり、これに関して興味がある場合、読者はETSI TS 103 433-2 V1.1.1(2018-01)、段落7.3「metadata recomputation」を参照されたい。

40

【0065】

上記詳細をどのように具現化したとしても、本革新的改良は、技術的なフレームワーク制限の理由により、比較的静的に実現されることが好まれるもの（上述の通り）に対して非常に優れた調整機構を有することに関するものである。

【0066】

50

より高度な実施形態では、関数決定部 502 は、入力画像の様々な詳細を分析でき（例えば統合派生物、テクスチャ特性などのようなものの全体的な輝度分散特性、様々な領域へのセグメント化、幾何学的構造及びコントラスト尺度の分析）、そこから代替ルママッピング関数形状として構成する調整を導出できる。

【0067】

組み合わせ部 503 は、技能を有する読者が本明細書の例に基づいて理解できるいくつかの変形において組み合わせをさらに適用できるが、そのような単純な線形重み付け組み合わせは実用においては十分に良好な場合が多く（技術者は少ない送信機と電力を必要とするより単純な変形を好むが、当然ながら代替の実施形態も導出可能である）、より興味深い部分は、この組み合わせがどのように P B __ D の状況に依存するかを制御することである。組み合わせに関して、例えば曲線の一部のみが他の曲線の一部と交換されるなどの場合の最も広い可能性のある概念を意味しないが、ルマの全部又は大部分は、第 1 の曲線で構成されたような出力と、第 2 の曲線又は規定で構成されたような出力との両方に依存する新規の曲線出力を得る。

【0068】

画像ピクセル輝度調整装置（500）が、前記組み合わせ部に、前記組み合わせルママッピング関数が、それぞれ前記代替マッピング関数と形状がより類似していることを決定させ、前記少なくとも 1 つのルママッピング関数が前記表示最大輝度（P B __ D）の値に依存する場合に、優れた利点を得られる。その後、例えば、より小さい P B __ D 値を得るために特定の相対的ルマ再配置を修正する代替の挙動のより多くの混合を制御でき、読者は、どの状況で何が特になされるかという複雑な構成を可能性として使用して、いくつかの手法でそれを実行することが望ましいことを理解できる（例えば、代替ルマ関数は、2 つのルマ再配置態様に対して修正し、第 1 のルマ再配置態様は、例えば、処理対象の全 P B __ D 範囲の特定の部分範囲内においてのみで、P B __ D __ l i m P B __ D 値よりも高くない第 1 の角度になるように制御され、通常は他のルマ部分領域に対応する第 2 の態様は異なる手法で制御され、すなわち異なる P B __ D 依存の組み合わせ挙動などを有するように制御される）。例えば、組み合わせ部が P B __ D 値、その後、さらにそれが適用する何らかの組み合わせマッピング関数挙動決定をチェックでき、P B __ D 値が最大 P B __ D（例えば、入力画像の P B __ H D R）からの特定の割合の逸脱内にあり、その後、おそらく代替の関数の形状にしたがって元の関数を若干乱すが、例えば、第 1 の関数の周辺の特定の帯内にとどまるかをチェックする。P B __ D 1 未満の P B __ D 値に対しては、深刻な逸脱が開始する場合があります、P B __ D 2 未満の値は、代替関数の形状を大部分たどる。そのような P B __ D 依存関数組み合わせ挙動となる他のアルゴリズムも可能である。これによって、低ダイナミックレンジ、実際には表示ピーク輝度のみを有するディスプレイに高ダイナミックレンジ画像を表示するという難しいタスクに対する制御がより可能となる。

【0069】

画像ピクセル輝度調整装置 500 の実用上単純であるが良好に動作する変形は、 $CMB_FL_50t1_1(Vn) = (1 - A) * FL_50t1_1(Vn) + A * ALT_FL_50t1_1(Vn)$ として定義されるルマ値毎の線形重み付けによって前記組み合わせ部によって決定される組み合わせルママッピング関数を有し、V n が前記輝度に対して対数関数を適用することによって適用されることが可能なピクセル輝度の知覚的に均一化されたルマ表現であり、A がゼロと 1 との間の重み値であり、ゼロに等しい A を低表示最大輝度（P L O W）よりも下に設定し、1 に等しい A を高表示最大輝度（P H I G）よりも上に設定し、所定の重み付けプロファイル形状にしたがって前記表示ピーク輝度が前記低表示最大輝度（P L O W）と前記高表示最大輝度（P H I G）との間にある場合にゼロと 1 との間の値に等しい A を設定する関数を適用することによって前記表示最大輝度（P B __ D）の値に基づいて導出される。P L O W 及び P H I G の値は、その後、全画像の平均に対して汎用的に、又は特定の種類の画像（例えば、暗い小オブジェクトを有する大部分が明るいなど、すなわち少数の暗ピクセルルマと大部分が暗い画像など、ルマヒストグラムの詳細に基づいて分類される）に対してのいずれかで、何が良好な結果を与え

10

20

30

40

50

るかに応じたインテリジェントな手法で固定又は最適化されることが可能である。

【 0 0 7 0 】

読者は、代替のルママッピング関数及び重み定義として必要な調節の他の構成が構成可能であることを理解する。

【 0 0 7 1 】

そのような場合、関数決定部 5 0 2 (組み合わせ部が実行することと関連して) は、代替の関数が適切な H D R から M D R への再グレーディングを実行するために必要な形状を大部分有することに全体的に考慮する。多くの場合、本方法は、いずれにしても何らかの微調整を行うために適用される。(ほぼ) H D R の M D R 画像に関して、表示調整自体の作用は、それぞれの最終的な関数を使用される代替案に関係なく、さらにその尺度の対数特性に起因して、(対角線近くの) 正しい挙動を保証する。

10

【 0 0 7 2 】

前記画像ピクセル輝度調整装置の実用的な単純実施形態は、所定の重み付け関数形状として、前記知覚的に均一化されたルマ表現で計測された入力軸上に定義された場合にゼロと 1 との間の線形に増加する形状を使用してもよい。この場合も、いくつかの(大部分が同様に作用する) 知覚的ルマ表現のうちの 1 つを固定してもよく、前記装置は、同様の手法で機能し、選択は、本特許出願では重要でない変数に依存する(したがって、限定することを意図せずに、読者は、知覚的に均一化されたルマとしての輝度の表現は、例示の式 1 によって計算可能であるということを前提としてもよい)。

【 0 0 7 3 】

20

前記少なくとも 1 つのルママッピング関数 (F_{ct} 、 FL_{50t1-1}) が、総入力ルマ範囲の最暗部分範囲のための第 1 の線形セグメントで、線形態様が前記知覚的に均一化されたルマ表現で満たされる第 1 の線形セグメントと、前記総入力ルマ範囲の最明部分範囲のための第 2 の線形セグメントと、前記第 1 の線形セグメント及び前記第 2 の線形セグメントと両端で接続する、前記最暗部分範囲と前記最明部分範囲との間の中間部分範囲のための非線形非減少セグメントとからなるルママッピング関数を用いて少なくとも部分的に定義され、前記代替ルママッピング関数 ($ALT_{FL_{50t1-1}}$) が、前記少なくとも 1 つのルママッピング関数の最暗部分範囲の前記第 1 の線形セグメントの傾きとは異なる傾きを有する前記最暗部分範囲の少なくとも第 1 の代替線形セグメントを含む、請求項 1 から 4 のいずれか一項に記載の画像ピクセル輝度調整装置 (5 0 0) である特定の実施形態は、多くの顧客及び / 又は市場の状況に対する十分な表示調整品質の調節を既に実現する。したがって、すなわち表示調整された $Para$ が異なる粗いバランスング、すなわち部分範囲の相対的な再配置を行うという事実によって、元々特定された部分範囲と比較して新規のルマ部分範囲にシフトされた、同一のオブジェクトのルマを詳細にグレーディングすることを考慮する詳細グレーディング C C 第 2 部分ルママッピング曲線を有する場合、粗い $Para$ を修正するのみである。

30

【 0 0 7 4 】

最も暗い (及び最も明るい) 線形セグメントの端部のルマは、元の作成者の $Para$ 及び代替の $Para$ と同一でもよく、又は異なってもよい。

【 0 0 7 5 】

40

なお、(対応 S D R 画像として伝送された場合でも) マスター H D R 画像の PB_H の第 1 の最大輝度は、通常、さらに伝送され、S D R 最大輝度は、上述したように事前に固定されてもよく、通常 1 0 0 n i t に等しいが、変更及び伝送されてもよく、本実施形態は同様に作用することに留意されたい。

【 0 0 7 6 】

様々な技術的实现は、

符号化高ダイナミックレンジ画像 (Im_{COD}) を受信し、前記符号化高ダイナミックレンジ画像は第 1 の最大コード化可能輝度 (PB_H) にしたがって符号化され、少なくとも 1 つのルママッピング関数 (F_{ct} 、 FL_{50t1-1}) を指定するメタデータを受信するステップであって、前記少なくとも 1 つのルママッピング関数が前記符号化

50

高ダイナミックレンジ画像において符号化された時の同一のピクセル位置の輝度と比較して、前記符号化高ダイナミックレンジ画像に対応する二次画像の輝度のオフセットを指定し、前記二次画像が、前記コード化可能輝度（ PB_H ）よりも少なくとも4倍小さい又は大きいことが好ましい第2の最大コード化可能輝度（ PB_S ）を有する、ステップと、
前記符号化高ダイナミックレンジ画像（ Im_COD ）を復号高ダイナミックレンジ画像（ Im_RHDR ）に復号するステップと、

表示調整ステップにおいて、特定のディスプレイが最も明るいピクセル色として表示可能な表示最大輝度（ PB_D ）の値と、前記ルママッピング関数とを受信するステップであり、前記表示調整ステップが、前記ルママッピング関数と前記表示最大輝度（ PB_D ）とに基づいて少なくとも1つの表示調整済みルママッピング関数を計算するアルゴリズムを適用し、この少なくとも1つの表示調整済みルママッピング関数が、前記入カルママッピング関数に形状で対応するが、前記表示最大輝度（ PB_D ）の値と、知覚的に均一化された軸において前記入カルママッピング関数のグラフの45度増加する対角線に近接して存在し、前記対角線への前記近接度が、前記表示最大輝度（ PB_D ）と、前記第2の最大コード化可能輝度（ PB_S ）と前記第1の最大コード化可能輝度（ PB_H ）との間の差に関連した前記第1の最大コード化可能輝度（ PB_H ）との間の差に応じる、ステップとを含む、ピクセル輝度調整の方法であって、

前記ピクセル輝度調整の方法が、代替ルママッピング関数（ $ALT_FL_50t1_1$ ）を決定するステップを含み、

前記表示調整ステップが、組み合わせルママッピング関数（ $CMB_FL_50t1_1$ ）を得るように、前記少なくとも1つのルママッピング関数（ F_ct 、 FL_50t1_1 ）と前記代替ルママッピング関数（ $ALT_FL_50t1_1$ ）とを組み合わせることを含み、前記表示調整ステップが、入カルママッピング関数として、前記組み合わせルママッピング関数に対してそのアルゴリズムを適用して、調整済み組み合わせルママッピング関数（ $ADJ_F_DA50t6_1$ ）を生成し、

前記復号高ダイナミックレンジ画像（ Im_RHDR ）のピクセルルマを受信し、それらのピクセルルマに対して、前記調整済み組み合わせルママッピング関数（ $ADJ_F_DA50t6_1$ ）を適用して出力画像（ Im_DA ）の出力ルマを取得するステップと、

ディスプレイが接続可能な画像又はビデオ伝送ケーブル又は無線チャンネル上で前記調整済み組み合わせルママッピング関数を、前記復号高ダイナミックレンジ画像（ Im_RHDR ）の前記ピクセルルマに適用した結果得られた出力画像（ $Im3000nit$ ）を出力するステップとを含むことを特徴とする、ピクセル輝度調整の方法としても具現化されてもよい。

【0077】

汎用型の画像ピクセル輝度調整方法において、さらに、前記組み合わせルママッピング関数が、それぞれ前記代替マッピング関数と形状がより類似しているように決定され、前記少なくとも1つのルママッピング関数は前記表示最大輝度（ PB_D ）の値に依存する。

【0078】

上述したような画像ピクセル輝度調整方法において、前記組み合わせルママッピング関数が、 $CMB_FL_50t1_1(Vn) = (1 - A) * FL_50t1_1(Vn) + A * ALT_FL_50t1_1(Vn)$ として定義されるルマ値毎の線形重み付けによって決定され、 Vn が、前記輝度に対して対数関数を適用することによって適用されることが可能なピクセル輝度の知覚的に均一化されたルマ表現であり、 A が、ゼロと1との間の重み値であり、ゼロに等しい A を低表示最大輝度（ LOW ）よりも下に設定し、1に等しい A を高表示最大輝度（ $HIGH$ ）よりも上に設定し、所定の重み付け関数形状にしたがって前記表示ピーク輝度が前記低表示最大輝度（ LOW ）と前記高表示最大輝度（ $HIGH$ ）との間にある場合にゼロと1との間の値に等しい A を設定する関数を適用することによって前記表示最大輝度（ PB_D ）の前記値に基づいて導出される。

【0079】

画像ピクセル輝度調整方法において、前記所定の重み付け関数形状は、前記知覚的に均

一化されたルマ表現で計測された入力軸上に定義された場合にゼロと１との間の線形に増加する形状である。

【００８０】

画像ピクセル輝度調整方法において、前記少なくとも１つのルママッピング関数（ F_{ct} 、 F_{L50t11} ）が、総入力ルマ範囲の最暗部分範囲のための第１の線形セグメントで、線形態様が前記知覚的に均一化されたルマ表現で満たされる第１の線形セグメントと、前記総入力ルマ範囲の最明部分範囲のための第２の線形セグメントと、前記第１の線形セグメント及び前記第２の線形セグメントの内側の端部と両端で接続する、前記最暗部分範囲と前記最明部分範囲との間の中間部分範囲のための非線形非減少セグメントとからなるルママッピング関数を用いて少なくとも部分的に定義され、前記代替ルママッピング関数（ $ALT_{FL50t11}$ ）が、前記少なくとも１つのルママッピング関数の最暗部分範囲の前記第１の線形セグメントの傾きとは異なる傾きを有する前記最暗部分範囲の少なくとも第１の代替線形セグメントを含む。

10

【００８１】

最大コード化可能輝度は、最大コード化可能ピクセル色、すなわち最も高いルマ符号（例えば１０ビットで１０２３）、すなわちいずれかのディスプレイ上で理想的に表示された場合に最も白い白の実際の輝度に対応する物理的輝度を意味し、画像と関連付けられた対応仮想ディスプレイ上に表示されてもよい。すなわち、その仮想ディスプレイは、画像の最も明るいコード化可能輝度が例えば１２００nitであることを示し、理想的には、１２００nit最大表示可能な白以上の実際の受信側（例えば消費者）ディスプレイを有する場合、そのようなディスプレイは、１２００nitの表示輝度を有して最も高いルマ符号無色ピクセルをレンダリングする必要がある。したがって、ともに伝送された関数は、例えば、より明るい色よりもより暗い色に対してより大きい部分範囲を使用するなどして最も高い画像ルマを最も高い可能性のある表示可能輝度以下にマッピングすることによって、そのような画像輝度（典型的には、実際はルマ）が、例えば６００nitディスプレイなど、より小さい最大輝度特性を有するディスプレイ上にどのように表示される必要があるかを示す、コンテンツ作成者最適化関数形状を有することができる。画像作成者は、９００nitのPBCの非発光型画像オブジェクトピクセル輝度と比べて照明を大幅に明るくできる、例えば４０００nitのPBCなどの最大コード化可能輝度PBCに応じて異なるように、様々な画像オブジェクトの相対的な輝度位置を構成できることを理解されたい。さらに、これは、１．０輝度（又はルマ、様々なルマ符号に対応する輝度を定義するEOTFによる）に正規化された軸上で、様々なPBC画像コード化のために、例えば屋内の椅子オブジェクトピクセル輝度と比較して、新規の相対的位置にオフセットされた、例えば照明などの１つのオブジェクトのピクセル輝度としてみることができる。

20

30

【００８２】

本発明による方法及び装置の上記及び他の態様は、以下に記載の実施及び実施形態から明らかであり、それらを参照して、さらに添付図面を参照して説明され、添付図面はより一般的な概念を例示する非限定的な特定の図の役割を果たすに過ぎず、添付図面において、ダッシュ記号は構成要素が任意であることを示すために使用され、ダッシュ記号が付されていない構成要素は必ずしも不可欠でない。ダッシュ記号は、不可欠であると説明されているが物体の内部に隠れている要素を示すために、又は例えば物体／領域の選択など無形の物（及びそれらがディスプレイ上にどのように表示されるか）のためにさらに使用されることが可能である。

40

【００８３】

以下に図面を説明する。

【図面の簡単な説明】

【００８４】

【図１】高ダイナミックレンジ画像を、対応する、最適に色グレーディングされて同様のルックを有する（必要に応じて類似しており、第１輝度ダイナミックレンジDR₁と第

50

2の輝度ダイナミックレンジDR__2とにおいて差がある場合に実現可能である)低ダイナミックレンジ画像、例えば、可逆性の場合に(例えば、受信されたSDR画像ルマに対して、HDRルマからSDRルマを作成したルママッピング関数の逆数を適用することによって、受信者によってHDR画像に再構成される必要が依然としてあるHDR画像のSDR変形を伝送するSL-HDR1コーディングの場合に)HDRシーンを、実際に符号化した、受信したままのSDR画像をそのシーンの再構成HDR画像へのマッピングにさらに対応する、100nitのピーク輝度の標準ダイナミックレンジ画像に最適にマッピングする際に発生する多数の典型的な輝度変換を概略的に示す図である。

【図2】本出願人が最近開発し、受信したSDR画像を、画像作成側で作成された元のマスターHDR画像の忠実な再構成であるHDR画像に変換するために復号器によって使用される、(典型的に、知覚的に均一化されたルマ領域においてルママッピング関数として技術的に具現化された)ピクセル色のための少なくとも適切に決定された輝度変換を含むSDR画像及びメタデータ符号化色変換関数として、HDR画像を実際に伝達できる、高ダイナミックレンジ画像、すなわち典型的に少なくとも600nit(すなわちSDR画像のPB__Cの少なくとも6倍)又はそれ以上(典型的に1000nit以上、例えば、2000nitの最大で発生/コーディング可能なピクセル輝度PB__C又は10,000nitのPB__C)の輝度を有することが可能な画像を符号化する技術の衛星図の例を概略的に示す図である。

10

【図3】様々なバージョンにおいて本出願人のHDRビデオコーディング/デコーディング手法から本出願人が標準化した(本願の便利な改良の適用性に関して非限定的な)特に便利なダイナミックレンジ変更色処理コアを示す図であり、この計算回路は、HDR画像復号だけでなく、例えば、入力として、コンテンツ作成者のマスターHDR画像の受信バージョン又は復号バージョンをYCbCr符号化ピクセル色とともに使用することによって、特定の閲覧者の構内に偶然存在する最大表示可能輝度PB__Cの特定のディスプレイのための最適中間ダイナミックレンジ画像を取得する表示調整のために良好に使用されることも可能である。

20

【図4】いずれかの可能性のある入力ルママッピング関数形状(その2つの例FL__50t__1及びFL__50t__2を示す)に基づいて単純で固定の自動処理になるように典型的に選択された表示調整処理の基本的技術態様を概略的に説明する図であり、ルママッピング関数は、どのようにHDRシーン(典型的に、特定の最大コード化可能輝度PB__C=例えば5000nitであるマスターHDR画像と、他方の100nitのPB__CのSDR画像)の第1の代表的なグレーディングから第2の代表的なグレーディングへ、1.0に正規化されたルマを再グレーディングする必要があるかを符号化し、出力として、HDR画像ピクセルルマからのMDR画像を決定するために使用される、対応する(関数形状の本質的な要素は保持)最終的な表示調整済みルママッピングを導出し、上記MDR画像は最適に $100 \leq PB_D \leq PB_C$ を有するMDRディスプレイを駆動するための正しい相対的ルマを有し、それによってディスプレイ機能における違いがそれを許容する限り、MDR画像は、 $PB_D_HDR_基準 = PB_C$ を有する高品質HDR基準ディスプレイ上で見たときにHDR画像と非常に類似して見える。

30

【図5】本発明者の洞察にしたがって、上記のような表示調整処理又は表示調整部が、元のコンテンツ作成者のルママッピング関数だけでなく、適切に形成された代替ルママッピング関数(ALT__FL__50t1、画像再グレーディングが必要な状況毎)を表示調整処理又は表示調整部に供給することによって、調整可能となるように、どのようにさらに改善され、それによって表示調整部は、様々な可能性のある実際のPB__D値に対する、あまり静的でない再グレーディング挙動を実現できるか、さらに、どのように、例えば特定の画像が、例えば $PB_D < 550\text{ nit}$ を有するいくつかのディスプレイ上で依然として若干暗すぎて見えると同時に、例えば $PB_D > 1500\text{ nit}$ を有する他のディスプレイ上で依然として若干明るすぎて見えるかを示す図である。

40

【図6】受信側で発生可能な様々なPB__D値に対してどのようにシステムが動作すべきか、すなわち、単一の組み合わせ関数となるように、その組み合わせ関数に対して固定さ

50

れた表示調整アルゴリズム（偶然存在し、したがって例えばテレビセットなどで固定されたいずれかの変形）を適用する前に、どのように元のルママッピング関数と代替ルママッピング関数とが組み合わされてもよいかを指定する適切及び容易な手法を示す図である。

【図7】 k が、例えば1、2、3、4、 $Shadowgain_content_creator$ が、現在のマスターHDR画像のSDRグレーディングを作成するために最適として選択されて、伝送された画像又はビデオと関連付けられたメタデータとして受信者において伝送された $Para$ の $Shadowgain$ 、 $Shadowgain_ALT$ は、例えば、現在色変更された画像のいくつかの計測されたルマ特性に基づいて、調節のために受信者によって提案された値である場合に、例えば $Shadowgain_ALT = (1.k) * Shadowgain_content_creator$ などの $Para$ と呼ばれる、特化してパラメータ化された再グレーディング曲線のための異なる傾き（ $Shadowgain$ と呼ばれる）を（少なくとも）有する曲線を、代替ルマ曲線として、提案する単純な例（ただし、静的な表示調整の発生が予測される、又は可能性がある非完璧な挙動の重要な大部分を既に解決している）に焦点を当てることによって、一般的な表示調整調節アプローチをさらに説明する図である。

10

【図8】 n_{it} 単位におけるいくつかの数値を有する、図6の線形PB_Dベースの重みA決定関数のいくつかの例を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0085】

図5は、本特許出願の画像ピクセル輝度調整装置500の改良された表示調整部を構成する集積回路又は同様のユニットを一般的に示す図である。

20

【0086】

既に上述したように、新規の画像ピクセル輝度調整装置500は、代替のルママッピング関数決定部502を備える。これが存在する装置に応じて（例えば、特定のテレビ用に画像を準備するセットトップボックス又はテレビ自体などに応じて）、このルママッピング関数決定部は、様々な手法で、例えば画像のコンテンツ又はコンテンツ作成者のSEI伝送ルマ調整関数のいずれかに依存しない、又はほとんど依存しない関数からの範囲の代替のルマグレーディング関数形状 $ALT_FL_50t1_1$ を構成でき、又はこの関数は、SEI伝送ルマ調整関数の形状に大部分が従うことができ、例えば、 v_input 、 v_output グラフにおいてわずかに高い、又は v_input の小さい部分範囲において何らかの形状の乱れを有するなど、1つの態様のみが（わずかに）変更されることが可能である。

30

【0087】

これは、技術提供者又は装置製造業者によって設計された固定量だけであることが可能であり、又は例えば画像毎など、実行中に決定される可能性がある可変量だけであることが可能である。

【0088】

代替のルママッピング関数（ $ALT_FL_50t1_1$ ）と、再グレーディングの必要性を示す関数としてコンテンツ作成者によって判断され、受信されたままの元のルママッピング関数（ FL_50t1_1 ）（通常、ビデオ復号器207によって抽出され、この場合のビデオ復号器は装置500に含まれ、又は動作中に装置500に少なくとも接続されることによって、関数が入力501を介して受信可能である）とは、いずれかの手法で組み合わせられ（組み合わせ部503において）、組み合わせグレーディング関数 $CM_B_FL_50t1_1$ を生成し、組み合わせグレーディング関数 $CM_B_FL_50t1_1$ は、表示調整の必要性に応じて、すなわち、通常、接続されたディスプレイのPB_Dの特定の値に応じて両方の関数の一部を実施する。なお、入力501は、復号された画像 Im_HDR のための入力の2倍でもよく、又は備えられた復号器又は接続可能な復号器からのその画像のための個別の入力でもよいことに留意されたい。

40

【0089】

説明上の例において、元の関数は、やや粗い形状（例えば、純粋な $Para$ など）であ

50

り、（低 P B __ C の M D R 画像又は、より正確には、S D R グレーディングのために）最も暗いルマの相対的輝度増加をほぼ実現することがわかる。上記代替関数は、例えば、最も暗い、すなわち最も低い P B __ D のディスプレイ上で良好な再グレーディングを容易に実現しない重要なオブジェクトが存在するため、知覚的に均一な入力部分範囲 M R において何らかのコントラスト強度を実現する。したがって、標準的な表示調整アルゴリズムが静的で知られた元画像のものであるため、上記挙動は、表示調整された組み合わせルママッピング関数（A D J __ F __ D A 5 0 t 6 __ 1）を通して漏れ、したがって必要に応じた調節につながることをわかる。

【 0 0 9 0 】

最後に、調整された組み合わせルママッピング関数 A D J __ F __ D A 5 0 t 6 __ 1 は、ルママッピング部 5 1 0 によって（入力として）使用され、ルママッピング部 5 1 0 は、この仕様を使用して、再構成 / 復号された H D R 画像 I m __ R H D R のルマを、表示調整済み画像 I m __ D A の最適に対応する、表示調整された出力ルマにマッピングし、マッピング結果が、特定の画像又はビデオ処理装置又はシステムの特定の技術実現に応じて、いずれかの画像又はビデオ出力に送信されることができる。

【 0 0 9 1 】

図 6 は、ルマ毎の 2 つのルマ関数に重み付けを行う有益な手法を一般的に示す図である。例えば、P B __ D 1 と等しい特定の P B __ D 値に対して、調節のための結果的な重み付け因子 A は、 $A = 0.6$ である。

【 0 0 9 2 】

入力画像において発生可能な、1.0 に正規化された知覚的に均一な全ルマ（V n）に対して、したがって組み合わせ関数は、以下のようにして計算できる。

$$C M B __ F L __ 5 0 t 1 __ 1 (V n ; P B __ D 1) = 0.6 * F L __ 5 0 t 1 __ 1 (V n) + 0.4 * A L T __ F L __ 5 0 t 1 __ 1 (V n)$$

【 0 0 9 3 】

この組み合わせ関数は、その後、明らかに異なるが、元のコンテンツ作成者のルママッピング関数であるかのように（すなわち、標準的な表示調整を実行しているかのように）表示調整の標準的なアルゴリズムに入力されることができる。

【 0 0 9 4 】

最後に、この関数は、例えば図 3 で説明したようなものなど、色処理コアにおいて適用可能であり、それによって M D R 画像の出力ルマが、H D R 画像（又は同等の S D R 画像から開始する計算を具現化し、その後異なる形状を有する組み合わせルママッピング関数で具現化されるもの）の入力ルマに基づいて得られる。

【 0 0 9 5 】

図 8 は、いくつかの輝度数値が重なったいくつかの実行例を示す図である。通常、P B __ D 値が判断されるため、尺度は、例えば映画などのコンテンツの P B __ C 値、この例では 4 0 0 0 n i t で終端する。あるコンテンツは重要度が低いために表示 P B __ D を有する大きいサブセット上で適切にグレーディングし、他のコンテンツは後で何らかの問題を示し始めるなどのため、重み因子決定曲線が、例えば、どの種類の画像コンテンツが処理されているかに応じて変化する（例えば、第 1 の重み決定曲線 W P 1 及び第 2 の重み決定曲線 W P 2）ことをさらに示す。知覚的に均一なルマ表現の対数定義を用いて例を説明したが、調節の定義、特に、重み決定関数の仕様は、他の非線形表現でも作用可能である。

【 0 0 9 6 】

横軸は、最大である P B __ H によって（すなわち、例えば式 1 又は同様の知覚的均一化式を用いて）定義された対数系における P B __ D（すなわち P B __ D / P B __ H）の相対値としても説明される。

【 0 0 9 7 】

関数形状又は関数の形状という場合、式 $y_out = a * x^2 + b * x + c$ の値 a、b 及び c などの形状制御パラメータによって制御される様々な入力点に対する出力点の軌跡、すなわち例えば放物線状の凸形状を意味する。

【 0 0 9 8 】

図 7 は、代替の P a r a ベースの調節を使用することによって、どのように受信者の表示調整挙動の輝度挙動に適切及び単純に影響するかを示す図である。

【 0 0 9 9 】

メタデータとして受信されたコンテンツ作成者の元の P a r a は、ルマ L s d で終端する暗セグメント S D を有し、明るい線形セグメント S B は L s b が始端となり、中間（放物線状の）セグメント S M は、中間範囲ルマのグレーディングを制御する。

【 0 1 0 0 】

その代替の暗セグメント S D A（又は、より一般的には、1．倍、又は、さらに 2．倍など）のために、作成者の P a r a の傾き S L（S h a d o w g a i n として知られる）よりも例えば 1．3 倍だけ急な傾き S L を有する代替のグレーディング P a r a は、代替ルママッピング関数決定部 5 0 2 によって生成される。この関数の残りは、純粋な P a r a（例えば、何らかのカスタマイズされた C C 曲線形状の前の P a r a）とは異なっているが、代替ルママッピング関数決定部 5 0 2 は、例えば、S B 領域の傾きに大部分が対応するものなど、例えば代替の最も明るいセグメント S B A のハイライトゲインを決定することができながら、セグメント S M A の代替の中間領域再グレーディング挙動の決定と連動して、最も暗い出力ルマのための余地を残す。例えばハイライトゲインなどの他の P a r a 関数形状制御パラメータは、代替のルママッピング P a r a 及び元のルママッピング P a r a 又は異なるルママッピング P a r a などに対して等しくてもよい。

【 0 1 0 1 】

本明細書で開示されたアルゴリズムの構成要素は、ハードウェア（例えば、特定用途向け I C の一部）又は専用のデジタル信号プロセッサ又は汎用プロセッサなどで動作するソフトウェアとして実行上（全体的又は部分的に）実現されてもよい。

【 0 1 0 2 】

本説明により、技能を有する者は、どの構成要素が任意の改良であり、他の構成要素と組み合わせられて実現可能であるか、さらに方法の（任意の）ステップが装置のそれぞれ的手段にどのように対応するか、又はそれぞれ的手段が方法の（任意の）ステップにどのように対応するかが理解可能なはずである。本出願における「装置」という用語は、最も広義で使用され、すなわち一群の手段は特定の目的の実現を可能とし、したがって、例えば I C（の小回路部分）、専用機器（ディスプレイを有する機器など）、又はネットワーク接続されたシステムの一部などであることが可能である。「構成」も最も広義で使用されることが意図されるため、特に単一の装置、装置の一部、協働している装置（の一部）の集合体などを備えてもよい。

【 0 1 0 3 】

コンピュータプログラム製品の意味は、コマンドをプロセッサに入力し、本発明の特徴的な機能のいずれかを実行するための一連のロードステップ（中間言語及び最終的なプロセッサ言語への変換などの中間変換ステップを含んでもよい）後に、汎用又は専用プロセッサを使用可能とするコマンドのコレクションのいずれかの物理的実現を包含することを理解されたい。特に、コンピュータプログラム製品は、ディスク又はテープなどのキャリア上のデータ、メモリに存在するデータ、有線又は無線のネットワーク接続を介して移動するデータ、又は紙上のプログラムコードとして実現されてもよい。プログラムコードの他に、プログラムのために必要な特徴データがコンピュータプログラム製品としてさらに具現化されてもよい。

【 0 1 0 4 】

本方法の動作のために必要なステップの一部は、データ入力及び出力ステップなど、コンピュータプログラム製品に記述される代わりに、プロセッサの機能に既に存在している場合がある。

【 0 1 0 5 】

なお、上述した実施形態は、限定することなく、本発明を説明することに留意されたい。技能を有する者が請求項の他の領域に対する、提示した例の対応付けを容易に実現可能

10

20

30

40

50

である場合、簡潔性のため、全選択肢を詳細に述べていない。請求項において組み合わせられるような本発明の要素の組み合わせの他に、要素の他の組み合わせが可能である。要素のいずれかの組み合わせは、単一の専用要素において実現可能である。

【 0 1 0 6 】

請求項における括弧内の参照符号は、その請求項を限定することを意図しない。「備える」という用語は、請求項に列挙されていない要素又は態様の存在を排除するものではない。要素の単数形は、複数のそのような要素の存在を排除するものではない。

10

20

30

40

50

【図面】

【図 1】

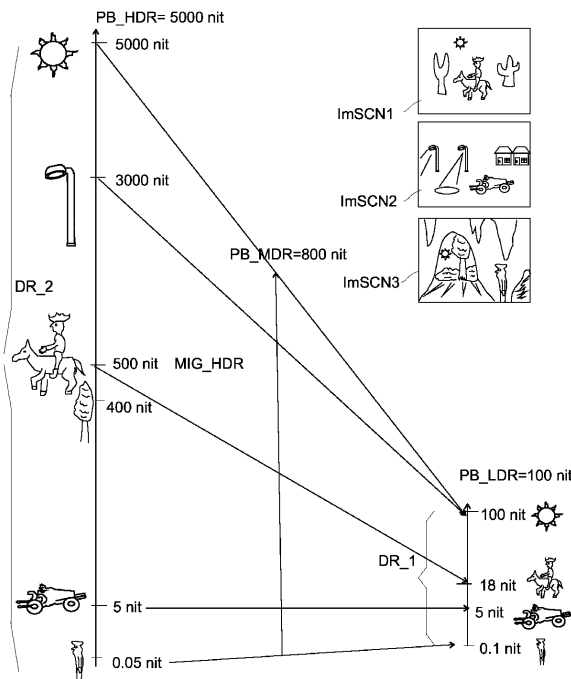


Fig. 1

【図 2】

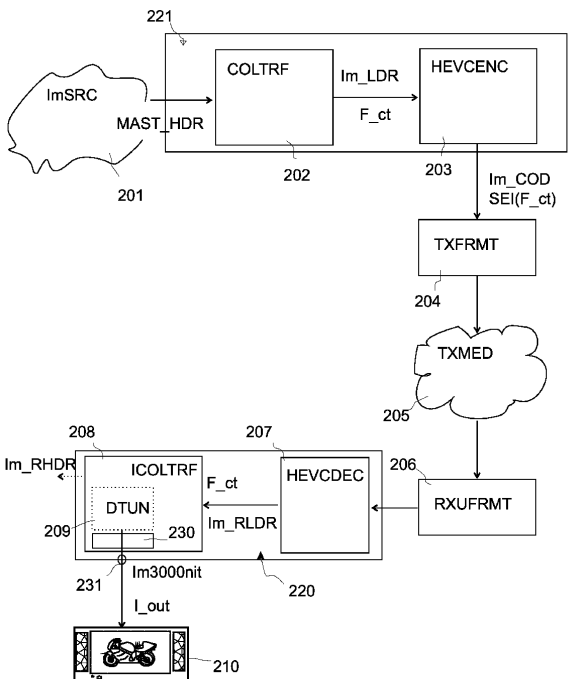


Fig. 2

【図 3】

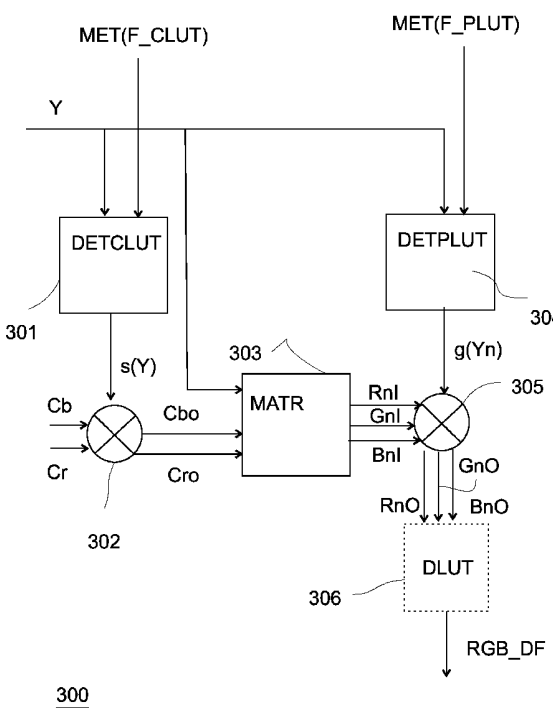
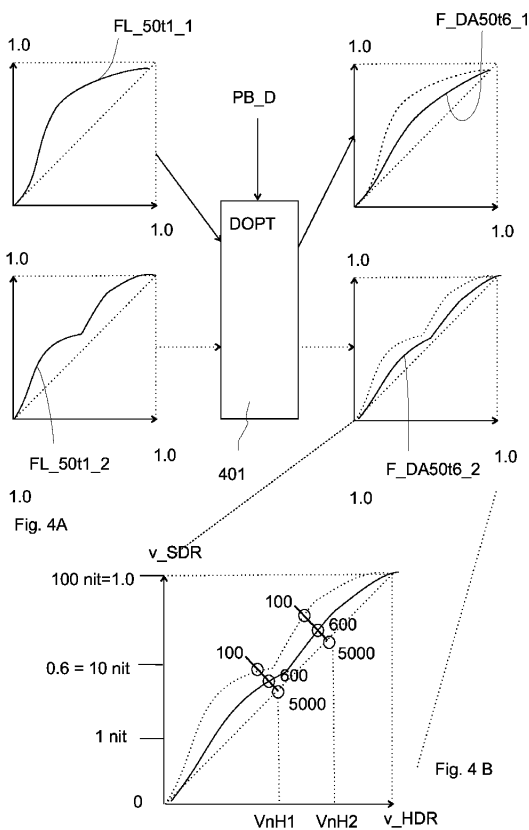


Fig. 3

【図 4 A - 4 B】



10

20

30

40

50

【 図 5 】

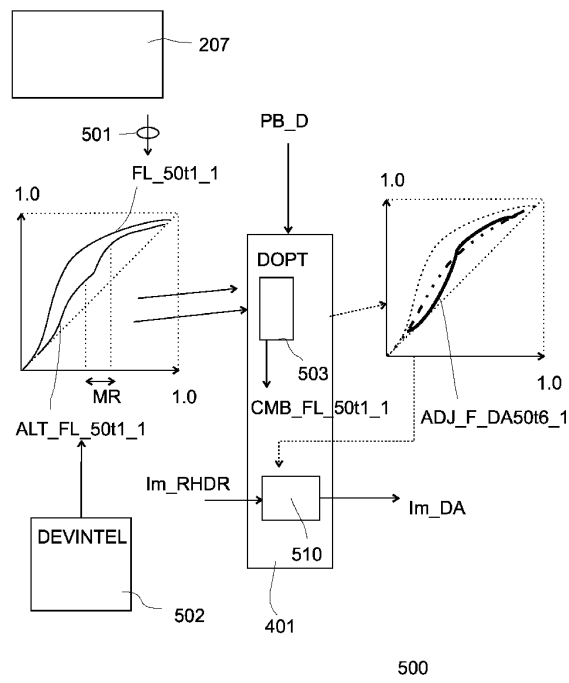


Fig. 5

【 図 6 】

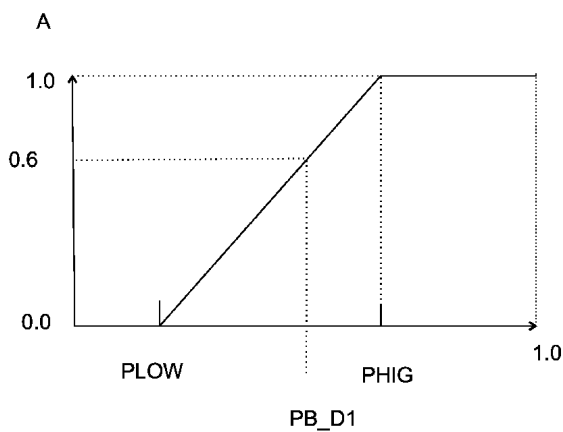


Fig. 6

【 図 7 】

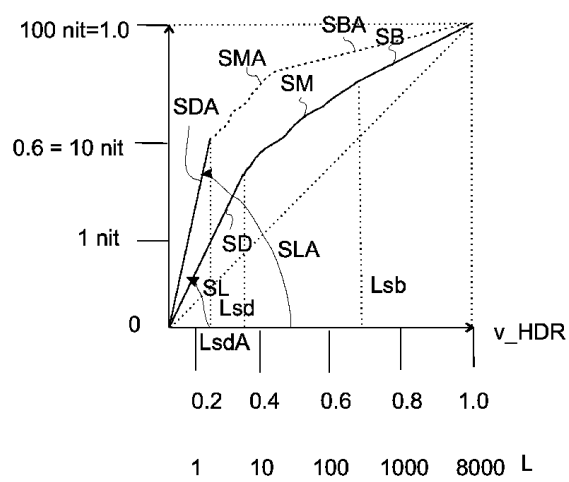


Fig. 7

【 図 8 】

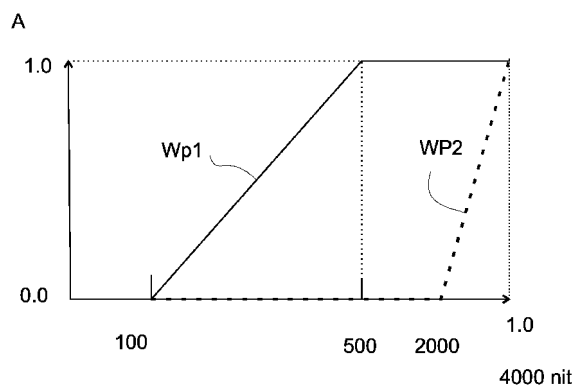


Fig. 8

フロントページの続き

(51)国際特許分類	G 0 9 G	5/37 (2006.01)	F I		
			G 0 9 G	5/00	5 2 0 V
			G 0 9 G	5/37	1 0 0
			G 0 9 G	5/00	5 2 0 A

審査官 櫃本 研太郎

(56)参考文献	特表 2 0 1 9 - 5 0 2 2 2 1 (J P , A)
	国際公開第 2 0 1 7 / 1 0 8 9 0 6 (W O , A 1)
	特表 2 0 1 9 - 5 0 4 5 4 8 (J P , A)
	米国特許出願公開第 2 0 1 8 / 0 2 7 6 8 0 1 (U S , A 1)
	特開 2 0 1 6 - 2 1 3 8 0 9 (J P , A)
(58)調査した分野	米国特許出願公開第 2 0 1 8 / 0 0 4 8 8 4 5 (U S , A 1)

(Int.Cl., D B 名)	
H 0 4 N	5 / 2 0
H 0 4 N	1 9 / 7 0
H 0 4 N	1 9 / 8 5
H 0 4 N	5 / 6 6
G 0 9 G	5 / 0 0
G 0 9 G	5 / 3 6