

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

**特許第6868372号
(P6868372)**

(45) 発行日 令和3年5月12日(2021.5.12)

(24) 登録日 令和3年4月14日(2021.4.14)

(51) Int.CI.

HO4N 19/85 (2014.01)

F 1

HO4N 19/85

請求項の数 12 外国語出願 (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2016-221241 (P2016-221241)
 (22) 出願日 平成28年11月14日 (2016.11.14)
 (65) 公開番号 特開2017-92964 (P2017-92964A)
 (43) 公開日 平成29年5月25日 (2017.5.25)
 審査請求日 令和1年10月16日 (2019.10.16)
 (31) 優先権主張番号 15306816.8
 (32) 優先日 平成27年11月16日 (2015.11.16)
 (33) 優先権主張国・地域又は機関
　　欧州特許庁 (EP)
 (31) 優先権主張番号 16305102.2
 (32) 優先日 平成28年2月1日 (2016.2.1)
 (33) 優先権主張国・地域又は機関
　　欧州特許庁 (EP)

(73) 特許権者 518338149
 インターデジタル ヴイシー ホールディ
ングス、 インコーポレイテッド
アメリカ合衆国, デラウェア州 1980
9, ウィルミントン, ベルビュー パーク
ウェイ 200, スイート 300
 (74) 代理人 100079108
 弁理士 稲葉 良幸
 (74) 代理人 100109346
 弁理士 大貫 敏史
 (74) 代理人 100117189
 弁理士 江口 昭彦
 (74) 代理人 100134120
 弁理士 内藤 和彦

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 HDR画像をエンコードするための方法及び装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

HDR画像を符号化する方法であつて、
 SDR画像を取得するように、HDR画像をマッピングすること、
 カラー補正パラメータを決定すること、
 前記カラー補正パラメータに応じて前記SDR画像をカラー補正すること、
 ストリームにおけるカラー補正されたSDR画像を符号化すること、
 を有し、前記カラー補正パラメータを決定することは、
 前記HDR画像と中間SDR画像との間で少なくとも1つのカラー外観値が維持されるように
 中間SDR画像を決定すること、及び
前記中間SDR画像及び前記SDR画像から前記カラー補正パラメータを決定することであつて、
カラー補正されたSDR画像のクロマ成分と、考察されるルマサブレンジ内の前記中間SDR画像の対応するクロマ成分との間の隔たりを最小化することを含む、こと、
 を含むことを特徴とする方法。

10

【請求項 2】

前記カラー外観値は色相又は彩度である、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

色相が維持されるように中間SDR画像を決定することが、現在のピクセルについて、
 取得したSDR画像において、前記現在のピクセルのSDR輝度値を線形化すること、
 前記HDR画像から、対応する線形化されたHDR輝度値を取得すること、

20

線形化されたSDR及びHDR輝度値を関連付ける比率を決定すること、
 アクセスされたHDR画像及び前記比率から線形なSDRRGB値を決定すること、
 決定された線形なSDRRGB値から非線形クロマ値を決定することであって、前記現在のピクセルの中間SDR画像の輝度値は、取得したSDR画像の輝度値に等しく設定される、こと、
 を含む、請求項1又は2に記載の方法。

【請求項4】

前記カラー補正パラメータに応じて前記SDR画像をカラー補正することが、前記SDR画像のカラー成分の各々を、カラー補正パラメータで除算することを含む、請求項1ないし3のうち何れか一項に記載の方法。

【請求項5】

HDR画像にアクセスするための通信インターフェースと少なくとも1つのプロセッサとを有する符号化装置であって、前記プロセッサは、

SDR画像を取得するように、HDR画像をマッピングし、
 カラー補正パラメータを決定し、
 前記カラー補正パラメータに応じて前記SDR画像をカラー補正し、
 ストリームにおけるカラー補正されたSDR画像を符号化する、
 ように構成されており、前記カラー補正パラメータを決定することは、
 前記HDR画像と中間SDR画像との間で少なくとも1つのカラー外観値が維持されるよう¹⁰に、中間SDR画像を決定すること、及び
 前記中間SDR画像及び前記SDR画像から前記カラー補正パラメータを決定することであつて、20
カラー補正されたSDR画像のクロマ成分と、考察されるルマサブレンジ内の前記中間SDR画像の対応するクロマ成分との間の隔たりを最小化することを含む、こと、
 を含むことを特徴とする符号化装置。

【請求項6】

前記カラー外観値は色相又は彩度である、請求項5に記載の符号化装置。

【請求項7】

前記カラー外観値が維持されるように中間SDR画像を決定することが、現在のピクセルについて、

取得したSDR画像において、前記現在のピクセルのSDR輝度値を線形化すること、
 前記HDR画像から、対応する線形化されたHDR輝度値を取得すること、
 線形化されたSDR及びHDR輝度値を関連付ける比率を決定すること、
 アクセスされたHDR画像及び前記比率から線形なSDRRGB値を決定すること、
 決定された線形なSDRRGB値から非線形クロマ値を決定することであって、前記現在のピクセルの中間SDR画像の輝度値は、取得したSDR画像の輝度値に等しく設定される、こと、
 を含む、請求項5又は6に記載の符号化装置。³⁰

【請求項8】

前記カラー補正パラメータに応じて前記SDR画像をカラー補正することが、前記SDR画像のカラー成分の各々を、カラー補正パラメータで除算することを含む、請求項5ないし7のうち何れか一項に記載の符号化装置。

【請求項9】

非一時的なコンピュータ読み取り可能な媒体であって、前記媒体に保存された命令は、
 実行されると、少なくとも1つのプロセッサに、

SDR画像を取得するように、HDR画像をマッピングし、
 カラー補正パラメータを決定し、
 前記カラー補正パラメータに応じて前記SDR画像をカラー補正し、
 ストリームにおけるカラー補正されたSDR画像を符号化する、
 ように命令し、前記カラー補正パラメータを決定することは、
 前記HDR画像と中間SDR画像との間で少なくとも1つのカラー外観値が維持されるよう⁴⁰に、中間SDR画像を決定すること、及び
 前記中間SDR画像及び前記SDR画像から前記カラー補正パラメータを決定することであつ

10

20

30

40

50

て、カラー補正されたSDR画像のクロマ成分と、考察されるルマサブレンジ内の前記中間SDR画像の対応するクロマ成分との間の隔たりを最小化することを含む、こと、
を含むことを特徴とする非一時的なコンピュータ読み取り可能な媒体。

【請求項 10】

前記カラー外観値は色相又は彩度である、請求項9に記載の非一時的なコンピュータ読み取り可能な媒体。

【請求項 11】

色相が維持されるように中間SDR画像を決定することが、現在のピクセルについて、
取得したSDR画像において、前記現在のピクセルのSDR輝度値を線形化すること、
前記HDR画像から、対応する線形化されたHDR輝度値を取得すること、
線形化されたSDR及びHDR輝度値を関連付ける比率を決定すること、
アクセスされたHDR画像及び前記比率から線形なSDRRGB値を決定すること、
決定された線形なSDRRGB値から非線形クロマ値を決定することであって、前記現在のピクセルの中間SDR画像の輝度値は、取得したSDR画像の輝度値に等しく設定される、こと、
を含む、請求項9又は10に記載の非一時的なコンピュータ読み取り可能な媒体。

【請求項 12】

前記カラー補正パラメータに応じて前記SDR画像をカラー補正することが、前記SDR画像のカラー成分の各々を、カラー補正パラメータで除算することを含む、請求項9ないし11のうち何れか一項に記載の非一時的なコンピュータ読み取り可能な媒体。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

以下においては、HDR画像をエンコードするための方法及び装置が開示されている。

【背景技術】

【0002】

ハイダイナミックレンジ(High Dynamic Range : HDR)ビデオコンテンツを配信する場合、先ず、より小さなダイナミックレンジのビデオコンテンツ(標準ダイナミックレンジ(Standard Dynamic Range : SDR)のビデオコンテンツ)を得るように、HDRビデオコンテンツをマッピングすることが知られている。2015年10月に公表され、「Candidate Test Model for HEVC extension for HDR and WCG video coding」と題する文書ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 MPEG2015/M37285」は、HDR及びワイドガマット(Wide Gamut)ビデオコンテンツをエンコードするための方法を開示している。

【0003】

図1は、文書M37285で開示されているようなHDR画像のエンコード方法の概略フローチャートを示す。この方法はステップS100から始まる。ステップS102において、HDR画像がアクセスされる。ステップS104において、アクセスされたHDRは、HDR画像のSDR画像表現を取得するようにマッピングされ、すなわち、そのダイナミックレンジが減らされる。ステップS106において、取得されたSDR画像は、色補正される。色補正是、ルマ依存クロマスケーリングに基づいて、先行するマッピング工程に起因する色ズレ(color shift)を抑制することを目的としている。これは、各々のクロマ(chroma)サンプルを修正する。ステップS108において、色補正されたSDR画像は、例えばHDVCエンコーダを利用してエンコードされる。

【0004】

図2は、文書M37285に開示されているようなSDR画像を取得するようにHDR画像をマッピングする方法のフローチャートを示す。この方法は図1に示す方法のステップS104で使用されてよい。

【0005】

ステップS1042において、インバースEOTF関数が、HDR画像に適用され、非線形HDR信号を取得する(EOTFは「Electro-Optical Transfer Function」の略である)。ステップS1044において、非線形HDR信号は、それがRGBカラー値で表現される場合、YUV信号(すなわち

10

20

30

40

50

、YCbCrカラー空間における信号)を取得するためにカラー変換される。ステップS1046において、YUV信号は444から420フォーマットへ変換され、すなわち、クロマはダウンサンプリングされる。ステップS1048において、420YUV値は、整数値に量子化される。ステップS1050において、ATF関数がYに適用される(ATFは「Adaptive Transfer Functionality」の略である)。

【0006】

図3はSDR画像をカラー補正する方法のフローチャートを示す。この方法は図1に示す方法のステップS106で使用されてもよい。ステップS1060において、2つのモノ次元関数(mon o-dimensional functions) ϕ_u 及び ϕ_v が取得又は決定される。一例として、 ϕ_u 及び ϕ_v はルックアップテーブル(LUT)を利用して表現される。これらの関数/パラメータは、SDR信号のカラー彩度(saturation)を制御することを可能にする。おそらくは、唯1つの関数が2つのクロマ成分について使用される。文書M37285では、関数 ϕ_u 及び ϕ_v はそれぞれ c_b 及び c_r のように言及される。ステップS1062において、SDR画像のクロマサンプルU及びVは、以下の数式に従って修正される：

$$U=u/\phi_u[Y] \text{ 及び } V=v/\phi_v[Y]$$

カラー補正是クロマ成分Cb及びCr(ここでは、U及びVと記されている)のそれをルマ信号に依存する因子 $\phi_u[Y_{coloc}]$ 及び $\phi_v[Y_{coloc}]$ で除算する。より正確に言えば、ここで考察されるルマ信号は、考察されるクロマサンプルとともに併存する空間位置における輝度成分値である。これは以下において Y_{coloc} と記載される。420信号の場合、考察されるクロマサンプルとともに位置する空間位置を見出すために、ルマ成分は、4つのサンプルについて平均化されてもよい。関数 $\phi_u(\cdot)$ 及び $\phi_v(\cdot)$ は、 $(2^{BitDepthY}-1)$ 次元の2つのルックアップテーブルを利用してモデル化されてもよい(BitDepthは、ルマサンプルのビット深度である)。これらは、SDRレンダリングの芸術的な統制を可能にするよう、マニュアルチューニングを利用して取得されることが可能である。

【0007】

SDR画像が知覚的に高品質であるように、 $\phi_u(\cdot)$ 及び $\phi_v(\cdot)$ を決定する必要性が存在する。

【発明の概要】

【0008】

HDR画像を符号化する方法が開示され、本方法は：

SDR画像を取得するように、HDR画像をマッピングするステップ；
カラー補正パラメータを決定するステップ；
前記カラー補正パラメータに応じて前記SDR画像をカラー補正するステップ；
ストリームにおけるカラー補正されたSDR画像を符号化するステップ；
を有し、前記カラー補正パラメータを決定することは、
前記HDR画像と中間SDR画像との間で少なくとも1つのカラー外観値が維持されるように
、中間SDR画像を決定すること；及び
前記中間SDR画像及び前記SDR画像から前記カラー補正パラメータを決定すること；
を含むことを特徴とする方法である。

【0009】

HDR画像を符号化する符号化装置が開示され、本装置は：

SDR画像を取得するように、HDR画像をマッピングする手段；
カラー補正パラメータを決定する手段；
前記カラー補正パラメータに応じて前記SDR画像をカラー補正する手段；
ストリームにおけるカラー補正されたSDR画像を符号化する手段；
を有し、前記カラー補正パラメータを決定することは、
前記HDR画像と中間SDR画像との間で少なくとも1つのカラー外観値が維持されるように
、中間SDR画像を決定すること；及び
前記中間SDR画像及び前記SDR画像から前記カラー補正パラメータを決定すること；
を含むことを特徴とする装置である。

10

20

30

40

50

【0010】

HDR画像にアクセスするための通信インターフェースを有する符号化装置が開示される。
。符号化装置は少なくとも1つのプロセッサを更に有し、プロセッサは：

SDR画像を取得するように、HDR画像をマッピングし；

カラー補正パラメータを決定し；

前記カラー補正パラメータに応じて前記SDR画像をカラー補正し；

ストリームにおけるカラー補正されたSDR画像を符号化する；

よう構成されており、前記カラー補正パラメータを決定することは、

前記HDR画像と中間SDR画像との間で少なくとも1つのカラー外観値が維持されるように
、中間SDR画像を決定すること；及び

前記中間SDR画像及び前記SDR画像から前記カラー補正パラメータを決定すること；を含む。

10

【0011】

非一時的なコンピュータ読み取り可能な媒体が開示される。前記媒体に保存された命令
は、実行されると、少なくとも1つのプロセッサに：

SDR画像を取得するように、HDR画像をマッピングし；

カラー補正パラメータを決定し；

前記カラー補正パラメータに応じて前記SDR画像をカラー補正し；

ストリームにおけるカラー補正されたSDR画像を符号化する；

よう命令し、前記カラー補正パラメータを決定することは、

20

前記HDR画像と中間SDR画像との間で少なくとも1つのカラー外観値が維持されるように
、中間SDR画像を決定すること；及び

前記中間SDR画像及び前記SDR画像から前記カラー補正パラメータを決定すること；を含む。

【0012】

以下の実施例及び変形例は方法、装置、非一時的なコンピュータ読み取り可能な媒体等
の全てに適用されてよい。

【0013】

具体的な特徴によれば、前記カラー外観値は色相又は彩度である。

【0014】

30

別の具体的な実施例においては、色相が維持されるように中間SDR画像を決定するこ
とが、現在のピクセルについて：

取得したSDR画像において、前記現在のピクセルのSDR輝度値を線形化すること；

前記HDR画像から、対応する線形化されたHDR輝度値を取得すること；

線形化されたSDR及びHDR輝度値を関連付ける比率を決定すること；

アクセスされたHDR画像及び前記比率から線形なSDRRGB値を決定すること；

決定された線形なSDRRGB値から非線形クロマ値を決定することであって、前記現在のピ
クセルの中間SDR画像の輝度値は、取得したSDR画像の輝度値に等しく設定される、こと；
を含む。

【0015】

40

更に別の非限定的な実施例では、前記中間SDR画像及び前記SDR画像から前記カラー補正
パラメータを決定することが、カラー補正されたSDR画像のクロマ成分と、考査されるル
マサブレンジ内の前記中間SDR画像の対応するクロマ成分との間の隔たりを最小化するこ
とを含む。

【0016】

特定の実施例では、前記カラー補正パラメータに応じて前記SDR画像をカラー補正する
ことが、前記SDR画像のカラー成分の各々を、カラー補正パラメータで除算することを含
む。

【図面の簡単な説明】**【0017】**

50

【図1】HDR画像をエンコードする従来方法の概略フローチャートを示す図。

【図2】sdr画像を取得するようにHDR画像をマッピングする従来方法のフローチャートを示す図。

【図3】SDR画像をカラー補正する従来方法のフローチャートを示す図。

【図4】非限定的な実施例によりストリームにおけるHDR画像をエンコードするように構成される送信機のアーキテクチャ例を示す図。

【図5】特定の非限定的な実施例によりストリームにおけるHDR画像をエンコードする方法のフローチャートを示す図。

【図6】図5についての詳細を示す図。

【図7】図5についての詳細を示す図。

【図8】図5についての詳細を示す図。

【発明を実施するための形態】

【0018】

図面及び記述は、本原理の明瞭な理解に相応しい要素を説明するために簡略化されており、簡明化のため、一般的な符号化及び/又は復号化デバイスに見られる他の多くの要素を省略していることが、理解されるべきである。第1、第2のような用語が様々なカラー成分を記述するために本願で使用されるが、カラー成分はそれらの用語によって限定されるべきでないことが、理解されるであろう。これらの用語は、あるカラー成分を他のものと区別するために使用されているに過ぎない。本開示の教示範囲を逸脱することなく、例えば、第1カラー成分は「成分」又は「第2カラー成分」と言及されることも可能であり、同様に、第2カラー成分は「他の成分」又は「第1カラー成分」と言及されることが可能である。

【0019】

図4は非限定的な実施例によりストリームにおけるHDR画像をエンコード(又は符号化)するように構成される送信機100のアーキテクチャ例を示す。

【0020】

送信機100は、例えば、CPU、GPU及び/又はDSP(Digital Signal Processor)等を含んでよい1つ以上のプロセッサ1000を、内部メモリ1030(例えば、RAM、ROM及び/又はEPROM)とともに有する。送信機100は、1つ以上の通信インターフェース1010と、送信機100に対して外部にあってもよい電源1020とを有し、各々の通信インターフェース1010は、入力情報を表示し、及び/又は、ユーザーがコマンド及び/又はデータを入力できるように構成される(例えば、キーボード、マウス、タッチパッド、ウェブ画像(webcam))。送信機100は、1つ以上のネットワークインターフェース(図示せず)を有していてもよい。エンコーダモジュール1040は、符号化の機能を実行するようにデバイスに含まれるモジュールを表現する。更に、エンコーダモジュール1040は、送信機100のうちの個別的な要素として実現されてもよいし、或いは、当業者に知られているようにハードウェア及びソフトウェアの組み合わせとしてプロセッサ内に組み込まれてもよい。

【0021】

HDR画像又はHDR画像のうちの少なくとも1つのブロックは、ソースから取得されてよい。様々な実施例に関し、ソースは例えば以下のものであるとすることが可能であるが、これらに限定されない：

- ・ローカルメモリ。例えば、ビデオメモリ、RAM、フラッシュメモリ、ハードディスク；
- ・ストレージインターフェース。例えば、大容量ストレージ、ROM、光ディスク又は磁気的なサポートに対するインターフェース；
- ・通信インターフェース。例えば、有線インターフェース(例えば、バスインターフェース、ワイドエリアネットワークインターフェース、ローカルエリアネットワークインターフェース)又は無線インターフェース(例えば、IEEE802.11インターフェース又はブルートゥース(登録商標)インターフェース)；及び
- ・画像捕捉回路(例えば、CCD(Charge-Coupled Device)又はCMOS(Complementary Meta

10

20

30

40

50

I-Oxide-Semiconductor)等のようなセンサ)。

【0022】

様々な実施例によれば、ストリームは宛先(又は目的地)に送信される。一例として、ストリームは、リモートに保存されてもよいし、或いは、ビデオメモリ、RAM又はハードディスク等のようなローカルメモリに保存されてもよい。変形例では、ストリームはストレージインターフェースに保存され、ストレージインターフェースは、大容量ストレージ、ROM、フラッシュメモリ、光ディスク又は磁気的なサポートとのインターフェースであり、及び/又は、ストリームは通信インターフェースを介して送信され、通信インターフェースは、一対一リンク、通信バス、一対多リンク又はブロードキャストネットワークに対するインターフェースである。

10

【0023】

例示的な非限定的な実施例によれば、送信機100はメモリ1030に保存されるコンピュータプログラムも有する。コンピュータプログラムは命令を有し、命令は、送信機100(具体的には、プロセッサ1000)により実行されると、図5ないし8のうちの何れかに関して説明される方法を送信機100が実行することを可能にする。変形例では、コンピュータプログラムは、非一時的なディジタルデータサポートにより送信機100の外部に保存され、サポートは例えばHDD、CD-ROM、DVD、リードオンリ及び/又はDVDドライブ及び/又はDVDリード/ライトドライブ等のような外部記憶媒体におけるものであってよく、これらは当該技術分野で知られている。従って送信機100はコンピュータプログラムを読み込む仕組みを有する。更に、送信機100は、関連するUSBポート(図示せず)を介して1つ以上のユニバーサルシリアルバス(USB)タイプのストレージデバイス(例えば、メモリスティック)にアクセスすることが可能である。

20

【0024】

例示的な非限定的な実施例によれば、送信機100は以下のものであるとすることが可能であるが、これらに限定されない：

- ・モバイルデバイス；
- ・通信デバイス；
- ・ゲームデバイス；
- ・タブレット(又はタブレットコンピュータ)；
- ・ラップトップ；
- ・静止画カメラ；
- ・ビデオカメラ；
- ・符号化チップ又は符号化装置；
- ・静止画サーバー；及び
- ・ビデオサーバー(例えば、ブロードキャストサーバー、ビデオオンデマンドサーバー、又は、ウェブサーバー)。

30

【0025】

図5は、特定の非限定的な実施例によりストリームにおけるHDR画像をエンコードする方法のフローチャートを示す。図5において、モジュールは、区別することが可能な物理的なユニットであってもなくてもよい機能ユニットである。例えば、これらのモジュール又はその一部は、固有のコンポーネント又は回路に一緒に持ち込まれてもよいし、或いは、ソフトウェアの機能に貢献してもよい。或いは、幾つかのモジュールは、潜在的に、個々の物理的な要素により構成されてもよい。本開示内容に適合する装置は、純粋なハードウェアを利用して(例えば、ASIC又はFPGA又はVLSI等のような専用ハードウェアを利用して)、或いは、デバイスに組み込まれる複数の統合された電子部品から、或いは、ハードウェア及びソフトウェアコンポーネントの混合から実現されてよい。ASICは「Application Specific Integrated Circuit」の略であり、FPGAは「Field-Programmable Gate Array」の略であり、VLSIは「Very Large Scale Integration」の略である。

40

【0026】

本方法はステップS200において始まる。ステップS202において、送信機100はHDR画像(

50

例えば、RGB成分によるHDR画像)にアクセスする。ステップS204において、送信機は、SDR画像(例えば、YUV又はYCbCrのSDR画像)を取得するように、アクセスしたHDR画像をマッピングする。一例として、例えば既知の(PQ EOTF)のような単純なインバースEOTF関数が適用され、カラー空間変換に続き、YCbCr画像を生成してもよい。更に別の変形例では、図2参照しながら説明されたステップS1042ないしS1050を使用して、「YUV SDR画像」を取得するように「RGB HDR画像」をマッピングしてもよい。

【0027】

しかしながら、本原理は、SDR画像を得るようHDR画像をマッピングする具体的な方法に限定されないことが、認められるであろう。実際、本原理は、HDR画像のダイナミックレンジを減らす任意の方法に相応しい。ステップS207において、取得されたSDR画像がカラー補正される。より正確に言えば、カラー補正後のSDR画像の感覚的な品質が向上するように、カラー成分(例えばUV又はCbCrのようなクロマサンプル)が修正される。ステップS207は、第1ステップS2070及び第2ステップS2076を含む。10

【0028】

ステップS2070においては、送信機はカラー補正パラメータ $\alpha_u(\cdot)$ 及び $\alpha_v(\cdot)$ を決定する。図6はステップS2070の詳細である。このステップはステップS2072及びステップS2074を含む。ステップS2072においては、送信機は、アクセスされたHDR画像に関し、維持されるカラーアピアランス(preserved color appearance)(例えば色相)を有する中間HDR画像を決定する。この目的のためには、線形RGBカラー空間において、RGB値同士の間の比率が、アクセスしたHDR画像と中間SDR画像との間で不变に維持されることを保証することで十分である。この中間SDR画像では、ルマ(又は輝度)は修正されず、すなわち、中間SDR画像のルマは、ステップS204で取得されたSDR画像のルマに等しく設定される。20

【0029】

ステップS2072は図7に詳細に示されている。ステップS3000において、取得されたSDR画像の複数画素にわたるループ(ループオーバーピクセル)が始まる。ステップS3002において、現在の画素のSDRルマ値が線形化される。線形化された値は、 L_{SDR} として記載される。ルマ値は、捕捉により受光した光量に比例するならば、線形であると言及される。非線形値は、通常、補正曲線(例えば、PQ EOTF、ガンマ補正など)の適用後に取得される。文字通り、ルマ及びクロマという言葉は非線形ドメインで使用される一方、ルミナンス及びクロミナンスという言葉は線形ドメインで使用されてもよい。例えば、仕様書ITU-R BT2020のインバースガンマ補正が使用されてもよい。このインバースガンマ補正の近似は例えば次のようなものであってもよい：30

【0030】

【数1】

$$L_{SDR} = \left(\frac{Y}{2^{BitDepthY} - 1} \right)^{1/0.45}$$

ステップS3004において、対応するHDR線形ルミナンス値 L_{HDR} が取得される。線形化されたルミナンス値 L_{HDR} は、メモリから直接的に取得されてもよいし、或いは、次のような数式に従って対応するRGB値から決定されてもよい：40

【0031】

【数2】

$$L_{HDR} = M_{1 \times 3} \begin{pmatrix} R_{HDR} \\ G_{HDR} \\ B_{HDR} \end{pmatrix}$$

マトリクス $M_{1 \times 3}$ は例えばRGB2020からYCbCrへのアドホック3x3カラー空間変換について仕様書ITU-R BT2020で与えられている。

【0032】

50

ステップS3006において、現在のピクセルに関し、SDR及びHDR線形ルミナンス値を関連付ける比率wが、

$$w = L_{SDR} / L_{HDR}$$

に従って決定される。

【0033】

ステップS3008において、

【0034】

【数3】

$$\begin{pmatrix} R_{SDR} \\ G_{SDR} \\ B_{SDR} \end{pmatrix}$$

10

のように記載される現在のピクセルに関する線形「SDR RGB値」は、アクセスしたHDR画像及び比率wから、次のように決定される：

【0035】

【数4】

$$\begin{pmatrix} R_{SDR} \\ G_{SDR} \\ B_{SDR} \end{pmatrix} = w \cdot \begin{pmatrix} R_{HDR} \\ G_{HDR} \\ B_{HDR} \end{pmatrix}$$

20

ここで、

【0036】

【数5】

$$\begin{pmatrix} R_{HDR} \\ G_{HDR} \\ B_{HDR} \end{pmatrix}$$

は、アクセスされたHDR画像内に共存する画素に対する線形RGB値である。最終的に、ステップS3010において、非線形SDRクロマ値(UV又はCbCr)が、「線形SDR RGB値」から決定される。動作は、SDRガンマ補正(例えば、目下の例では0.45乗で近似される)の後に、RGBからYCbCrへの色空間変換3x3マトリクスを適用することを含む。Yは修正されないので、3×3行列の最初の行は破棄される。

30

【0037】

【数6】

$$\begin{pmatrix} U_{int} \\ V_{int} \end{pmatrix} = M_{2 \times 3} \cdot \begin{pmatrix} R_{SDR}^{0.45} \\ G_{SDR}^{0.45} \\ B_{SDR}^{0.45} \end{pmatrix}$$

40

中間画像における現在のピクセルは、従って、次のような値を有する：(Y U_{int} V_{int})。ステップS3002ないしS3010は、画像全体又は画像グループの画像領域の全てのピクセルが処理されるまで、反復される。実際、本方法は、ビデオの一連の画像に適用されてもよいし、或いは、画像の一部分のみに適用されてもよい。

【0038】

ステップS3012において、本方法は、ピクセルにわたるループを終了する。

【0039】

ステップS2074において、送信機は、中間画像(Y, U_{int}, V_{int})から及びステップS204で取得したSDR画像(Y, U, V)から、或いは、そのような画像の領域から、或いは、一連の中間画

50

像及びそれらの対応するSDR画像から、カラー補正関数/パラメータを決定する。

【0040】

図8はステップS2074の詳細を示す。この目的のため、ルマのレンジは複数のサブレンジに分割される。ステップS4000において、複数のサブレンジにわたるループ(ループオーバーサブレンジ)が始まる。ステップS4002において、currSliceYとして記される現在のサブレンジについて、第1パラメータ/関数 $\beta_{0,U}[\cdot]$ が次式のようにして決定される：

【0041】

【数7】

$$\beta_{0,U}[currSliceY] = \operatorname{Argmin}_{\beta_0} \left(\sum_{\substack{i=1 \\ Y[i] \in currSliceY}}^N \left(U_{int}[i] - \frac{U[i]}{\beta_0} \right)^2 \right) \quad 10$$

ステップS4004において、currSliceYとして記される現在のサブレンジについて、第2パラメータ/関数 $\beta_{0,V}[\cdot]$ が次式のようにして決定される：

【0042】

【数8】

$$\beta_{0,V}[currSliceY] = \operatorname{Argmin}_{\beta_0} \left(\sum_{\substack{i=1 \\ Y[i] \in currSliceY}}^N \left(V_{int}[i] - \frac{V[i]}{\beta_0} \right)^2 \right) \quad 20$$

$\beta_{0,U}[\cdot]$ は例えば最小二乗平均(LMS)手順により決定され、LMSは、カラー補正されたクロマ成分U/ $\beta_{0,U}[currSlice]$ と、考察されるYサブレンジ内の中間成分値UIntとの間のL2距離を最小化することを目的とする。最適値 $\beta_{0,U}[currSlice]$ は、次のようにして与えられる：

【0043】

【数9】

$$\beta_{0,U}[currSlice] = \left(\frac{U_{int} \cdot (U)^t}{\|U\|^2} \right)^{-1} = \left(\frac{\sum_{\substack{i=1 \\ Y[i] \in currSliceY}}^N (U_{int}[i] \cdot U[i])}{\sum_{\substack{i=1 \\ Y[i] \in currSliceY}}^N (U[i])^2} \right)^{-1} \quad 30$$

$\beta_{0,V}[\cdot]$ は $\beta_{0,U}[\cdot]$ と同様に算出される。 $\beta_{0,V}[\cdot]$ 及び $\beta_{0,U}[\cdot]$ はルックアップテーブルにより表現されてもよい。ステップS4002及びS4004は、全てのサブレンジが処理されるまで、反復される。

【0044】

ループオーバーサブレンジは、ステップS4006において終了する。

【0045】

変形例において、送信機は、例えばGOP(Group Of Pictures)に対する複数の一連の中間画像から、又は、画像の一部分のみからカラー補正パラメータを決定してもよい。

【0046】

図8の方法に関し、 $\beta_{0,U}[\cdot]$ 及び $\beta_{0,V}[\cdot]$ のルックアップテーブルは、(複数のサブレンジである)ルマ値のうちYサブレンジに対応する限られたセットについて決定されてよいこ

40

50

とに、留意を要する。ステップS2074の後に、更なる補間ステップが実行されてもよい。

$_{\text{o}, \text{u}}[\cdot]$ 及び $_{\text{o}, \text{v}}[\cdot]$ のルックアップテーブルは、例えば、シンプルな線形補間法を利用して、Yの各々の値について満たされてもよい。

【0047】

ステップS2076において、送信機は、決定されたカラー補正パラメータを利用して、取得したSDR画像をカラー補正する。より正確に言えば、ステップS204において取得されるSDR画像のクロマ成分は、次のようにして修正される：

$$U=u/_{\text{o}, \text{u}}[Y] \text{ 及び } V=v/_{\text{o}, \text{v}}[Y]$$

カラー補正是、クロマ成分Cb及びCr(ここでは、U及びVと記されている)のそれぞれを、同じ空間位置のルマ信号に依存する因子 $_{\text{o}, \text{u}}[Y_{\text{coloc}}]$ 及び $_{\text{o}, \text{v}}[Y_{\text{coloc}}]$ で除算することを含み、 $_{\text{o}, \text{u}}[Y_{\text{coloc}}]$ 及び $_{\text{o}, \text{v}}[Y_{\text{coloc}}]$ はステップS2074で決定された関数又はLUTである。この符号化方法は後方互換性があり、すなわち、カラー補正後のSDRは、アクセスしたHDR画像との優れた整合性とともに見える。更に、色相は、アクセスしたHDR画像とカラー補正されたSDR画像との間で少なくとも部分的に維持される。

【0048】

ステップS208において、カラー補正されたSDR画像が符号化される。カラー補正パラメータ/関数は、例えば、SEI(Supplemental Enhancement Information)メッセージ、ピクチャーパラメータセット、又は、何らかのタイプの補足メタデータにおいて符号化されてもよい。符号化は例えばHEVCビデオコーディング仕様書に準拠してもよく、そのような符号化は、例えば、「H.265 series H: Audiovisual and Multimedia systems Infrastructure of audiovisual services - Coding of moving video」と題するITU-Tによる文書、MPEG-2又はH.264等に開示されている。しかしながら、本原理は画像を符号化するこれらの特定の方法には限定されないことが、認められるであろう。実際、本原理は、画像を符号化することを可能にする任意の方法に相応しい。画像を符号化することは、通常、画像を複数のブロックに分割することを含む。符号化は、各々のブロックに適用される。現在のブロックに関し、符号化する方法は、通常、予測(prediction)を決定し、現在ブロックから予測ブロックを減算することにより残差ブロックを決定することを含む。そして、残差ブロックは、例えば離散コサイン変換(DCT)により周波数係数に変換される。そして、周波数係数は量子化され、量子化された係数がエントロピー符号化される。これらのステップは一般的な符号化及び/又は復号化方法に見受けられる。色相の維持と共に開示された本方法は、任意の外観値(appearance value)を維持することに一般化されてよい。他の実施例では、色相の代わりに又は色相に加えて、彩度が維持されてもよい。

【0049】

本願で説明される実施例は、例えば、方法又はプロセス、装置、ソフトウェアプログラム、データストリーム又は信号において実現されてよい。1つの実現形式の文脈でしか議論されていなかったとしても(例えば、方法又はデバイスとしてしか議論されていなかったとしても)、議論された特徴についての実現は、他の形式で(例えば、プログラムで)実現されてもよい。装置は、例えば、適切な、ハードウェア、ソフトウェア及びファームウェアにおいて実現されてよい。方法は例えば一般に処理装置と言及されるプロセッサのような装置で実現されてよく、装置は例えばコンピュータ、マイクロプロセッサ、集積回路、又は、プログラム可能な論理装置を含む。プロセッサも通信デバイスを含み、通信デバイスは、例えば、コンピュータ、セルラフォン、ポータブル/パーソナルディジタルアシスタント(PDA)、及び、エンドユーザー間の情報通信を促す他のデバイス等である。

【0050】

本願で説明される様々なプロセス及び特徴の実現は、多種多様な装置又はアプリケーション(例えば、特定の機器又はアプリケーション)で具現化されてよい。そのような装置の具体例は、エンコーダ、デコーダ、デコーダからの出力を処理するポストプロセッサ、エンコーダへの入力を提供するプレプロセッサ、ビデオコーダー、ビデオデコーダー、ビデオコーデック、ウェブサーバー、セットトップボックス、ラップトップ、パーソナルコン

10

20

30

40

50

ピュータ、セルフオン、PDA、及び、他の通信デバイス等を含む。明らかに、装置はモバイルであってもよく、移動可能な乗物に設置されることさえ可能である。

【0051】

更に、方法はプロセッサにより実行される命令により実現されてもよく、そのような命令(及び/又は実現手段により生成されるデータ値)は、プロセッサ読み取り可能な媒体に保存されてもよく、そのような媒体は、例えば、ハードディスク、コンパクトディスク(例CD)、光ディスク(例えば、DVDであり、しばしばデジタル多用途ディスク又はデジタルビデオディスク等と言及される)、ランダムアクセスメモリ(RAM)、又は、リードオンリメモリ(ROM)等である。命令は、プロセッサ読み取り可能な媒体において具体的に組み込まれるアプリケーションプログラムを形成してもよい。命令は、例えば、ハードウェア、ファームウェア、ソフトウェア又は組み合わせにおけるものであってもよい。命令は、例えば、お波レーティングシステム、個別的なアプリケーション、或いは、それらの組み合わせにおけるものであってもよい。従って、プロセッサは、例えば、プロセスを実行するように構成されるデバイス、及び、プロセスを実行する命令を有するプロセッサ読み取り可能な媒体(例えば、記憶装置)を含むデバイスの双方により特徴付けられてよい。更に、プロセッサ読み取り可能な媒体は、命令に加えて又は命令に代えて、実現手段により生成されたデータ値を保存してもよい。10

【0052】

当業者に明らかであるように、実現手段は、例えば保存又は送信されてよい情報を運ぶようにフォーマットされる様々な信号を生成してよい。情報は、例えば、方法を実行するための命令、或いは、説明される何れかの実現手段により生成されるデータを含んでよい。例えば、信号は、説明された実施例のシンタックスを読み書きするルールをデータとして運ぶように、或いは、説明された実施例により書き込まれる実際のシンタックス値をデータとして運ぶようにフォーマットされてもよい。そのような信号は、例えば、(例えば、スペクトルのうちの無線周波数の部分を使用する)電磁波又はベースバンド信号としてフォーマットされてもよい。フォーマット化は、例えば、データストリームを符号化すること、及び、符号化されたデータストリームでキャリアを変調することを含んでよい。信号が搬送する情報は、例えば、アナログ又はデジタルの情報であってよい。信号は、既知の多種多様な有線又は無線のリンクを介して送信されてよい。信号はプロセッサ読み取り可能な媒体に保存されてよい。20

【0053】

以上、多数の実現手段が説明してきた。それでもなお様々な修正がなされてよいことは理解されるであろう。例えば、異なる実現手段のうちの要素が組み合わせられ、補足され、修正され、或いは、除去され、他の実現手段を提供してもよい。更に、他の構造及びプロセスが本開示のために代用されてもよいこと、及び、その結果の実現手段は、少なくとも実質的に同じ機能を、少なくとも実質的に同じ仕方で実行し、開示された実現手段と少なくとも実質的に同じ結果を達成することを、当業者は理解するであろう。従って、これら及び他の実現手段も本願により想定されている。30

上述の実施形態の一部又は全部は、以下の付記のように記載され得るが、以下には限定されない。40

(付記1)

HDR画像を符号化する方法であって：

SDR画像を取得するように、HDR画像をマッピングするステップ；

カラー補正パラメータを決定するステップ；

カラー補正パラメータに応じてSDR画像をカラー補正するステップ；

ストリームにおけるカラー補正されたSDR画像を符号化するステップ；

を有し、カラー補正パラメータを決定することは、

HDR画像と中間SDR画像との間で少なくとも1つのカラー外観値が維持されるように、中間SDR画像を決定すること；及び

中間SDR画像及びSDR画像からカラー補正パラメータを決定すること；50

を含むことを特徴とする方法。

(付記 2)

カラー外観値は色相又は彩度である、付記 1 に記載の方法。

(付記 3)

色相が維持されるように中間SDR画像を決定することが、現在のピクセルについて：

取得したSDR画像において、現在のピクセルのSDR輝度値を線形化すること；

HDR画像から、対応する線形化されたHDR輝度値を取得すること；

線形化されたSDR及びHDR輝度値を関連付ける比率を決定すること；

アクセスされたHDR画像及び比率から線形なSDRRGB値を決定すること；

決定された線形なSDRRGB値から非線形クロマ値を決定することであって、現在のピクセルの中間SDR画像の輝度値は、取得したSDR画像の輝度値に等しく設定される、こと；

を含む、付記 1 又は 2 に記載の方法。

(付記 4)

中間SDR画像及びSDR画像からカラー補正パラメータを決定することが、カラー補正されたSDR画像のクロマ成分と、考察されるルマサブレンジ内の中間SDR画像の対応するクロマ成分との間の隔たりを最小化することを含む、付記 1 ないし 3 のうち何れか一項に記載の方法。

(付記 5)

カラー補正パラメータに応じてSDR画像をカラー補正することが、SDR画像のカラー成分の各々を、カラー補正パラメータで除算することを含む、付記 1 ないし 4 のうち何れか一項に記載の方法。

(付記 6)

HDR画像にアクセスするための通信インターフェースと少なくとも1つのプロセッサとを有する符号化装置であって、プロセッサは：

SDR画像を取得するように、HDR画像をマッピングし；

カラー補正パラメータを決定し；

カラー補正パラメータに応じてSDR画像をカラー補正し；

ストリームにおけるカラー補正されたSDR画像を符号化する；

ように構成されており、カラー補正パラメータを決定することは、

HDR画像と中間SDR画像との間で少なくとも1つのカラー外観値が維持されるように、中間SDR画像を決定すること；及び

中間SDR画像及びSDR画像からカラー補正パラメータを決定すること；

を含むことを特徴とする符号化装置。

(付記 7)

カラー外観値は色相又は彩度である、付記 6 に記載の符号化装置。

(付記 8)

カラー外観値が維持されるように中間SDR画像を決定することが、現在のピクセルについて：

取得したSDR画像において、現在のピクセルのSDR輝度値を線形化すること；

HDR画像から、対応する線形化されたHDR輝度値を取得すること；

線形化されたSDR及びHDR輝度値を関連付ける比率を決定すること；

アクセスされたHDR画像及び比率から線形なSDRRGB値を決定すること；

決定された線形なSDRRGB値から非線形クロマ値を決定することであって、現在のピクセルの中間SDR画像の輝度値は、取得したSDR画像の輝度値に等しく設定される、こと；

を含む、付記 6 又は 7 に記載の符号化装置。

(付記 9)

中間SDR画像及びSDR画像からカラー補正パラメータを決定することが、カラー補正されたSDR画像のクロマ成分と、考察されるルマサブレンジ内の中間SDR画像の対応するクロマ成分との間の隔たりを最小化することを含む、付記 6 ないし 8 のうち何れか一項に記載の符号化装置。

10

20

30

40

50

(付記 10)

カラー補正パラメータに応じてSDR画像をカラー補正することが、SDR画像のカラー成分の各々を、カラー補正パラメータで除算することを含む、付記6ないし9のうち何れか一項に記載の符号化装置。

(付記 11)

非一時的なコンピュータ読み取り可能な媒体であって、媒体に保存された命令は、実行されると、少なくとも1つのプロセッサに：

SDR画像を取得するように、HDR画像をマッピングし；

カラー補正パラメータを決定し；

カラー補正パラメータに応じてSDR画像をカラー補正し；

ストリームにおけるカラー補正されたSDR画像を符号化する；

ように命令し、カラー補正パラメータを決定することは、

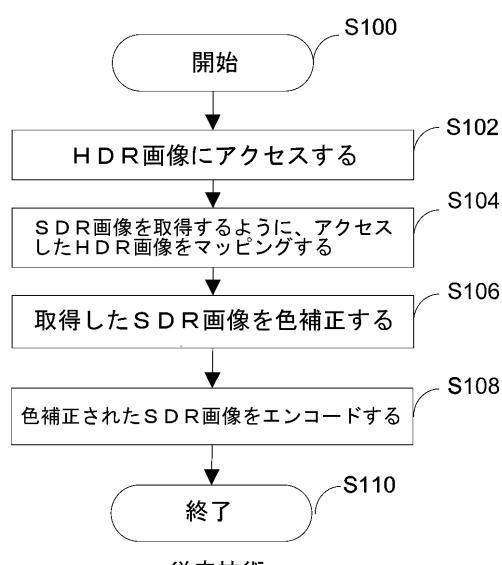
HDR画像と中間SDR画像との間で少なくとも1つのカラー外観値が維持されるように、中間SDR画像を決定すること；及び

中間SDR画像及びSDR画像からカラー補正パラメータを決定すること；

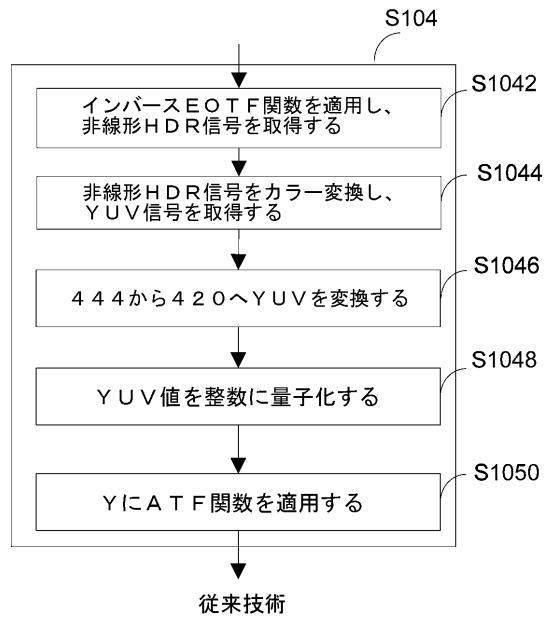
を含むことを特徴とする非一時的なコンピュータ読み取り可能な媒体。

10

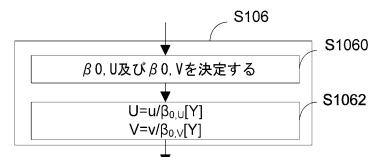
【図1】



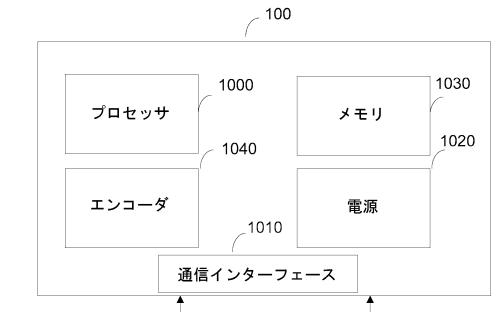
【図2】



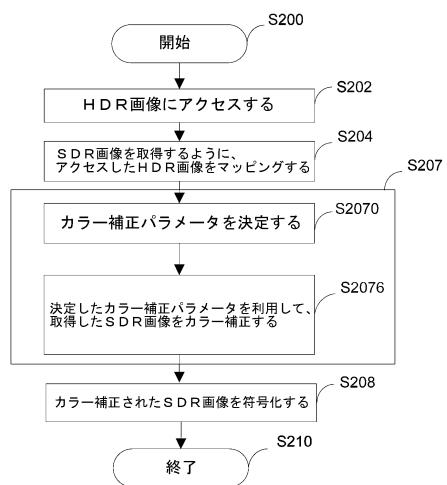
【図3】



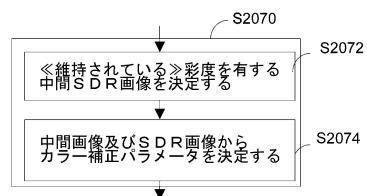
【図4】



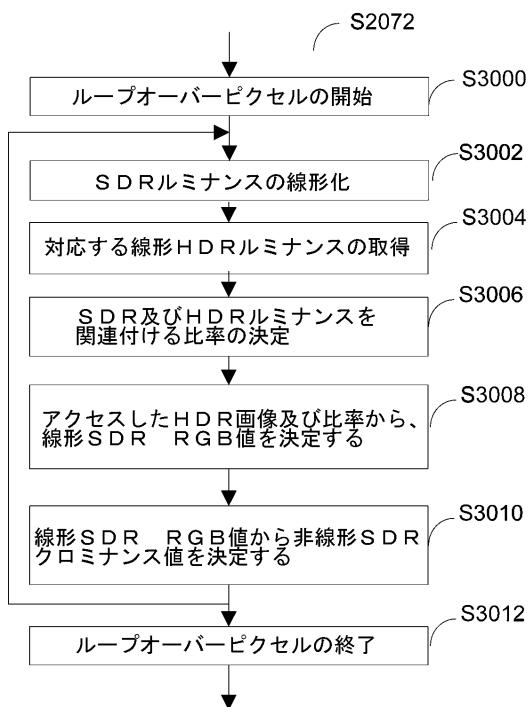
【図5】



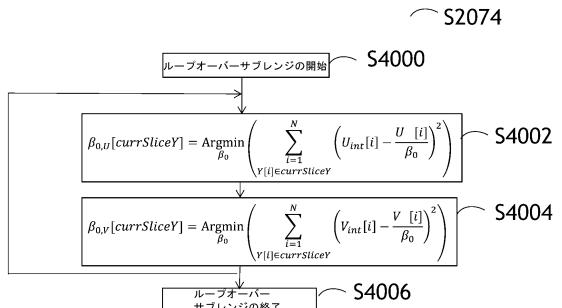
【図6】



【図7】



【図8】



フロントページの続き

(74)代理人 100108213
弁理士 阿部 豊隆

(72)発明者 ラエンネット , フアブリス
フランス国 35576 セソン セヴィニエ セデックス アヴニュ・デ・シャン・プラン 9
75 テクニカラー・アールアンドディー・フランス

(72)発明者 ラセール , セバスティアン
フランス国 35576 セソン セヴィニエ セデックス アヴニュ・デ・シャン・プラン 9
75 テクニカラー・アールアンドディー・フランス

(72)発明者 ガルパン , フランク
フランス国 35576 セソン セヴィニエ セデックス アヴニュ・デ・シャン・プラン 9
75 テクニカラー・アールアンドディー・フランス

(72)発明者 ポワリエ , タンギ
フランス国 35576 セソン セヴィニエ セデックス アヴニュ・デ・シャン・プラン 9
75 テクニカラー・アールアンドディー・フランス

(72)発明者 フランソワ , エドワール
フランス国 35576 セソン セヴィニエ セデックス アヴニュ・デ・シャン・プラン 9
75 テクニカラー・アールアンドディー・フランス

(72)発明者 ロペス , パトリック
フランス国 35576 セソン セヴィニエ セデックス アヴニュ・デ・シャン・プラン 9
75 テクニカラー・アールアンドディー・フランス

(72)発明者 オリヴィエ , ヤニック
フランス国 35576 セソン セヴィニエ セデックス アヴニュ・デ・シャン・プラン 9
75 テクニカラー・アールアンドディー・フランス

審査官 岩井 健二

(56)参考文献 特開2015-019286 (JP, A)
特表2014-531821 (JP, A)
特表2012-520619 (JP, A)
米国特許出願公開第2008/0137990 (US, A1)
S. Lasserre et al., Modulation-based HDR video coding with SDR backward compatibility
, Joint Collaborative Team on Video Coding (JCT-VC) of ITU-T SG 16 WP 3 and ISO/IEC JTC
1/SC 29/WG 11, 21st Meeting: Warsaw, PL, 2015年 6月, JCTVC-U0085r1, pp.1-16
S. Lasserre et al., SINGLE LAYER LOW-BIT DEPTH EDR VIDEO CODING WITH SDR/HDR BACKWARD
COMPATIBILITIES, ISO/IEC JTC1/SC29/WG11, 2015年 2月, MPEG2014/M36083, pp.1-7

(58)調査した分野(Int.Cl. , DB名)

H04N 19/00 - 19/98