

(19)日本国特許庁(JP)

## (12)特許公報(B2)

(11)特許番号

特許第7106273号

(P7106273)

(45)発行日 令和4年7月26日(2022.7.26)

(24)登録日 令和4年7月15日(2022.7.15)

(51)国際特許分類

F I

H 0 4 N 19/70 (2014.01)

H 0 4 N 19/70

H 0 4 N 19/463 (2014.01)

H 0 4 N 19/463

H 0 4 N 19/85 (2014.01)

H 0 4 N 19/85

請求項の数 14 (全73頁)

(21)出願番号 特願2017-557494(P2017-557494)  
 (86)(22)出願日 平成28年1月26日(2016.1.26)  
 (65)公表番号 特表2018-506938(P2018-506938  
 A)  
 (43)公表日 平成30年3月8日(2018.3.8)  
 (86)国際出願番号 PCT/EP2016/051552  
 (87)国際公開番号 WO2016/120261  
 (87)国際公開日 平成28年8月4日(2016.8.4)  
 審査請求日 平成31年1月15日(2019.1.15)  
 審判番号 不服2020-15700(P2020-15700/J  
 1)  
 審判請求日 令和2年11月13日(2020.11.13)  
 (31)優先権主張番号 15305092.7  
 (32)優先日 平成27年1月27日(2015.1.27)  
 (33)優先権主張国・地域又は機関

最終頁に続く

(73)特許権者 319002876  
 インターデジタル マディソン パテント  
 ホールディングス, エスアールエス  
 フランス国, 7 5 0 1 7 パリ, ル デュ  
 コロネル モル 3  
 (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  
 (74)代理人 100108213  
 弁理士 阿部 豊隆

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 画像及びビデオを電気光変換及び光電気変換するための方法、システム、及び機器

## (57)【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

ピクチャを符号化する方法であって、  
 ピクチャを受信すること、  
 結果として生じる変換済みの輝度  $V(L)$  を求めるために、前記ピクチャの画素の輝度  $L$  にパラメータ化された伝達関数を適用すること、  
 前記結果として生じる変換済みの輝度  $V(L)$  を符号化すること  
 を含み、  
 前記パラメータ化された伝達関数は、

## 【数 1】

$$V(L) = k \frac{sL^{n+c}}{L^{n+st}} + m$$

に基づき、前記パラメータ化された伝達関数をモデリングするために6つのパラメータ  $s$ 、 $n$ 、 $c$ 、 $t$ 、 $k$ 、及び  $m$  に基づいて調節され、 $s$ 、 $n$ 、 $c$ 、及び  $t$  はゼロとは異なり、前記パラメータ  $k$  及び  $m$  は、前記パラメータ化された伝達関数が、前記輝度  $L$  の最小値及び前記輝度  $L$  の最大値から選択される少なくとも1つに基づいて、 $V(L)$  の所望の値を決定することを可能にする、方法。

## 【請求項 2】

前記パラメータ化された伝達関数が

【数 2】

$$V(L) = k \frac{s \left( \frac{L-b}{a} \right)^n + c}{\left( \frac{L-b}{a} \right)^n + st} + m$$


---

に基づき、2つの他のパラメータ a 及び b に基づいて調整される、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

前記輝度 L をトーンマッピングすることを更に含む、請求項 1 又は 2 に記載の方法。

10

【請求項 4】

前記パラメータ化された関数が非線形のエンドツーエンド挙動を有する、請求項 1 乃至 3 の何れか一項に記載の方法。

【請求項 5】

前記パラメータを符号化し、前記符号化済みのパラメータをビットストリーム内でシグナリングすることを更に含む、請求項 1 乃至 4 の何れか一項に記載の方法。

【請求項 6】

前記シグナリングが、ピクチャパラメータセット ( P P S )、シーケンスパラメータセット ( S P S )、付加拡張情報 ( S E I ) メッセージ、ビデオユーザビリティ情報 ( V U I )、全米家電協会 ( C E A ) メッセージ、及びヘッダの少なくとも 1 つに含まれる少なくとも 1 つの構文要素を使用して行われる、請求項 5 に記載の方法。

20

【請求項 7】

少なくともピクチャを符号化する機器であって、

結果として生じる変換済みの輝度  $V(L)$  を求めるために前記ピクチャの輝度 L にパラメータ化された伝達関数を適用し、前記結果として生じる変換済みの輝度  $V(L)$  を符号化するように構成された符号器

を含み、

前記パラメータ化された伝達関数は、

【数 3】

$$V(L) = k \frac{sL^n + c}{L^n + st} + m$$


---

30

に基づき、前記パラメータ化された伝達関数をモデリングするために 6 つのパラメータ s、n、c、t、k、及び m に基づいて調節され、s、n、c、及び t はゼロとは異なり、前記パラメータ k 及び m は、前記パラメータ化された伝達関数が、前記輝度 L の最小値及び前記輝度 L の最大値から選択される少なくとも 1 つに基づいて、 $V(L)$  の所望の値を決定することを可能にする、機器。

【請求項 8】

符号化ピクチャを復号する方法であって、

40

前記符号化ピクチャを受信することと、

復号済みのピクチャを求めるために、前記符号化ピクチャを復号することと、

輝度 L を求めるために前記復号済みのピクチャにパラメータ化された伝達関数を適用すること

を含み、

前記パラメータ化された伝達関数は、

【数 4】

50

$$L(V) = \left( \frac{c - \left( \frac{V-m}{k} \right) st}{\frac{V-m}{k} - s} \right)^{\frac{1}{n}}$$

に基づき、前記パラメータ化された伝達関数をモデリングするために6つのパラメータ  $s$ 、 $n$ 、 $c$ 、 $t$ 、 $k$ 、及び  $m$  に基づいて調節され、 $s$ 、 $n$ 、 $c$ 、及び  $t$  はすべてゼロとは異なり、

前記パラメータ  $k$  及び  $m$  は、前記パラメータ化された伝達関数が、前記輝度  $L$  の最小値及び前記輝度  $L$  の最大値から選択される少なくとも1つに基づいて、 $V(L)$  の所望の値を決定することを可能にする、方法。

10

【請求項 9】

前記パラメータ化された伝達関数が、

【数 5】

$$L(V) = a \left( \frac{c - \left( \frac{V-m}{k} \right) st}{\frac{V-m}{k} - s} \right)^{\frac{1}{n}} + b$$

に基づき、2つの他のパラメータ  $a$ 、及び  $b$  に基づいて調整される、請求項 8 に記載の方法。

20

【請求項 10】

前記パラメータ化された関数が非線形のエンドツーエンド挙動を有する、請求項 8 又は 9 に記載の方法。

【請求項 11】

前記パラメータ化された関数が逆トーンマッピングを行う、請求項 8 乃至 10 の何れか一項に記載の方法。

【請求項 12】

前記パラメータ化された伝達関数を表す情報を受信することを更に含む、請求項 8 乃至 11 の何れか一項に記載の方法。

30

【請求項 13】

前記受信される情報が、ピクチャパラメータセット (PPS)、シーケンスパラメータセット (SPS)、付加拡張情報 (SEI) メッセージ、ビデオユーザビリティ情報 (VUI)、全米家電協会 (CEA) メッセージ、及びヘッダの少なくとも1つに含まれる、請求項 12 に記載の方法。

【請求項 14】

少なくとも符号化ピクチャを復号する機器であって、

復号済みのピクチャを求めるために前記符号化ピクチャを復号し、輝度  $L$  を求めるために前記復号済みのピクチャにパラメータ化された伝達関数を適用するように構成された復号器を含み、

40

前記パラメータ化された伝達関数は、

【数 6】

$$L(V) = \left( \frac{c - \left( \frac{V-m}{k} \right) st}{\frac{V-m}{k} - s} \right)^{\frac{1}{n}}$$

に基づき、前記パラメータ化された伝達関数をモデリングするために6つのパラメータ  $s$ 、 $n$ 、 $c$ 、 $t$ 、 $k$ 、及び  $m$  に基づいて調節され、 $s$ 、 $n$ 、 $c$ 、及び  $t$  はすべてゼロとは異なり、

50

前記パラメータ  $k$  及び  $m$  は、前記パラメータ化された伝達関数が、前記輝度  $L$  の最小値及び前記輝度  $L$  の最大値から選択される少なくとも 1 つに基づいて、 $V(L)$  の所望の値を決定することを可能にする、機器。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は画像及びビデオの処理に関する。具体的には本開示は、画像又はビデオデータを変換して捕捉済みの光情報を人間が見るために最適化することに関する。

【背景技術】

【0002】

高ダイナミックレンジ (HDR) のイメージングパイプライン又はビデオ分配システムでは、画像 (ピクチャ又はフレームとしても知られる) が典型的には符号化の前に前処理され、復号後に後処理される。このことは、既存の符号化規格に対する重要な修正を必要とすることなしに且つ分配のためのより高いビット深度 (典型的には 10 ビット) を必要とすることなしに、HDR ビデオに作用するために従来の画像又はビデオの符号化及び復号規格 (JPEG、AVC、HEVC 等) を使用することを可能にする。

【0003】

ビデオ画像の前処理は、線形光 RGB 成分及び  $\gamma$  又は輝度成分に対して一次元の色成分変換を適用することを含み得る。かかる変換は、多くの場合人間の視覚の側面をモデリングすることによって捕捉済みの光情報の定量化を最適化する。そのような変換の 1 つは光電気伝達関数 (OETF) としても知られている。OETF の一例は (例えば ITU-R Rec. BT. 709 の中で記載されている) ガンマ関数である。

【0004】

後処理又はレンダリング段階の間、ディスプレイレンダリングプロセスが OETF 及びディスプレイの照明環境を補償する。ビデオフレームをレンダリングする前に復号済みのビデオが電気光伝達関数 (EOTF) を使用して処理される。EOTF は、復号済みの信号内の (符号語としても知られる) デジタル符号値をディスプレイの光レベルに変換する。EOTF は多くの場合 OETF の数学的反転だが、ディスプレイの要件次第で OETF の反転と異なる場合もある。例えば、標準ダイナミックレンジ (SDR) のビデオ信号の OETF は ITU-R Rec. BT. 709 の中で 2 つの部分から成る関数 (線形部分及び冪関数部分) として述べられているが、対応する EOTF は ITU-R Rec. BT. 1886 の中で、逆 OETF と異なる 1 つの部分から成る関数 (冪関数) として述べられている。

【0005】

現在存在する OETF / EOTF は、デジタル符号語に対する輝度値の単一マッピング (OETF)、及びデジタル符号語から輝度値に戻す単一マッピング (EOTF) しか行わない固定された提案である。相互排他的な固定マッピングの使用を提唱する多くの異なる単一マッピングの提案を様々な目標及び目的が引き起こしている。例えば、規格化が提案されている幾つかの EOTF / OETF の対がある (例えば ITU-R SG6/W6-C group, Working Party 6C (WP 6C) - Programme production and quality assessment, <http://www.itu.int/en/ITU-R/study-groups/rsg6/rwp6c/Pages/default.aspx>)。しかし、様々な EOTF / OETF の提案は異なる二次目標を有し、又は異なる市場区分 (劇場公演、ブロードキャスト、又はパッケージメディア) に応える。従って、既存の OETF / EOTF 関数は様々な状況に照らして最適化されていない。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

従って、OETF / EOTF 関数を改善する必要がある。

【課題を解決するための手段】

【0007】

10

20

30

40

50

本発明は、様々なOETF/EOTF曲線間の適応修正を可能にする解決策を提供することにより、従来技術の不便さの一部を軽減することを提案する。従来の方法のそれぞれが様々な不都合を有するのでかかる解決策が必要である。例えばBBCは、より小さい輝度値域を対象として含むが、旧来のITU-R Recommendation BT.709 (Rec. 709) とほぼ後方互換性を与えることを目標とするOETF曲線を提案した (Borer, T., Non-linear Opto-Electrical Transfer Functions for High Dynamic Range Television. -: BBC, 2013)。他方でDolbyは、0.005から10<sup>4</sup> cd/m<sup>2</sup>までの非常に広い輝度値域を対象として含むOETF/EOTF (PQ\_EOTF) 曲線を提案した (米国特許出願公開第2014/0363093号、Scott Miller, M.N., ビットコードをより効率的に使用するための知覚的信号符号化 (Perceptual Signal Coding for More Efficient Usage of Bit Codes)。SMPTE Motion Imaging Journal, 122, 52-59, 2013)。Dolbyが提案した曲線は、人間のコントラスト感度の精巧なモデルの逆数 (reciprocal) である変調伝達関数に対してマッチングされる (Barten, P. G., Contrast Sensitivity of the Human Eye and its Effects on Image Quality (Vol. 72), Bellingham: SPIE Optical Engineering Press, 1999)。更にPhilipsは、様々なデータの目視検査に基づくOETF曲線を提案した (Vleuten, R. v., Philips' High Dynamic Range Proposal. Joint DVB-EBU HDR Workshop, 2014)。提案されたOETF/EOTF曲線の一部は固定されたビット深度を必要とするのに対し、他のものは10ビット又は12ビットのビデオ信号のビット深度に適合され得る。

【0008】

更に、新たなビデオフォーマットの特性、サービス、及びレンダリング装置の多様性が高まることにより、あり得るOETF/EOTF曲線の量が増える可能性がある。異なるOETF/EOTF曲線間の適応修正の必要がある。例えば、特定の種類のビデオを対象にする新たなアプリケーション又はレンダリング装置にOETF/EOTF曲線の新たな定義が必要になる可能性がある。ビット深度、ピーク輝度、及び最低輝度の選択が依然として検討中であることを所与とし、どのOETF/EOTFが消費者、ディスプレイ製造業者、及びコンテンツ制作者の需要を最も満たすのかは依然として不確かである。そのため、現在提案されている又は新たなOETF/EOTF曲線の挙動を模倣することができる適応型のOETF/EOTFの必要がある。

【0009】

更に、相互運用性問題を回避するために異なるOETF/EOTF曲線間の適応修正が求められている。様々なOETF/EOTF曲線の提案が様々な規格化組織によって検討されている (例えばITU-R、BDA、CEA、HDMI (登録商標)、SMPTE)。これらの様々な組織は、様々なOETF/EOTFの提案に基づいて独自のHDRビデオ信号をそれぞれ規定している。これらの組織は異なるEOTF/OETFの提案を採用し、目標とされるアプリケーション及び技術の成熟に応じた様々な技術的解決策をもたらし得る。異なるEOTF/OETF曲線を採用することは、市場の分断、相互運用性問題、(例えば異なる市場区分向けのシステムオンチップ (SoC)、異なるOETF/EOTFを実装する必要があるOTT/VoD/Blu-ray (登録商標)、ブロードキャストによる) シリコンの無駄の原因になり得る。従って、様々な規格を横断し且つ異なるOETF/EOTF曲線と共に機能する適応型の解決策が必要である。

【0010】

著しいビットストリームオーバーヘッドなしにOETF/EOTF曲線をシグナリングするためのメカニズムも求められている。例えばHEVC規格内で定められているknee function information SEI等、OETF/EOTF曲線は既存の様々な構文を使用して符号化ビデオストリーム内でシグナリングされ得る。knee関数は、そのニーポイント座標が符号化され、ビットストリーム内で伝送される区分線形曲線として関数を記述する。しかし、誤り耐性を考慮してこの情報がビットストリーム内に定期的に挿入されるべきなので、かかる情報は著しいビットストリームオーバーヘッドを引き起こし得る。

【0011】

本原理は、ピクチャを符号化するための方法であって、ピクチャの輝度（ $L$ ）信号にパラメータ化された伝達関数を適用して結果として生じる $V(L)$ 変換済み信号を求めること、及び結果として生じる $V(L)$ を符号化することを含み、複数の伝達関数の1つをモデリングするためにパラメータ化された伝達関数が複数のパラメータに基づいて調節される、方法を提供する。

#### 【0012】

本発明の特定の態様によれば、この方法は、パラメータ化された伝達関数を表す情報をシグナリングすることを含む。本発明の特定の態様によれば、この方法は、パラメータを符号化し、符号化済みのパラメータをビットストリーム内でシグナリングすることを含み、改変形態によれば、この方法は、1組の規定値に基づくパラメータのインジケータをビットストリーム内でシグナリングすることを更に含む。

10

#### 【0013】

特定の態様によれば、この方法は、パラメータが明示的にシグナリングされるのか、1組の規定値に基づいて暗示的にシグナリングされるのかに基づく指示をシグナリングすることを含む。様々な態様によれば、ピクチャパラメータセット（PPS）、シーケンスパラメータセット（SPS）、付加拡張情報（SEI）メッセージ、（例えばAVCやHEVC等のビデオ圧縮規格内で定められる）ビデオユーザビリティ情報（VUI）、全米家電協会（CEA）メッセージ、及びヘッダの少なくとも1つに含まれる少なくとも1つの構文要素を使用してシグナリングが行われる。

20

#### 【0014】

本発明の様々な態様によれば、輝度は、RGB、Y、線形RGBの線形結合、非線形RGBの線形結合であるルマ、及び非線形輝度の群から選択される少なくとも1つである。本発明の態様によれば、輝度は相対輝度及び絶対輝度の少なくとも一方である。

#### 【0015】

本発明の特定の態様によれば、パラメータ化された伝達関数が、関数  
【数1】

$$V(L) = \frac{sL^n + c}{L^n + st} + m$$

30

で表わされる関数モデルに基づいて決定され、 $s$ 、 $t$ 、 $c$ 、 $n$ 、及び $m$ はパラメータであり、 $L$ はピクチャの輝度値である。

#### 【0016】

本発明の特定の態様によれば、パラメータ化された伝達関数が、関数  
【数2】

$$V(L) = \frac{sL^n + c}{L^n + st}$$

で表わされる関数モデルに基づいて決定され、 $s$ 、 $t$ 、 $c$ 、及び $n$ はパラメータであり、 $L$ はピクチャの輝度値である。

40

#### 【0017】

本発明の特定の態様によれば、パラメータ化された伝達関数が、関数  
【数3】

$$V(L) = \frac{sL + c}{L + st} + m$$

で表わされる関数モデルに基づいて決定され、 $s$ 、 $t$ 、 $c$ 、及び $m$ はパラメータであり、 $L$ はピクチャの輝度値である。

50

## 【 0 0 1 8 】

本発明の特定の態様によれば、結果として生じる  $V(L)$  を符号化することは、ピクチャ又はビデオ符号器を使って  $V(L)$  を圧縮することを含む。本発明の特定の態様によれば、結果として生じる  $V(L)$  を符号化することは、結果として生じる  $V(L)$  をデジタル化すること又は量子化することを含む。本発明の特定の態様によれば、パラメータは、情報源から受信される複数のパラメータ、ローカルに記憶されるパラメータ、複数組の定義済みのパラメータから選択される 1 組の定義済みのパラメータの群から選択される少なくとも 1 つに基づいて決定される。

## 【 0 0 1 9 】

本発明の様々な態様によれば、ピクチャはピクチャのビデオストリーム内にある。本発明の特定の態様によれば、ピクチャが高ダイナミックレンジ (HDR) ピクチャである。本発明の別の態様によれば、ピクチャが非高ダイナミックレンジ (非 HDR) ピクチャである。

10

## 【 0 0 2 0 】

本発明の様々な態様によれば、パラメータ化された伝達関数が

## 【 数 4 】

$$V(L) = \frac{s \left( \frac{L-b}{a} \right)^n + c}{\left( \frac{L-b}{a} \right)^n + st} + m$$

20

に基づき、 $c$ 、 $m$ 、 $s$ 、 $n$ 、 $t$ 、 $a$ 、 $b$  はパラメータであり、 $V$  は符号語である。

## 【 0 0 2 1 】

本発明の様々な態様によれば、パラメータ化された伝達関数が

## 【 数 5 】

$$V(L) = k \frac{sL^{n+c}}{L^n + st} + m$$

に基づき、 $c$ 、 $m$ 、 $k$ 、 $s$ 、 $n$ 、 $t$  はパラメータであり、 $V$  は符号語である。

30

## 【 0 0 2 2 】

本発明の様々な態様によれば、パラメータ化された伝達関数が

## 【 数 6 】

$$V(L) = k \frac{s \left( \frac{L-b}{a} \right)^n + c}{\left( \frac{L-b}{a} \right)^n + st} + m$$

に基づき、 $s$ 、 $t$ 、 $c$ 、 $n$ 、 $m$ 、 $k$ 、 $a$ 、及び  $b$  はパラメータであり、 $V$  は符号語である。

## 【 0 0 2 3 】

本発明の様々な態様によれば、輝度 ( $L$ ) のトーンマッピングが更に含まれる。本発明の様々な態様によれば、パラメータ化された関数が非線形のエンドツーエンド挙動を有する。本発明の様々な態様によれば、少なくとも或るカラーチャネルを決定することが更に含まれ、その少なくとも或るカラーチャネルについて輝度が決定される。輝度は、 $N$  個のカラーチャネルの 1 つ又は複数について決定され得る。

40

## 【 0 0 2 4 】

本原理は、上記のようにピクチャを符号化する方法を実行するための機器も提供する。とりわけ本発明はピクチャを符号化するための機器に関し、その機器は、ピクチャを受信するように構成される受信機と、パラメータ化された伝達関数をピクチャの輝度 ( $L$ ) 信号に適用し、結果として生じる  $V(L)$  変換済み信号を求めるように構成されるプロセッサ

50

と、結果として生じる  $V(L)$  に合わせて構成される符号器とを含み、複数の伝達関数の 1 つをモデリングするために、パラメータ化された伝達関数が複数のパラメータに基づいて調節される。

【0025】

本原理は符号化ピクチャを復号するための方法を提供し、その方法は、符号化ピクチャを受信することと、符号化ピクチャにパラメータ化された伝達関数を適用して符号化ピクチャの輝度  $(L)$  信号を求めることとであって、パラメータ化された伝達関数は複数のパラメータに基づく、輝度  $(L)$  信号を求めることを含み、複数の伝達関数の 1 つをモデリングするために、パラメータ化された伝達関数が複数のパラメータに基づいて調節される。

【0026】

本発明の特定の態様によれば、この方法は、符号化ピクチャに関連するパラメータ化された伝達関数を表す情報を復号することを含む。このことは、復号方法がパラメータ化された伝達関数を識別すること又は決定することを可能にする。

【0027】

一態様によれば、この方法は、パラメータ及び / 又はパラメータのインジケータをビットストリームから復号することを含む。

【0028】

一態様によれば、この方法は、ビットストリームから指示を復号することを含み、指示はパラメータが明示的にシグナリングされるのか、1 組の規定値に基づいて暗示的にシグナリングされるのかに基づく。

【0029】

一態様によれば、ビットストリームが、ピクチャパラメータセット (PPS)、シーケンスパラメータセット (SPS)、付加拡張情報 (SEI) メッセージ、(例えば AVC や HEVC 等のビデオ圧縮規格内で定められる) ビデオユーザビリティ情報 (VUI)、全米家電協会 (CEA) メッセージ、及びヘッダの少なくとも 1 つに含まれる少なくとも 1 つの構文要素に基づくパラメータのシグナリングを含む。

【0030】

一態様によれば、パラメータ化された伝達関数が、関数

【数 7】

$$L(V) = \left( \frac{c - (V - m)st}{V - m - s} \right)^{1/n}$$

で表わされる関数モデルに基づいて決定され、 $s$ 、 $t$ 、 $c$ 、 $n$ 、及び  $m$  はパラメータであり、 $V$  は符号語である。

【0031】

一態様によれば、パラメータ化された伝達関数が、関数

【数 8】

$$L(V) = \left( \frac{c - (V - m)st}{\min(V - m - s, M)} \right)^{1/n}$$

で表わされる関数モデルに基づいて決定され、 $s$ 、 $t$ 、 $c$ 、 $n$ 、及び  $m$  はパラメータであり、 $M$  は定数関数であり、 $V$  は符号語である。

【0032】

一態様によれば、パラメータ化された伝達関数が、関数

【数 9】

10

20

30

40

50



$$L(V) = \left( \frac{c - (V)st}{V - s} \right)^{1/n}$$

で表わされる関数モデルに基づいて決定され、 $s$ 、 $t$ 、 $c$ 、及び  $n$  はパラメータであり、 $V$  は符号語である。

【 0 0 3 3 】

一態様によれば、パラメータ化された伝達関数が、関数

【 数 1 0 】

$$L(V) = \left( \frac{c - Vst}{\min(V - s, M)} \right)^{1/n}$$

10

で表わされる関数モデルに基づいて決定され、 $s$ 、 $t$ 、 $c$ 、及び  $n$  はパラメータであり、 $M$  は定数関数であり、 $V$  は符号化ピクチャを表す符号語である。

【 0 0 3 4 】

一態様によれば、パラメータ化された伝達関数が

【 数 1 1 】

$$L(V) = a \left( \frac{c - (V - m)st}{V - m - s} \right)^{1/n} + b$$

20

に基づき、 $c$ 、 $m$ 、 $s$ 、 $n$ 、 $t$ 、 $a$ 、 $b$  はパラメータであり、 $V$  は符号語である。

【 0 0 3 5 】

一態様によれば、パラメータ化された伝達関数が

【 数 1 2 】

$$L(V) = \left( \frac{c - \left( \frac{V - m}{k} \right) st}{\frac{V - m}{k} - s} \right)^{\frac{1}{n}}$$

30

に基づき、 $c$ 、 $m$ 、 $k$ 、 $s$ 、 $n$ 、 $t$  はパラメータであり、 $V$  は符号語である。

【 0 0 3 6 】

一態様によれば、パラメータ化された伝達関数が

【 数 1 3 】

$$L(V) = a \left( \frac{c - \left( \frac{V - m}{k} \right) st}{\frac{V - m}{k} - s} \right)^{\frac{1}{n}} + b$$

40

に基づき、 $s$ 、 $t$ 、 $c$ 、 $n$ 、 $m$ 、 $k$ 、 $a$ 、及び  $b$  はパラメータであり、 $V$  は符号語である。

【 0 0 3 7 】

一態様によれば、パラメータ化された伝達関数が

【 数 1 4 】

$$L(V) \approx \left( \frac{-Vu}{V - V_{max}(1 + u)} \right)^{1/n}$$

に基づき、 $V_{max}$ 、 $u$ 、及び  $n$  はパラメータである。

50

## 【 0 0 3 8 】

本発明の様々な態様によれば、パラメータ  $u$  及び  $n$  を決定するために最適化アルゴリズムが利用される。パラメータ  $u$  及び  $n$  の値は、輝度 / 符号語の対  $(L_i, V_i)$  に基づく基準曲線に基づいて決定され得る。パラメータ  $u$  及び  $n$  の値は、輝度 / 符号語の対  $(L_i, V_i)$  に不均一な重みを加えることによって決定され得る。

## 【 0 0 3 9 】

本発明の様々な態様によれば、パラメータ化された関数が逆トーンマッピングを行う。本発明の様々な態様によれば、パラメータ化された関数が非線形のエンドツーエンド挙動を有する。本発明の様々な態様によれば、少なくとも或るカラーチャネルを決定することが更に含まれ、その少なくとも或るカラーチャネルについて輝度が決定される。輝度は、 $N$  個のカラーチャネルの 1 つ又は複数について決定され得る。

10

## 【 0 0 4 0 】

本原理は、上記のように符号化ピクチャを復号する方法を実行するための機器も提供する。本発明の一態様によれば、符号化ピクチャを復号するための機器、この機器は、符号化ピクチャを受信するように構成される受信機と、符号化ピクチャを復号済みのピクチャに復号し、復号済みのピクチャにパラメータ化された伝達関数を適用して符号化ピクチャの輝度  $(L)$  信号を求めるように構成されるプロセッサであって、パラメータ化された伝達関数は複数のパラメータに基づく、プロセッサを含み、複数の伝達関数の 1 つをモデリングするために、パラメータ化された伝達関数が複数のパラメータに基づいて調節される。

## 【 0 0 4 1 】

符号化若しくは復号のための方法、又は符号化若しくは復号のための機器の一態様によれば、モデリングされる識別済みの伝達関数を用いて、パラメータ化された伝達関数を最適化することによってパラメータが生成される。

20

## 【 0 0 4 2 】

一態様によれば、パラメータ化された伝達関数が、符号語  $V$  の最小値に基づいて輝度  $L$  の所望の値を決定することを可能にするパラメータがある。一態様によれば、パラメータ化された伝達関数が、符号語  $V$  の最大値に基づいて輝度  $L$  の所望の値を決定することを可能にするパラメータがある。一態様によれば、パラメータ化された伝達関数が、輝度  $L$  の最小値に基づいて  $V(L)$  の所望の値を決定することを可能にするパラメータがある。

## 【 0 0 4 3 】

一態様によれば、パラメータ化された伝達関数が、輝度  $L$  の最大値に基づいて  $V(L)$  の所望の値を決定することを可能にするパラメータがある。

30

## 【 0 0 4 4 】

本原理は、上記の方法に従って画像を前処理又は後処理するための命令を記憶したコンピュータ可読記憶媒体も提供する。

## 【 0 0 4 5 】

本原理は、上記の方法に従って生成されるビットストリームを記憶したコンピュータ可読記憶媒体も提供する。

## 【 0 0 4 6 】

以下に記載の図面と共に解釈するとき、本発明の特徴及び利点が以下の詳細な説明から明らかになり得る。

40

## 【図面の簡単な説明】

## 【 0 0 4 7 】

【図 1】捕捉及び分配ワークフロー内で OETF を使用してピクチャを符号化する一例示的方法を示す図である。

【図 2】本原理による、パラメータ化された OETF を使用してピクチャを符号化するための一例示的方法を示す図である。

【図 3】本原理による、パラメータ化された OETF のパラメータを符号化するための一例示的方法を示す図である。

【図 4】分配及びレンダリングシステム内で EOTF 又はパラメータ化された逆 OETF

50

を使用して符号化ピクチャを復号するための一例示的方法を示す図である。

【図 5】本原理による、パラメータ化された E O T F 又はパラメータ化された逆 O E T F のパラメータを復号するための一例示的方法を示す図である。

【図 6】本原理による、パラメータ化された O E T F を使用してピクチャを符号化する一例示的スキームを示す図である。

【図 7】本原理による、パラメータ化された E O T F 又はパラメータ化された逆 O E T F を使用して符号化ピクチャを復号する一例示的スキームを示す図である。

【図 8】図 1 ~ 図 7 に関して説明する方法を実施するように構成され得る装置の一例示的アーキテクチャを示す。

【図 9】既存の他の O E T F に対する、本原理による ( T C H とラベル付けした ) パラメータ化された O E T F の性能結果を例示するグラフの一例を示す。

10

【図 10 A】S M P T E S T 2084 O E T F 曲線に対する、本原理による ( T C H とラベル付けした ) パラメータ化された O E T F の結果の性能を例示するグラフの一例を示す。

【図 10 B】Barten M T F ( 変調伝達関数 ) 曲線に対する、本原理による ( T C H とラベル付けした ) パラメータ化された O E T F の結果の性能を例示するグラフの一例を示す。

【図 10 C】B B C O E T F 曲線に対する、本原理による ( T C H とラベル付けした ) パラメータ化された O E T F の結果の性能を例示するグラフの一例を示す。

【図 11 A】S M P T E S T 2084 O E T F 曲線に対する、本原理による ( T C H とラベル付けした ) パラメータ化された E O T F ( 又は逆 O E T F ) の結果の性能を例示するグラフの一例を示す。

20

【図 11 B】Barten M T F 曲線に対する、本原理による ( T C H とラベル付けした ) パラメータ化された E O T F ( 又は逆 O E T F ) の結果の性能を例示するグラフの一例を示す。

【図 11 C】B B C O E T F 曲線に対する、本原理による ( T C H とラベル付けした ) パラメータ化された E O T F ( 又は逆 O E T F ) の結果の性能を例示するグラフの一例を示す。

【図 12 A】S M P T E S T 2084 O E T F 曲線に対する、本原理による ( T C H とラベル付けした ) パラメータ化された O E T F の結果の性能を例示するグラフの一例を示す。

30

【図 12 B】Barten M T F 曲線に対する、本原理による ( T C H とラベル付けした ) パラメータ化された O E T F の結果の性能を例示するグラフの一例を示す。

【図 12 C】B B C O E T F 曲線に対する、本原理による ( T C H とラベル付けした ) パラメータ化された O E T F の結果の性能を例示するグラフの一例を示す。

【図 13 A】S M P T E S T 2084 O E T F 曲線に対する、本原理による ( T C H とラベル付けした ) パラメータ化された E O T F ( 又は逆 O E T F ) の結果の性能を例示するグラフの一例を示す。

【図 13 B】Barten M T F 曲線に対する、本原理による ( T C H とラベル付けした ) パラメータ化された E O T F ( 又は逆 O E T F ) の結果の性能を例示するグラフの一例を示す。

40

【図 13 C】B B C O E T F 曲線に対する、本原理による ( T C H とラベル付けした ) パラメータ化された E O T F ( 又は逆 O E T F ) の結果の性能を例示するグラフの一例を示す。

【発明を実施するための形態】

【0048】

本原理は、画像及びビデオを処理するためのパラメータ化された O E T F 及び E O T F を対象とする。とりわけ本原理は、現行規格の被選択 O E T F / E O T F の提案、将来の規格の O E T F / E O T F の提案、又はカスタム O E T F / E O T F の提案の挙動を O E T F / E O T F 曲線がモデリングすることを可能にする複数のパラメータに基づく 1 対の O E T F / E O T F 曲線を対象とする。

50

## 【 0 0 4 9 】

本原理は、様々な市場、事例、及び／又は用途に適応可能な O E T F / E O T F を提供することを対象とする。O E T F / E O T F は、O E T F / E O T F がコンテンツに動的に適応することを可能にするために変更され又は調節され得る複数のパラメータに基づいて適応できる。パラメータ設定は、例えばコンテンツごとに、動画ごとに、又はフレームごとに得ることができ、それらのパラメータ設定はディスプレイ側で復号するためのメタデータとして（例えば H D M I リンクによるメタデータチャンネルを使用して）伝達され得る。

## 【 0 0 5 0 】

本原理は、一連の連続した規格化に適応可能であり、従ってアップグレード経路を提供し又は前方互換性を可能にする適応型の O E T F / E O T F の対を対象とする。パラメータは、所要の任意のビット深度、ピーク輝度、及び黒レベルについて導出され得る。従って、変化のないシナリオでは、現在の市場の需要にマッチするように 1 組のパラメータを現時点で規格化することができ、将来は将来の市場動向にマッチするようにビット深度、ピーク輝度、及び黒レベルに関して異なるパラメータの組を規格化することができる。

10

## 【 0 0 5 1 】

本原理は、パラメータを適切に選択することによって既存の提案と互換性がある適応型の O E T F / E O T F の対を対象とする。

## 【 0 0 5 2 】

本原理は、人間の視覚をモデリングする変調伝達関数及び参照表に対して最適化される O E T F / E O T F を対象とする。

20

## 【 0 0 5 3 】

本原理は、O T T ストリーミング、ブロードキャスト、Blu-ray ディスクや D V D による配布等のためにグレーディングされるコンテンツ等、様々な使用事例の性能にマッチするためのパラメータも提供する。分配メカニズムごとに最適な符号化を可能にするように適応型の O E T F / E O T F の対のパラメータが設定され得る。これらのパラメータは、既存の O E T F / E O T F の提案にマッチするようにも設定され得る。

## 【 0 0 5 4 】

本原理は、H D R 画像及びビデオデータの量子化レベルを決定するための、Naka-Rushton の式の新規の改変形態を対象とする。一例では、提案される O E T F が

## 【 数 1 5 】

30

$$\text{等式番号1} \quad V(L) = \frac{SL^n + c}{L^n + st} + m$$

である。

## 【 0 0 5 5 】

等式番号 1 への入力は、絶対的な又は相対的な輝度値 L によって与えられる一方、出力 V は所望のビット深度に量子化され得る。一例では、輝度値 L が  $0 \leq L \leq 1$  であり得る。一例では、輝度値 L が  $0 \leq L \leq 4$  であり得る。一例では、輝度値 L が  $0.005 \leq L \leq 10^4$  であり得る。一例では、所望のビット深度が 10 ビットであり得る。

40

## 【 0 0 5 6 】

輝度は R G B、Y ( Y は C I E Y x y、C I E Y u v、E B U Y ' U ' V '、N T S C Y ' I ' Q '、I T U - R B T . 6 0 1 Y ' P b P r、I T U - R B T . 7 0 9 Y ' C b C r、S E C A M Y ' D b D r、及び K o d a k Y ' C C の少なくとも 1 つを含む色空間内の輝度を表すカラーチャンネルである)、L ( L は C I E L a b 及び C I E L u v の少なくとも 1 つを含む色空間内の輝度チャンネルである)、I ( I は I P T 色空間内の輝度関連チャンネルである)、V ( V は H S V 色空間内の値である)、B ( B は H S B 色空間内の輝度である)、及び I ( I は H S I 色空間内の強度チャンネルである) であり得る。輝度は、線形 R G B の線形結合、又は非線形 R G B の線形結合であるルマとすることもできる。輝度は、S M P T E S T 2 0 8 4 規格によって定められる線形色値 ( Linear Color Val

50

ue)、ITU-R、例えばBT.709-5によって定められる輝度、又は例えば画素値にトーンマッピングを適用した後の非線形輝度とすることもできる。

【0057】

等式番号1のパラメータs、t、c、n、及びmは、提案されるOETF/EOTFの提案ごとに、又は特に予見される使用シナリオ若しくはワークフローごとに設定され得る。或いは、パラメータはビデオコンテンツに基づいて（例えばフレームごとに又はシーケンスごとに）動的に設定され得る。その場合、受信機による適切な復号を可能にするためにパラメータがビデオストリームと共にメタデータとして送信される必要がある。等式番号1のパラメータs、t、c、n、及びmは、等式番号1の出力V(L)が所望の範囲に正規化されるように設定され得る。一例では、V(L)が取る値域が $0 \leq V(L) \leq 1$ である。一例では、V(L)が取る値域が $0 \leq V(L) \leq 4096$ であり、12ビットの全範囲の符号化に対応する。一例では、V(L)が取る値域が $64 \leq V(L) \leq 960$ であり、10ビットの正規範囲に対応する。パラメータは情報源（例えばネットワーク、リンク（例えばHDMI）、アプリケーション、マン/マシンインタフェース）から受信され得る。パラメータはローカルに記憶され得る（例えば予め決められた1組の定義済みのパラメータ）。パラメータは、複数組の既定のパラメータから選択される1組の既定のパラメータとすることができ、各組はビデオコンテンツの特性又は応用（例えばBlu-ray、DVB、HDMI、CEA、ATSC）に関係し得るパラメータ化された伝達関数に関係し得る。

10

【0058】

次いで、元の輝度レベルを回復するために、提案されるOETFの逆方程式が復号後に使用され得る。逆方程式はEOTFであり得る。従って、提案されるEOTF又は逆OETFは

20

【数16】

$$\text{等式番号2} \quad L(V) = \left( \frac{c - (V-m)st}{V-m-s} \right)^{1/n}$$

であり、Vはビデオ符号語に対応し得る。Vは、SMPTE ST 2084規格によって定められるように非線形の色値とすることができ、又はITU-R、例えばBT.709-5によって定められるように電気信号であり得る。Vは等式番号1の出力とすることもできる。

30

【0059】

パラメータs、t、c、n、及びmは、等式番号1によって利用されるパラメータと、等式番号2によって利用される同じパラメータである。これらのパラメータは、ビデオストリームと共にメタデータとして送信されても良く、又はビットストリーム内でシグナリングされ得る。

【0060】

一例では、負値又はゼロ除算を回避するために、等式番号2を

【数17】

$$\text{等式番号3} \quad L(V) = \left( \frac{c - (V-m)st}{\min(V-m-s, M)} \right)^{1/n}$$

40

のように修正することができ、Mは定数であり、例えば(-10-4)に等しい。一例では、定数Mが、再現する必要がある妥当な最小輝度値を1桁下回る値の負であるように選択され、V-m-sは通常負になる。関係する入力と共に等式番号3が使用される場合、この定数は使用事例に応じてより大きいように又はより小さいように選択され得る。

【0061】

上記の等式番号1～3は、様々な目標を実現するためにパラメータ化され得る。つまり、

50

等式番号 1 ~ 3 及び特定の目標を実現するためにパラメータに与えられる値を用いて画像及びビデオの処理が行われ得る。様々なパラメータセット（例えばパラメータ（s、t、c、n、及びm）の様々な組）はそれぞれ異なる目標を実現し得る。例えば、様々なパラメータセットによって実現され得る一部の目標は、

- ・任意の妥当な輝度範囲及びビット深度についてBartenのコントラスト感度測定をマッチング/モデリングすること、
  - ・S M P T E S T 2 0 8 4 曲線をマッチング/モデリングすること、
  - ・提案されたPhilipsのO E T F / E O T F をマッチング/モデリングすること、及び
  - ・A R I B S T D - B 6 7 曲線（本明細書ではB B C / N H K 又はB B C 曲線と呼ぶ）をマッチング/モデリングすること
- を含み得る。

10

#### 【0062】

O E T F の等式は解析的に可逆なので、O E T F を適用し、その後で二重逆O E T F（dual inverse OETF）（この事例ではE O T F）を適用することは、量子化アーティファクトによって生じ得る小さな変化の例外はあるが元の入力値を返す。特定のパラメータ設定では、O E T F が二回適用されることは、元と同じ形式の関数をもたらすことも示し得る。従ってそれらのパラメータでは、以下で更に説明するように等式が冪等である。

#### 【0063】

最後に、トーンマッピング又はトーン再現に同じ等式が使用され得る。つまり、符号器側でO E T F を適用することは旧来の装置上で表示するのに適した、見るに耐える画像をもたらす。ターゲットディスプレイが（例えばB T . 7 0 9 O E T F に応答しB T . 1 8 8 6 E O T F を使用する）旧来のS D R 装置である場合、結果として生じるデータを提案される逆O E T F 関数に通すことなしにビデオストリームを復号することができる。提案される逆O E T F 関数を使用することは、ターゲットディスプレイがH D R 装置である場合にのみ必要である。

20

#### 【実施例】

#### 【0064】

##### 実施例 1

本原理の一態様は、汎用モデル及び1組のパラメータを利用して記述される1対のO E T F / E O T F 曲線を対象とする。パラメータを調節することは、複数の規格の又はカスタムのO E T F / E O T F の対のうちの1つと同様に汎用モデルが機能し得るようにO E T F / E O T F 曲線の汎用モデルを調節する。復号器/レンダリング装置が逆O E T F 又はE O T F を再構築できるようにするために、パラメータは（例えばM P E G 分配規格によって定められる、又はA T S C、B D A、D V B 等の応用規格化委員会によって定められる）ビットストリーム内で、又はビデオ信号の標準仕様（例えばI T U - R、S M P T E、C E A、H D M I）内でシグナリングされ得る。

30

#### 【0065】

##### 実施例 2

本原理による一例では、O E T F / E O T F の汎用モデルが上記の等式番号 1 ~ 3 に基づき得る。

40

#### 【0066】

汎用モデルO E T F の一例は等式番号 1 :

#### 【数 1 8】

$$\text{等式番号1} \quad V(L) = \frac{sL^{n+c}}{L^{n+st}} + m$$

に基づき得る。

#### 【0067】

汎用モデル逆O E T F 又はE O T F の一例は等式番号 2 :

50

【数 1 9】

$$\text{等式番号2} \quad L(V) = \left( \frac{c - (V-m)st}{V-m-s} \right)^{1/n}$$

に基づき得る。

【0 0 6 8】

汎用モデル逆 O E T F 又は E O T F の一例は等式番号 3 :

【数 2 0】

$$\text{等式番号3} \quad L(V) = \left( \frac{c - (V-m)st}{\min(V-m-s, M)} \right)^{1/n}$$

10

に基づくことができ、M は定数であり、例えば ( - 1 0 - 4 ) に等しい。

【0 0 6 9】

実施例 3

本原理による一例では、パラメータを 4 つしか含まない汎用 O E T F モデルの代替形態が

【数 2 1】

$$\text{等式番号4} \quad V(L) = \frac{sL^n + c}{L^n + st}$$

20

のように構築され得る。

【0 0 7 0】

パラメータを 4 つしか含まず、等式番号 4 に対応する汎用逆 O E T F 又は E O T F モデルの代替形態を

【数 2 2】

$$\text{等式番号5} \quad L(V) = \left( \frac{c - Vst}{\min(V-s, M)} \right)^{1/n}$$

30

のように構築することができ、M は定数であり、例えば ( - 1 0 - 4 ) に等しい。本発明の別の実装形態によれば、等式番号 5 では n が変数パラメータであり又は例えば 1 に等しい固定値を有する。

【0 0 7 1】

実施例 4

パラメータを 4 つしか含まず、等式番号 4 に対応する汎用逆 O E T F 又は E O T F モデルの代替形態を

【数 2 3】

$$\text{等式番号6} \quad L(V) = \left( \frac{c - Vst}{V-s} \right)^{1/n}$$

40

のように構築することができる。

【0 0 7 2】

実施例 5

本原理による一例では、汎用 O E T F / E O T F の対の代替形態が以下のように生じ得るトーンマッピングの使用事例に使用され得る。

【0 0 7 3】

一例では、制作後に撮影監督及びカラリストが何らかのコンテンツの H D R グレードを作

50

り出すことができる。ピクチャ（又はビデオ）のグレーディングとは、目標とする所与の用途（例えば劇場公演、ホームエンターテインメント、ブロードキャスト）に芸術的意図を吹き込むためにピクチャ（又はビデオ）の色を変える／向上させるプロセスである。このHDRビデオ信号の特定場面を符号化するためにOETFが直接使用されても良く、OETFは等式番号1及び4に記載したものに基つき得る。

【0074】

次いで、特定のトーンマッピング又はトーン再現オペレータ（TMO）を使用して低ダイナミックレンジグレードが導出され得る。TMOは、典型的にはピクチャ又は画像の元の輝度値域を、ディスプレイによって再現され得るより低い輝度値域にマップする。例えばTMOは、HDRグレードのダイナミックレンジを標準ダイナミックレンジ（SDR）グレードにマップし得る。常にではないが多くの場合、トーンマッピング又はトーン再現は元のカラーピクチャ又は画像から導出される輝度チャンネルに対して行われる。

10

【0075】

一例では、任意のTMOが使用され得る。別の例ではTMOが以下の等式に基つき得る。

【数24】

$$\text{等式番号7} \quad T(L) = \frac{sL^n + c}{L^n + st} + m$$

これは提案されるOETFと同じ形式のTMOである。

20

【0076】

次いで、結果として生じるトーンマッピング済みのコンテンツT(L)が（例えばAVCやHEVC等のMP EGビデオ符号化規格、又は単一ピクチャでは例えばJPE Gを使用して）分配のために符号化され得る。次いで、分配のために符号化する前に、トーンマッピング済みのコンテンツT(L)に対してOETFの僅かな改変形態が適用され得る。このOETFの改変形態は次式の通りである。

【数25】

$$\text{等式番号8} \quad V(L) = \frac{aL+u}{L+ab} + k$$

30

【0077】

指数nがOETF内で除去されていることを除き、OETF及びTMOは同じ形式のものであることに留意されたい。TMOが最初に適用され、次いでOETFが適用される場合、最終結果がトーンマッピング済みのコンテンツと同じ形式を有することを示すことができ、即ち次式が成立する。

【数26】

$$\text{等式番号9} \quad V(T(L)) = \frac{\frac{as+am+u}{s+m+ab}L^n + \frac{ac+stam+stu}{s+m+ab}}{L^n + \frac{c+stm+stab}{s+m+ab}} + k$$

40

【0078】

L以外の全ての変数は定数なので、この等式は下記の形式のものである。

【数27】

$$\text{等式番号10} \quad V(T(L)) = \frac{a'L^n + u'}{L^n + a'b'} + k$$

【0079】

このシナリオでは、パラメータs、t、c、及びmが創作的意図を吹き込むためにカラリ

50



ストによって設定され得る。OETFを適用した後の結果、即ち $V(T(L))$ が $T(L)$ と同じ関数形式を有するので、OETFを適用することによって監督の意図が影響を受けることがないことが見て取れる。

【0080】

カラリストは指数 $n$ を利用できないが、指数 $n$ はTMOの一部である。信号 $T(L)$ の最適な符号化及び伝送を可能にするためにパラメータ $a$ 、 $b$ 、 $u$ 、 $k$ 、並びに $n$ が与えられる。

【0081】

このシナリオでは、監督の意図と一致するように、等式10中のパラメータ $a'$ 、 $b'$ 、及び $u'$ が等式9中の対応する定数にマッチするように設定される。このことは、3つの未知数、つまり $a$ 、 $b$ 、及び $u$ を有する3つの等式をもたす。この3つの方程式系を解くと下記が得られる。

10

【数28】

$$a = \frac{s^2 t (u' - a' s t)}{u' - s^3 t^2 - a' b' c - a' s t - c s t + a' b' s^2 t}$$

$$b = \frac{-(mu' + su' - a'^2 t - ms^3 t^2 - a' m s t + c m s t + a' b' s^3 t - a' b' c m - a' b' c s + a' b' m s^2 t)}{s^2 t (u' - a' s t)}$$

$$u = \frac{s^2 t (a' c - mu' - su' + a' m s t)}{u' - s^3 t^2 - a' b' c - a' s t + c s t + a' b' s^2 t}$$

20

【0082】

$a$ 、 $b$ 、及び $u$ （並びに $k$ ）のこれらの値は、トーンマッピング済みのコンテンツ $T(L)$ に適切なOETFを適用するために等式8の中で使用することができる。

【0083】

実施例6

本原理による一例では、OETF/EOTFパラメータが明示的にシグナリングされるのか、マッチする/既存のOETF/EOTFの対に対応するパラメータの1組の既定値に対応するインデックス値又はインジケータから導出されたのかを示すために、フラグが有利にシグナリングされ得る。一例では、かかるシグナリングのための構文が以下で構成され得る。

30

【0084】

【表1】

transfer_function_bit_depth_minus8	u(4)
transfer_function_type_flag	u(1)
transfer_function_predefined_flag	u(1)
if( transfer_function_predefined_flag )	
transfer_function_predefined_idc	u(8)
else {	
tf_log2_denom	u(10)
tf_param_s	u(10)
tf_param_t	u(10)
tf_param_c	u(10)
tf_param_n	u(10)
tf_param_m	u(10)
}	

40

表1:汎用 OETF/EOTF パラメータを符号化するための構文の例

【0085】

50

関連するセマンティクスを以下のように定めることができる。

【 0 0 8 6 】

transfer\_function\_bit\_depth\_minus8 プラス 8 は、伝達関数メタデータを解釈するための、関連ピクチャのルマ及びクロマ成分又は輝度成分若しくは R G B 成分のビット深度を指定する：

$\text{bit\_depth} = \text{transfer\_function\_bit\_depth\_minus8} + 8$

【 0 0 8 7 】

0 に等しい transfer\_function\_type\_flag は、曲線モデル / 伝達関数が E O T F を特徴付けることを示す。1 に等しい transfer\_function\_type\_flag は、曲線モデル / 伝達関数が O E T F を特徴付けることを示す。transfer\_function\_type\_flag がいない場合、transfer\_function\_type\_flag は 0 に等しいと推論される。

【 0 0 8 8 】

1 に等しい transfer\_function\_predefined\_flag は、構文要素 transfer\_function\_predefined\_idc があることを示す。0 に等しい transfer\_function\_predefined\_flag は、構文要素 transfer\_function\_predefined\_idc がいないことを示す（伝達関数モデルのパラメータが明示的に符号化される）。

【 0 0 8 9 】

transfer\_function\_predefined\_idc のセマンティクスは Error! Reference source not found. の中で定義され得る。

【 0 0 9 0 】

【表 2】

transfer_function_predefined_idc	既定の伝達関数モデル
0	Barten の曲線
1	SMPTE ST 2084 TF (PQ TF)
2	BBC TF
3	Philips TF
4..255	ITU-T   ISO/IEC が将来使用するのためのもの

表 2: transfer\_function\_predefined\_idc のセマンティック

【 0 0 9 1 】

transfer\_function\_predefined\_idc 及び transfer\_function\_type\_flag の関連付けは、どの E O T F 又は O E T F がモデリングされるのかを明らかにすることを可能にし得る。

【 0 0 9 2 】

tf\_log2\_denom は、全てのパラメータ (tf\_param\_s、tf\_param\_t、tf\_param\_c、tf\_param\_n、tf\_param\_m) の分母の 2 を底とする対数を指定する。tf\_log2\_denom の値は 0 から 15 の範囲内にあるべきである。ない場合、tf\_log2\_denom の値は 0 に等しいと推論される。

【 0 0 9 3 】

或いは、規格（例えば H E V C / H . 2 6 5、A V C / H . 2 6 4、M P E G - 2、J P E G、又は任意の現在の若しくは将来の修正案）によるシグナリングが V U I / S P S / P P S / S E I 構文 / 構造内に挿入されても良い。

【 0 0 9 4 】

実施例 7

一例では、本原理の一態様が、ピクチャのビット深度に応じて変わり得る汎用伝達関数 (TF) モデルのパラメータを対象とする。その場合、

・例えば以下の「Barten の曲線」及び S M P T E S T 2 0 8 4 伝達関数等、表 2 の中に項目を追加して以下の表 3 をもたらすことにより、

【 0 0 9 5 】

10

20

30

40

50

【表 3】

transfer_function_predefined_idc	既定の伝達関数モデル
0	Bartenの曲線 (10ビット)
1	Bartenの曲線 (12ビット)
2	SMPTE ST 2084 TF (10ビット)
3	SMPTE ST 2084 TF (12ビット)
4	BBC EOTF
5	Philips EOTF
6..255	ITU-T   ISO/IECが将来使用するのためのもの

表 3 transfer\_function\_predefined\_idc のセマンティック(改変形態)

10

【 0 0 9 6 】

・又はbit\_depth及びtransfer\_function\_predefined\_idcの組合せとして既定のパラメータを選択することにより、  
パラメータの既定値をシグナリングすることができる。

【 0 0 9 7 】

有利には、パラメータを符号化するために使用される構文要素のサイズが一部のパラメータについて異なり得る。

【 0 0 9 8 】

有利には、パラメータの数が調節可能であり、構文内で示され得る（表 4 に示されている例の中のtf\_num\_param\_minus1を参照されたい）。

20

【 0 0 9 9 】

有利には、パラメータtf\_log2\_denomがパラメータごとに指定され得る。

【 0 1 0 0 】

【表 4】

transfer_function_bit_depth_minus8	u(4)
transfer_function_type_flag	u(1)
transfer_function_predefined_flag	u(1)
if( transfer_function_predefined_flag )	
transfer_function_predefined_idc	u(8)
else {	
tf_num_param_minus1	u(3)
for ( i=0 ; i<= tf_num_param_minus1; i++ ) {	
tf_log2_denom[i]	u(10)
tf_param_value[i]	se(v)
}	
}	

表 4:汎用 TF パラメータを符号化するための構文の例

30

【 0 1 0 1 】

tf\_num\_param\_minus1のセマンティクスは以下のように定義され得る。

【 0 1 0 2 】

tf\_num\_param\_minus1 プラス 1 は、伝達関数を定めるパラメータ値の数を指定する。

40

【 0 1 0 3 】

有利には、パラメータtf\_log2\_denomはパラメータごとにシグナリングされないが、セマンティクス内に存在する（表 5 ）。

【 0 1 0 4 】

有利には、各パラメータの構文要素のサイズが固定されず、構文要素によって指示されても、可変長符号（例えばA V C / H . 2 6 4やH E V C / H . 2 6 5内で定められるu(v)、se(v)、ue(v)、ae(v)等）によって符号化されても良い。

【 0 1 0 5 】

50

【表 5】

<b>transfer_function_bit_depth_minus8</b>	u(4)
<b>transfer_function_type_flag</b>	u(1)
<b>transfer_function_predefined_flag</b>	u(1)
if( <b>transfer_function_predefined_flag</b> )	
<b>transfer_function_predefined_idc</b>	u(8)
else {	
<b>tf_num_param_minus1</b>	u(3)
for ( i=0 ; i<= <b>tf_num_param_minus1</b> ; i++ )	
<b>tf_param_value[i]</b>	se(v)
}	

表 5:汎用 TF パラメータを符号化するための構文の例

10

【 0 1 0 6 】

## 実施例 8

一例では、本原理の一態様がビデオビットストリームにおいて、H E V C 又は A V C ビデオ符号化規格の S E I 内のパラメータを定めることを対象とする（表 6）。一例として構文は表 4 に基づくが、表 1、表 5、又は他の派生構文構造に直接拡張されても良い。

【 0 1 0 7 】

【表 6】

<b>transfer_function_info</b> ( payloadSize ) {	
<b>transfer_function_id</b>	ue(v)
<b>transfer_function_cancel_flag</b>	u(1)
if( ! <b>transfer_function_cancel_flag</b> ) {	
<b>transfer_function_persistence_flag</b>	u(1)
<b>transfer_function_bit_depth_minus8</b>	u(4)
<b>transfer_function_type_flag</b>	u(1)
<b>transfer_function_predefined_flag</b>	u(1)
if( <b>transfer_function_predefined_flag</b> )	
<b>transfer_function_predefined_idc</b>	u(8)
else {	
<b>tf_num_param_minus1</b>	u(3)
for ( i=0 ; i<= <b>tf_num_param_minus1</b> ; i++ ) {	
<b>tf_log2_denom[i]</b>	u(10)
<b>tf_param_value[i]</b>	se(v)
}	
}	
}	

表 6:SEI メッセージ内の汎用 TF パラメータを符号化するための構文の例

20

30

【 0 1 0 8 】

表 6 に関する新たな構文要素に関連する補足的なセマンティクスを以下のように定める。

【 0 1 0 9 】

**transfer\_function\_id**は、伝達関数情報の目的を識別するために使用され得る識別番号を含む。**transfer\_function\_id**の値は 0 から  $2^{32} - 2$  の範囲内にあるべきである。

40

【 0 1 1 0 】

1 に等しい**transfer\_function\_cancel\_flag**は、伝達関数情報 S E I メッセージが、現在のレイヤに当てはまる出力オーダ ( output order ) 内の過去の如何なる伝達関数 S E I メッセージの持続性も取り消すことを示す。0 に等しい**transfer\_function\_cancel\_flag**は伝達関数情報が続くことを示す。

【 0 1 1 1 】

**transfer\_function\_persistence\_flag**は、現在のレイヤにわたる伝達関数情報 S E I メッセージの持続性を指定する。0 に等しい**transfer\_function\_persistence\_flag**は、伝達関数情報が現在のピクチャにしか適用されないことを指定する。

50

## 【 0 1 1 2 】

一例では、picAを現在のピクチャと仮定されたい。1に等しいtransfer\_function\_persistence\_flagは、以下の条件の何れかが真であるまで出力オーダ内で伝達関数情報が現在のレイヤにわたって持続することを指定する。

- 現在のレイヤの新たなCLVSが始まる。

- ビットストリームが終わる。

- transfer\_function\_idの同じ値を有し、現在のレイヤに適用できる伝達関数情報SEIメッセージを含むアクセスユニット内の現在のレイヤ内のピクチャpicBが出力され、picBのピクチャオーダカウン트의復号プロセスの呼び出し直後にPicOrderCnt(picB)がPicOrderCnt(picA)を上回り、PicOrderCnt(picB)及びPicOrderCnt(picA)はpicB及びpicAそれぞれのPicOrderCntVal値である。

10

## 【 0 1 1 3 】

表6の中のtransfer\_function\_cancel\_flag及びtransfer\_function\_persistence\_flagの補足的な構文要素は、そのパラメータが（シーケンスやピクチャごとに）経時変化し得る又は（シーケンスやピクチャごとに）持続したままであり得る伝達関数の動的適応に対応できるようにする。別の実施形態では、それらの構文要素が存在しない場合がある（持続性がセマンティクス内で直接管理される）。

## 【 0 1 1 4 】

## 実施例9

一例では、本原理の一態様がビットストリームにおいて、ピクチャパラメータセット（PPS）内のパラメータを定めることを対象とする。一例として構文は表4に基づくが、表1、表5、又は他の派生構文構造に直接拡張されても良い。\*\*\*を有するフィールドは、HEVCの既存の構文と比較して新しい。

20

## 【 0 1 1 5 】

## 【表7】

pic_parameter_set_rbsp( ) {	記述子
pps_pic_parameter_set_id	uc(v)
pps_seq_parameter_set_id	uc(v)
...	
pps_extension_present_flag	u(1)
if( pps_extension_present_flag ) {	
pps_range_extension_flag	u(1)
pps_multilayer_extension_flag	u(1)
*** pps_hdr_extension_flag	u(1)
*** pps_extension_5bits	u(5)
}	
if( pps_range_extension_flag )	
pps_range_extension( )	
if( pps_multilayer_extension_flag )	
pps_multilayer_extension( ) /* Annex Fの中で明示されている*/	
*** if( pps_hdr_extension_flag )	
*** pps_hdr_extension( ) /* Annex Xの中で明示されている*/	
if( pps_extension_5bits )	
while( more_rbsp_data( ) )	
pps_extension_data_flag	u(1)
rbbsp_trailing_bits( )	
}	

30

40

表 7:PPS 内の汎用 TF パラメータを追加するための構文の例

## 【 0 1 1 6 】

新たな構文要素のセマンティクスは下記の通りである。

## 【 0 1 1 7 】

1に等しいpps\_hdr\_extension\_flagは、PPS RBSP構文構造内にpps\_hdr\_extension( )構文構造があることを指定する。0に等しいpps\_hdr\_extension\_flagはこの構文構造

50

がないことを指定する。ない場合、pps\_hdr\_extension\_flagの値は0に等しいと推論される。

【0118】

pps\_extension\_5bits : pps\_hdr\_extension\_flagのために1ビット追加されるので、バイト境界を合わせるためにH.265 / H.266仕様のpps\_extension\_6bitをpps\_extension\_5bitsに変更する。

【0119】

pps\_extension\_5bits等の拡張フラグは、規格の旧バージョンを実装する装置のための後方互換性を保ちながら、規格が拡張するための柔軟性を与えることに留意されたい。拡張部分内に追加される新たな機能は、新たな規格を実装する新たな装置によって読み取られる一方、以前の規格のバージョンを実装する旧来の装置はそれらのフラグを単に破棄する。

【0120】

【表8】

***pps_hdr_extension() {	記述子
***transfer_function_bit_depth_minus8	u(4)
***transfer_function_type_flag	u(1)
***transfer_function_predefined_flag	u(1)
***if( transfer_function_predefined_flag )	
***transfer_function_predefined_idc	u(8)
***else {	
***tf_num_param_minus1	u(3)
***for( i=0; i<= tf_num_param_minus1; i++ ) {	
***tf_log2_denom[i]	u(10)
***tf_param_value[i]	se(v)
*** }	
*** }	

表 8: PPS 内の汎用 TF パラメータを符号化するための構文の例

【0121】

実施例 10

一例では、本原理の一態様がビデオビットストリームにおいて、シーケンスパラメータセット (SPS) 内のパラメータを定めることを対象とする。一例として構文は表4に基づくが、表1、表5、又は他の派生構文構造に直接拡張されても良い。

【0122】

10

20

30

40

50

【表 9】

seq_parameter_set_rbsp( ) {	記述子
sps_video_parameter_set_id	u(4)
sps_max_sub_layers_minus1	u(3)
sps_temporal_id_nesting_flag	u(1)
profile_tier_level( 1, sps_max_sub_layers_minus1 )	
sps_seq_parameter_set_id	ue(v)
chroma_format_idc	ue(v)
...	
sps_extension_present_flag	u(1)
if( sps_extension_present_flag ) {	
sps_range_extension_flag	u(1)
sps_multilayer_extension_flag	u(1)
*** sps_hdr_extension_flag	u(1)
*** sps_extension_5bits	u(5)
}	
if( sps_range_extension_flag )	
sps_range_extension( )	
if( sps_multilayer_extension_flag )	
sps_multilayer_extension( ) /* Annex Fの中で明示されている*/	
***if( sps_hdr_extension_flag )	
*** sps_hdr_extension( ) /* Annex Xの中で明示されている*/	
if( sps_extension_5bits )	
while( more_rbsp_data( ) )	
sps_extension_data_flag	u(1)
rbsp_trailing_bits( )	
}	

表 9:SPS 内の汎用 TF パラメータを追加するための構文の例

【 0 1 2 3 】

【表 10】

***sps_hdr_extension( ) {	記述子
***transfer_function_bit_depth_minus8	u(4)
***transfer_function_type_flag	u(1)
***transfer_function_predefined_flag	u(1)
***if( transfer_function_predefined_flag )	
***transfer_function_predefined_idc	u(8)
***else {	
***tf_num_param_minus1	u(3)
***for ( i=0 ; i<= tf_num_param_minus1; i++ ) {	
***  tf_log2_denom[i]	u(10)
***  tf_param_value[i]	se(v)
***}	
***}	

表 10:SPS 内の汎用 TF パラメータを符号化するための構文の例

【 0 1 2 4 】

## 実施例 1 1

一例では、本原理の一態様がビデオビットストリームにおいて、パラメータを指示し、そのパラメータをビデオユーザビリティ情報（VUI）内で定めることを対象とする。一例として構文は表 4 に基づくが、表 1、表 5、又は他の派生構文構造に直接拡張されても良い。

【 0 1 2 5 】

10

20

30

40

50

【表 1 1】

vui_parameters( ) {	記述子
<b>aspect_ratio_info_present_flag</b>	u(1)
if( aspect_ratio_info_present_flag ) {	
<b>aspect_ratio_idc</b>	u(8)
if( aspect_ratio_idc == EXTENDED_SAR ) {	
<b>sar_width</b>	u(16)
<b>sar_height</b>	u(16)
}	
}	
...	
<b>bitstream_restriction_flag</b>	u(1)
if( bitstream_restriction_flag ) {	
<b>tiles_fixed_structure_flag</b>	u(1)
<b>motion_vectors_over_pic_boundaries_flag</b>	u(1)
<b>restricted_ref_pic_lists_flag</b>	u(1)
<b>min_spatial_segmentation_idc</b>	ue(v)
<b>max_bytes_per_pic_denom</b>	ue(v)
<b>max_bits_per_min_cu_denom</b>	ue(v)
<b>log2_max_mv_length_horizontal</b>	ue(v)
<b>log2_max_mv_length_vertical</b>	ue(v)
}	
*** <b>transfer_function_present_flag</b>	u(1)
*** if( transfer_function_present_flag ) {	
*** <b>transfer_function_bit_depth_minus8</b>	u(4)
*** <b>transfer_function_type_flag</b>	u(1)
*** <b>transfer_function_predefined_flag</b>	u(1)
***   if( transfer_function_predefined_flag )	
*** <b>transfer_function_predefined_idc</b>	u(8)
***    else {	
*** <b>tf_num_param_minus1</b>	u(3)
***      for ( i=0 ; i<= tf_num_param_minus1; i++ ) {	
*** <b>tf_log2_denom[i]</b>	u(10)
*** <b>tf_param_value[i]</b>	se(v)
***      }	
***    }	
*** }	
*** }	

表 11: VUI 内の汎用 TF パラメータを符号化するための構文の例

## 【0 1 2 6】

別の例として、伝達特性セマンティクスが更新され得る。典型的には、以下のように（ITU-R 又は SMPTE 規格内で参照され又は固定され得る）汎用 EOTF / OETF の固定パラメータの一実施形態を組み込むために H.265 の表 E.4 が更新され得る。

## 【0 1 2 7】

10

20

30

40

50



【表 1 2】

値	伝達特性	注記	
0	確保済み	ITU-T   ISO/IECが将来使用するためのもの	
1	$V = \alpha * L_c^{0.45} - (\alpha - 1)$ $V = 4.500 * L_c$	$1 \geq L_c \geq \beta$ の場合 $\beta > L_c \geq 0$ の場合	Rec. ITU-R BT.709-5 Rec. ITU-R BT.1361 従来の色域系 (値6, 14, 及び15と機能的に同じ)
2	未指定	画像特性が未知であり、又はアプリケーションによって決定される	
3	確保済み	ITU-T   ISO/IECが将来使用するためのもの	
4	想定されるディスプレイガンマ2.2	Rec. ITU-R BT.470-6 System M (史料) 米国テレビジョン方式委員会 1953 カラーテレビのための伝送規格のための推奨 米国連邦通信委員会 Title 47 Code of Federal Regulations (2003) 73.682 (a) (20) Rec. ITU-R BT.1700 (2007 revision) 625 PAL及び625 SECAM	
5	想定されるディスプレイガンマ2.8	Rec. ITU-R BT.470-6 System B, G (史料)	
6	$V = \alpha * L_c^{0.45} - (\alpha - 1)$ $V = 4.500 * L_c$	$1 \geq L_c \geq \beta$ の場合 $\beta > L_c \geq 0$ の場合	Rec. ITU-R BT.601-6 525又は625 Rec. ITU-R BT.1358 525又は625 Rec. ITU-R BT.1700 NTSC 映画テレビ技術者協会170M (2004) (値1, 14, 及び15と機能的に同じ)
7	$V = \alpha * L_c^{0.45} - (\alpha - 1)$ $V = 4.0 * L_c$	$1 \geq L_c \geq \beta$ の場合 $\beta > L_c \geq 0$ の場合	映画テレビ技術者協会240M (1999)
8	$V = L_c$	$L_c$ の全ての値について	線形伝達特性
9	$V = 1.0 + 1.0 \log_{10}(L_c) + 2$ $V = 0.0$	$1 \geq L_c \geq 0.01$ の場合 $0.01 > L_c \geq 0$ の場合	対数伝達特性 (100:1の範囲)
10	$V = 1.0 + \log_{10}(L_c) + 2.5$ $V = 0.0$	$1 \geq L_c \geq \sqrt{10} \div 1000$ の場合 $\sqrt{10} \div 1000 > L_c \geq 0$ の場合	対数伝達特性 (100 * $\sqrt{10}$ : 1の範囲)
11	$V = \alpha * L_c^{0.45} - (\alpha - 1)$ $V = 4.500 * L_c$ $V = -\alpha * (-L_c)^{0.45} + (\alpha - 1)$	$L_c \geq \beta$ の場合 $\beta > L_c > -\beta$ の場合 $-\beta \geq L_c$ の場合	IEC 61966-2-4
12	$V = \alpha * L_c^{0.45} - (\alpha - 1)$ $V = 4.500 * L_c$ $V = -(\alpha * (-4 * L_c)^{0.45} - (\alpha - 1)) \div 4$	$1.33 > L_c \geq \beta$ の場合 $\beta > L_c \geq -\gamma$ の場合 $\gamma > L_c \geq -0.25$ の場合	Rec. ITU-R BT.1361 拡張色域系
13	$V = \alpha * L_c^{0.45} - (\alpha - 1)$ $V = 12.92 * L_c$	$1 \geq L_c \geq \beta$ の場合 $\beta > L_c \geq 0$ の場合	IEC 61966-2-1 (sRGB又はsYCC)
14	$V = \alpha * L_c^{0.45} - (\alpha - 1)$ $V = 4.500 * L_c$	$1 \geq L_c \geq \beta$ の場合 $\beta > L_c \geq 0$ の場合	Rec. ITU-R BT.2020 (値1, 6, 及び15と機能的に同じ)
15	$V = \alpha * L_c^{0.45} - (\alpha - 1)$ $V = 4.500 * L_c$	$1 \geq L_c \geq \beta$ の場合 $\beta > L_c \geq 0$ の場合	Rec. ITU-R BT.2020 (値1, 6, 及び14と機能的に同じ)

【 0 1 2 8】

【表 1 3】

値	伝達特性	注記
16	$L_c$ の全ての値について $V = ((c_1 + c_2 * L_c^n) - (1 + c_3 * L_c^n))^m$ $c_1 = c_1 * c_2 + 1 \approx 3424 + 4096 = 0.8359375$ $c_2 = 32 * 2413 \div 4096 = 18.8515625$ $c_3 = 32 * 2392 \div 4096 = 18.6875$ $m = 128 * 2523 \div 4096 = 78.84375$ $n = 0.25 * 2610 \div 4096 = 0.1593017578125$ ピーク白色に関して1に等しい $L_c$ は10 000カンデラ/m <sup>2</sup> の表示輝度レベルに対応することが通常意図される	10, 12, 14, 及び16ビットシステムのための映画テレビ技術者協会ST 2084
17	$L_c$ の全ての値について $V = (48 * L_c \div 52.37) * (1 + 2.6)$ ピーク白色に関して1に等しい $L_c$ は48カンデラ/m <sup>2</sup> の表示輝度レベルに対応することが通常意図される	映画テレビ技術者協会 ST 428-1
***18	$V = (sL_c^n + c) * (L_c^n + s) + m$ $c=X$ $n=X$ $s=X$ $t=X$ $m=X$	固定値を有する1組のパラメータについて提案される汎用OETF
19, 25	確保済み	ITU-T   ISO/IECが将来使用するためのもの

表 12 伝達特性の更新例

【 0 1 2 9】

上記のセマンティクスは等式番号 1 に基づくが、このバージョンの O E T F の定義に限定されず、本明細書に記載の任意の等式及び / 又は本明細書の等式から導出される任意の等式、例えば等式番号 1 から導出される等式に拡張され得る。様々な固定パラメータについて幾つかの項目 ( 行 ) が追加され得る。

【 0 1 3 0】

上記は、一例として H . 2 6 5 / H E V C を使用して様々な構文構造内に変調値を挿入して論じられた。本原理は他の規格にも適用され得る。V U I の実装例 ( 実施例 1 1 ) を除き、既存の又は展開済みの S D R ワークフローとの完全な後方互換性が保たれる。

【 0 1 3 1】

実施例 1 2

10

20

30

40

50

一例では、本原理の一態様が（例えば C E A - 8 6 1 . 3 の拡張又は修正案の中の） C E A（全米家電協会）規格に関する実装を対象とする。この規格は、パラメータ化された E O T F（P - E O T F）のパラメータをレンダリング装置（例えばディスプレイ）に伝えるために例えば H D M I によって使用され得る。例えば、C E A - 8 6 1 . 3 の InfoFrame である Dynamic Range and Mastering InfoFrame は、以下のように更新され得る Static Metadata Descriptor 及び E O T F（表 1 3、表 1 4）を定める。

【 0 1 3 2 】

【表 1 4】

InfoFrame コード種類	InfoFrame 種類 = 0x07				
InfoFrame バージョン番号	Version=0x01				
Info Frame の長さ	次に続く HDR Metadata InfoFrame の長さ				
データバイト 1	E17=0	F16=0	F15=0	F14=0	F13=0
データバイト 2	F27=0	F26=0	F25=0	F24=0	F23=0
データバイト 3	Static_Metadata_Descriptor				
...	...				
データバイト n	...				

表 13 Dynamic Range and Mastering InfoFrame

10

【 0 1 3 3 】

データバイト 1 の E O T F は、ストリーム内で使用される電気光伝達関数（E O T F）を識別する。

【 0 1 3 4 】

【表 1 5】

EOTF	ストリームの EOTF
0	従来のガンマ - SDR 輝度範囲
1	従来のガンマ - HDR 輝度範囲
2	SMPTE ST 2084 [エラー! 参照元が見つかりません。]
***3	パラメータ化された EOTF
4- 7	将来使用するために確保済み

表 14 データバイト 1 - 電気光伝達関数

30

【 0 1 3 5 】

データバイト 2 の Static\_Metadata\_Descriptor\_ID は、データバイト 3 以上で使用される構造を識別する。

【 0 1 3 6 】

【表 1 6】

Static_Metadata_Descriptor_ID	メタデータ記述子
0	Static Metadata Type 1
***1	Static Metadata Type 2 (P-EOTF パラメータ)
2 - 7	将来使用するために確保済み

表 15 データバイト 2 - Static\_Metadata\_ID

40

【 0 1 3 7 】

Static\_Metadata\_Descriptor\_ID=1 の場合、Static\_Metadata\_Descriptor は、パラメータ化された E O T F のパラメータを識別するために定められた、表 1 6 内に定められる構造を使用する。

50

【 0 1 3 8 】

Static Metadata Type 2は以下のように P - E O T F のパラメータを定め得る。

【 0 1 3 9 】

【 表 1 7 】

データバイト番号	内容
***データバイト3	peotf_param_s, LSB
***データバイト4	peotf_param_s, MSB
***データバイト5	peotf_param_t, LSB
***データバイト6	peotf_param_t, MSB
***データバイト7	peotf_param_c, LSB
***データバイト8	peotf_param_c, MSB
***データバイト9	peotf_param_n, LSB
***データバイト10	peotf_param_n, MSB
***データバイト11	peotf_param_m, LSB
***データバイト12	peotf_param_m, MSB

表 16 Static Metadata Descriptor Type 2 (P-EOTF)

【 0 1 4 0 】

セマンティクスは表 1 で提案されたのと同じである。

【 0 1 4 1 】

実施例 1 3

一例では、本原理の一態様がパラメータ（例えばパラメータ（s、t、c、n、m））の既定値を対象とする。一例では、O E T F 曲線のパラメータが様々な既存の O E T F 並びに Barten の C S F に対して最適化され、提案される 1 組の既定のパラメータを（誤差測定と共に）もたらし得る。例えば図 9 は、既存の O E T F 規格又は規格の提案に対して最適化された本原理による T C H 関数を示す結果を示す。

【 0 1 4 2 】

図 9 に示す数学モデルのパラメータは、黒レベルとピーク輝度との間で対数的に間隔を空けられる 1 0 0 0 個のデータ点に基づいて生成された（以下の表 1 7 ~ 2 0 に示す； Philips の O E T F に対するマッチの線形間隔）。一例では、データ点の数が 1 0 0 0 個を上回っても下回っても良い。一例、黒レベル付近及び / 又はピーク輝度付近に追加のデータ点が挿入された状態で、データ点の間隔が対数的であり得る。このことは、曲線の極値付近で十分正確な解を最適化プロセスが見つけるのを助け得る。

【 0 1 4 3 】

本原理による汎用 O E T F  $V(L)$  の出力と、適合が行われた曲線  $V_e(L)$  との平均二乗差として誤差が計算される：

【 数 2 9 】

$$\text{等式番号11} \quad \text{誤差} = \frac{1}{n} \sum_n (V(L) - V_e(L))^2$$

【 0 1 4 4 】

誤差とは、本原理によるパラメータ化された O E T F モデルと、マッチされ又はモデリングされている O E T F（規格、提案された規格、将来の規格又はカスタム）との間の近さの指標である。等式 1 1 で計算される誤差は適切な誤差測度の一例である。一例は、 $V(L)$  及び  $V_e(L)$  に対して  $L_1$  ノルムを使用し得る。

【 0 1 4 5 】

【表 1 8 】

試験条件:			
ピーク: $10^4 \text{ cd/m}^2$			
黒: $10^{-3} \text{ cd/m}^2$			
符号語: 4096 (12 ビットの全範囲)			
パラメータ	Barten の曲線 ( $f = 0.9078$ )	SMPTE ST 2084	Philips EOTF
$s$	1.5000	1.4417	1.0667
$t$	3.8408	4.4059	21.245
$c$	-1.1103	-1.1146	-9.7546
$n$	0.25451	0.27182	0.46363
$m$	0.097763	0.10817	0.2885
誤差	$5.10 \times 10^{-6}$	$2.697 \times 10^{-6}$	$5.2488 \times 10^{-5}$

表 17

10

【 0 1 4 6 】

【表 1 9 】

試験条件:			
ピーク: $10^4 \text{ cd/m}^2$			
黒: $0.005 \text{ cd/m}^2$			
符号語: 4096 (12 ビットの全範囲)			
パラメータ	Barten の曲線 ( $f = 0.89222$ )	SMPTE ST 2084	Philips EOTF
$s$	1.5312	1.4598	1.0695
$t$	3.6965	4.2899	21.0024
$c$	-1.1959	-1.1213	-9.6815
$n$	0.24959	0.2681	0.46248
$m$	0.09586	0.10526	0.28698
誤差	$3.8983 \times 10^{-6}$	$1.913 \times 10^{-6}$	$5.1925 \times 10^{-5}$

表 18

20

30

【 0 1 4 7 】

40

50

## 【表 2 0】

試験条件:

ピーク: $10^4\text{ cd/m}^2$

モデルからオフセット $m$  を除去

黒: $10^{-3}\text{ cd/m}^2$

符号語: 4096 (12 ビットの全範囲)

パラメータ	Barten の曲線 ( $f = 0.9078$ )	SMPTE ST 2084	Philips EOTF
$s$	1.4707	1.5475	1.2465
$t$	4.3636	4.1120	32.9662
$c$	-0.28519	-0.42305	-2.3399
$n$	0.28557	0.27237	0.55642
$m$	0	0	0
誤差	$1.0021 \times 10^{-5}$	$2.7011 \times 10^{-6}$	$5.3659 \times 10^{-5}$

表 19

10

## 【 0 1 4 8】

## 【表 2 1】

試験条件:

ピーク:

$10^4\text{ cd/m}^2$

モデルからオフセット $m$  を除去

黒:

$0.005\text{ cd/m}^2$

符号語: 4096 (12 ビットの全範囲)

パラメータ	Barten の曲線 ( $f = 0.89222$ )	SMPTE ST 2084	Philips EOTF
$s$	1.4768	1.5624	1.2466
$t$	4.3301	4.0159	32.9224
$c$	-0.35758	-0.45706	-2.3493
$n$	0.28497	0.2687	0.55628
$m$	0	0	0
誤差	$9.8265 \times 10^{-6}$	$1.9174 \times 10^{-6}$	$5.3517 \times 10^{-5}$

表 20

20

30

## 【 0 1 4 9】

## 実施例 1 4

本原理による一例では、パラメータ化された汎用 O E T F / E O T F モデルのパラメータが本原理に従って以下のように生成され得る。

## 【 0 1 5 0】

## O E T F の最適化

本原理に従って上記で説明した汎用曲線は幾つかのパラメータを必要とする。それらのパラメータは、使用事例又は既存のどの曲線がモデリングされなければならないのかに依存する。本原理に従ってこれらのパラメータの値を決定するために最適化手順を使用することができる。その後、同じパラメータが対応する E O T F (又は逆 O E T F) に使用される。

## 【 0 1 5 1】

(目標の O E T F 曲線に対して) 最適化される O E T F 曲線は、参照表 (L U T) として又は関数として与えられ得る。O E T F  $V(L)$  が既存の O E T F  $V_e(L)$  にマッチすることが望ましい輝度値域があると仮定すると、以下の最適化問題

40

50

## 【数 3 0】

$$\text{等式番号12} \quad \arg \min_{\text{パラメータ}(e, g, s, t, c, m, n)} \|V_e(L) - V(L; \text{パラメータ}(e, g, s, t, c, m, n))\|^2$$

が解け、 $V_e(L)$  は既存の任意の所与の OETF とすることができ、又はコントラスト感度関数から導出される LUT であり得る。L は、或る値域内の値の数（例えば調査中の輝度範囲にわたって対数的に間隔を空けられる 1000 個の値）であり得る。

## 【0152】

各変数又は各パラメータは個々に最適化され得る。この最適化について得られる誤差が過去の誤差を下回る場合、その変数のための新たな値が記憶される。さもなければ古い値が記憶される。

10

## 【0153】

各変数 / パラメータを 1 回最適化したらこの手順を繰り返す。このプロセスは、決まった回数（例えば 1000 回）又は誤差が減らなくなるまで繰り返される。この反復スキームの各反復中、誤差がより小さくなる場合にのみ、最適化によって決定された値にパラメータが更新される。さもなければ以前の反復のパラメータが保持される。過去に決定した 1 組の最適なパラメータを用いて各ループを開始し、最適化をループ状に繰り返すことにより、最適化が行われる曲線の平滑且つ良好な性質によって大域的最適解への収束がある。

## 【0154】

20

参照表

一例では、それ自体がコントラスト感度関数から導出される変調伝達関数がマッチされ得る。この手順では、輝度レベル及び空間周波数の関連する全ての組合せについて Barten のコントラスト感度関数を評価する。各輝度レベルについて、全ての空間周波数にわたって最大コントラスト感度が見つけられる。このことは、輝度レベルに応じたコントラスト感度関数 CSF(L) を作り出す。

## 【0155】

変調伝達関数はコントラスト感度の逆数であり、以下の等式によって与えられる。

## 【数 3 1】

$$\text{等式番号13} \quad m_t(L) = \frac{1}{\text{CSF}(L)}$$

30

## 【0156】

本質的に変調伝達は、可視閾値を僅かに下回る所与の輝度レベルにおいて最大コントラストを与える。つまり、符号化スキーム内の後続の輝度レベルは最大限でもこの量のコントラストを有すべきである。

## 【0157】

2 つの輝度レベル  $L_1$  と  $L_2$  との間のコントラストは、

## 【数 3 2】

40

$$\text{等式番号14} \quad C = \frac{L_1 - L_2}{L_1 + L_2}$$

によって与えられるマイケルソンコントラスト C として定められることが多々ある。

## 【0158】

これらの 2 つの等式を組み合わせると次式が得られる。

## 【数 3 3】

等式番号15 
$$m_t(L) = \frac{L_1 - L_2}{L_1 + L_2}$$

【 0 1 5 9 】

$L_1$  又は  $L_2$  について解くことで次式が得られる。

【数 3 4】

等式番号16 
$$\begin{aligned} L_1 &= L_2 \frac{1 - m_t(L_2)}{1 + m_t(L_2)} \\ L_2 &= L_1 \frac{1 + m_t(L_1)}{1 - m_t(L_1)} \end{aligned}$$

10

【 0 1 6 0 】

この結果の解釈は、特定の輝度レベルを所与とし、厳密に 1 丁度可知差異 (JND) 異なる新たな輝度レベルが計算され得ることである。この一事例では、新たな輝度レベルが前の値よりも 1 JND 高く、他の事例では新たな輝度レベルが 1 JND 低い。

【 0 1 6 1 】

一例では、所望のピーク輝度及びビット深度が選択され、それぞれ前の値と 1 JND 異なる輝度値の参照表を、等式 16 を使って計算する。例えば 12 ビットのビット深度と共に 10,000 cd/m<sup>2</sup> のピーク輝度が選択される場合、参照表の中の最後の項目は 10,000 の値を含む。最後から二番目の項目が、等式 16 を用いて最後の項目から計算される。最後から三番目の項目が最後から二番目の項目から計算され、その後も同様に続く。

20

【 0 1 6 2 】

その結果生じる参照表は、符号語 (即ち表項目) を輝度値に変換するので EOTF を表す。所望の最小輝度値が与えられる場合、最大輝度と最低輝度との間に割って入るのに符号語が幾つ必要になるのかの計算が行われ得る。かかる計算は、その輝度範囲について使用可能な JND の数を与える。

【 0 1 6 3 】

結果として生じるこの参照表を逆引きすることは OETF を実施することになる。この 1 対の関数は、EOTF 及び OETF のそれぞれについて  $L_{Barten}(V)$  及び  $V_{Barten}(L)$  で示される。

30

【 0 1 6 4 】

この参照表に対する OETF のパラメータは、

【数 3 5】

等式番号17 
$$\arg \min_{\text{パラメータ}(e.g., s, t, c, m, n)} \|V_{Barten}(L) - V(L; \text{パラメータ}(e.g., s, t, c, m, n))\|^2$$

を解くことで最適化することができ、任意の数のパラメータが選択され得る。

【 0 1 6 5 】

慎重な (conservative) 参照表

40

先の節の中で生成される参照表は、正確に 1 JND 間隔を空けられる値を作成する。開始輝度及び参照表内の項目数の組合せは終了輝度を決定し得る。終了輝度は、そのようなやり方で予測するのが困難であり、所望の黒レベルよりも高い又は低い可能性があるのかかる決定は望ましくない。このことは、表内の項目数が所与のビット深度に関係する場合に特に当てはまる (一例では、10 ビットのビット深度が 1024 項目の表を含意する)。黒レベル、ピーク輝度、及びビット深度の組合せが許す場合、連続する各刻みの間隔を 1 JND 未満ずつ空けた方が良い。

【 0 1 6 6 】

1 未満の値を有するパラメータ  $f$  を以下のように上記の公式に適用することができる。

【数 3 6】

50

等式番号18

$$L_1 = L_2 \frac{1-f m_t(L_2)}{1+f m_t(L_2)}$$

$$L_2 = L_1 \frac{1+f m_t(L_1)}{1-f m_t(L_1)}$$

## 【 0 1 6 7 】

一例では、 $10, 000 \text{ cd/m}^2$  のピーク輝度、 $0.001 \text{ cd/m}^2$  の黒レベル、及び12のビット深度（従って $2^{12} = 4096$ 項目のLUTを作り出す）を有するシステムについて $f = 0.9$ が選択され得る。一例では、 $f = 0.918177$ である。固定されたピーク輝度、黒レベル、及びビット深度では、 $f$ の値を変えることは曲線族をもたらす。

10

## 【 0 1 6 8 】

概して、ピーク輝度、黒レベル、及びビット深度を選択し、そこから $f$ の最適値を導出することが望ましい。それを実現するために、最適化手順を使用することができる。ここでは、原理の一態様が以下の最適化問題を解く。

## 【 数 3 7 】

等式番号19

$$\arg \min_f \|L_{\min} - L(0; L_{\max}, f)\|^2$$

20

## 【 0 1 6 9 】

式中、 $L_{\min}$ は所望の黒レベルであり、 $L(0; L_{\max}, f)$ は所与のピーク輝度 $L_{\max}$ 、参照表の所与のサイズ、並びに最適化されているパラメータ $f$ から生成される参照表の中の最初の項目である。この技法の核心部は、所望の黒レベル $L_{\min}$ に可能な限り近い黒レベルを有するLUTをピーク輝度及びビット深度の所与の仕様下で作り出す $f$ の値を見つけることである。

## 【 0 1 7 0 】

この手順の結果は、本原理のOETF及びEOTF曲線のパラメータがマッチされ得るLUTを作成するために等式18内で使用され得る $f$ の値である。このLUTは等式17内の $V_{\text{Barten}}(L)$ を表す。次いで、等式17の最適化スキームを適用することによってOETFのパラメータを決定する。OETF及び対応するEOTF（逆OETF）の両方に対し、結果として生じる同じパラメータ $s$ 、 $t$ 、 $c$ 、 $m$ 、及び $n$ が利用される。

30

## 【 0 1 7 1 】

## 実施例15

本原理による一例では、パラメータを6つ含む汎用EOTFモデルの代替形態を以下のように構築することができる。

## 【 数 3 8 】

等式番号20

$$L(V) = \left( \frac{c - (V-m)st}{V-m-s} \right)^{1/n} + b$$

40

## 【 0 1 7 2 】

等式番号20では、 $c$ 、 $m$ 、 $s$ 、 $n$ 、 $t$ 、 $b$ がパラメータであり、 $V$ が符号語である。

## 【 0 1 7 3 】

パラメータを6つ含み、等式20に対応する汎用逆EOTF又はOETFの代替形態を以下のように構築することができる。

## 【 数 3 9 】

等式番号21

$$V(L) = \frac{s(L-b)^n + c}{(L-b)^n + st} + m$$

50



## 【 0 1 7 4 】

典型的には 0 である  $V$  の最小値が所望の出力値  $L$  にマップされるように曲線を修正するために、等式番号 20 内のオフセット  $b$  を使用することができる。一例では、パラメータ  $c$ 、 $m$ 、 $s$ 、 $t$ 、及び  $n$  と組み合わせて入力  $V = 0$  が  $L(0) = 0$  にマップされるように  $b$  が選択される。一例では、パラメータ  $c$ 、 $m$ 、 $s$ 、 $t$ 、及び  $n$  と組み合わせて入力  $V = 0$  が  $L(0) = 0.001$  にマップされるように  $b$  が選択される。

## 【 0 1 7 5 】

パラメータ  $s$ 、 $t$ 、 $c$ 、 $n$ 、及び  $m$  の値は、典型的には最適化プロセス（例えば実施例 14 の最適化プロセス）によって決定される。 $b$  の値も、所与の曲線に対する等式番号 20 の最適化によって見つけることができる。

10

## 【 0 1 7 6 】

或いは、 $b$  の値は以下のように計算することができる。 $L_{min}$  は、意図される表示システムの所望の黒レベルであり得る。 $V_{min}$  は、 $L_{min}$  によって表わされる意図される黒レベルを所与とし、符号化されるべき最低符号語値であり得る。次いで、等式番号 20 に基づいて値  $b$  が  $L_{min} = L(V_{min})$  の決定に関与し得る。オフセット  $b$  がいない場合、このマッピングは保証できない。

## 【数 4 0】

$$\text{等式番号22} \quad L_{min} = \left( \frac{c - (V_{min} - m)st}{V - m - s} \right)^{1/n}$$

20

## 【 0 1 7 7 】

しかし、等式番号 20 を利用し、1 つの未知数（パラメータ  $b$ ）を有する等式を定めることができる。

## 【数 4 1】

$$\text{等式番号23} \quad L_{min} = \left( \frac{c - (V_{min} - m)st}{V - m - s} \right)^{\frac{1}{n}} + b$$

## 【 0 1 7 8 】

等式番号 23 では、パラメータ  $s$ 、 $t$ 、 $c$ 、 $n$ 、及び  $m$  が最適化によって決定され得る。符号語  $V_{min}$  及び輝度値  $L_{min}$  を指定することができる。 $b$  の値は以下のように計算することができる。

30

## 【数 4 2】

$$\text{等式番号24} \quad b = L_{min} - \left( \frac{c - (V_{min} - m)st}{V - m - s} \right)^{\frac{1}{n}}$$

## 【 0 1 7 9 】

最適化によってではなく等式番号 24 に基づいてパラメータ  $b$  を決定することは、ディスプレイや Blu-Ray プレーヤ等の特定のシステムがパラメータ  $b$  を伝送しないことを可能にし、それはパラメータ  $b$  がパラメータ  $s$ 、 $t$ 、 $c$ 、 $n$ 、及び  $m$  から計算され得るからである。等式番号 20 のパラメータ  $s$ 、 $t$ 、 $c$ 、 $n$ 、及び  $m$  は受信者に伝送され得る。

40

## 【 0 1 8 0 】

## 実施例 16

本原理による一例では、パラメータを 7 つ含む汎用 EOTF モデルの代替形態を以下のように構築することができる。

## 【数 4 3】

50

等式番号25 
$$L(V) = a \left( \frac{c - (V-m)st}{V-m-s} \right)^{1/n} + b$$

【 0 1 8 1 】

等式番号 2 5 では、 $c$ 、 $m$ 、 $s$ 、 $n$ 、 $t$ 、 $a$ 、 $b$  がパラメータであり、 $V$  が符号語である。

【 0 1 8 2 】

パラメータを 7 つ含み、等式番号 2 5 に対応する汎用逆 E O T F 又は O E T F モデルの代替形態を以下のように構築することができる。

【 数 4 4 】

等式番号26 
$$V(L) = \frac{s \left( \frac{L-b}{a} \right)^n + c}{\left( \frac{L-b}{a} \right)^n + st} + m$$

【 0 1 8 3 】

典型的には 0 である  $V$  の最小値が所望の出力値  $L_{min}$  にマップされるように曲線を修正するために、等式番号 2 5 に投入されたオフセット  $b$  を使用することができる。かかるマッピングを行う能力は、出力をその所望の最小出力値  $L_{min}$  にシフトするために  $b$  の値を変えることによって実現され得る。同時に、典型的には 1 である  $V$  の最大値が所望の出力値  $L_{max}$  にマップされる。かかるマッピングを行う能力は、出力をその所望の範囲に修正するために  $a$  の値を変えることによって実現され得る。

【 0 1 8 4 】

一例では、パラメータ  $c$ 、 $m$ 、 $s$ 、 $t$ 、及び  $n$  と組み合わせて入力  $V = 1$  が  $L(1) = 10, 000$  にマップされるように  $a$  が選択される。一例では、 $V = 1$  が  $L(1) = 1$  にマップされる。一例では、 $V = 1$  が  $L(1) = 4$  にマップされる。一例では、パラメータ  $c$ 、 $m$ 、 $s$ 、 $t$ 、及び  $n$  と組み合わせて入力  $V = 0$  が  $L(0) = 0$  にマップされるように  $b$  が選択される。一例では、パラメータ  $c$ 、 $m$ 、 $s$ 、 $t$ 、及び  $n$  と組み合わせて入力  $V = 0$  が  $L(0) = 0, 001$  にマップされるように  $b$  が選択される。一例では、 $V = 1$  を

【 数 4 5 】

$$\left( \frac{c - (1-m)st}{1-m-s} \right)^{1/n} + b$$

にマップするために  $a = 1$  が選択される。一例では、入力  $V = 0$  が

【 数 4 6 】

$$a \left( \frac{c - (-m)st}{-m-s} \right)^{1/n}$$

にマップされるように  $b = 0$  が選択される。

【 0 1 8 5 】

パラメータ  $s$ 、 $t$ 、 $c$ 、 $n$ 、及び  $m$  の値は最適化プロセスによって決定され得る。所与の曲線に対する最適化により、 $a$  及び  $b$  の値も見つけることができる。

【 0 1 8 6 】

或いは、 $a$  及び  $b$  の値は以下のように計算することができる。 $L_{min}$  は、意図される表示システムの所望の黒レベルであり得る。この意図される黒レベルを符号化すべき最低符号語値が  $V_{min}$  によって与えられ得る。 $L_{max}$  は、意図される表示システムの所望の黒レベルであり得る。意図されるピーク輝度を符号化すべき最大符号語値が  $V_{max}$  によって与えられ得る。すると等式番号 2 5 による所望のマッピングが次式のようなになる。

等式番号 2 7 a 
$$L_{min} = L(V_{min})$$

等式番号 27b  $L_{max} = L(V_{max})$

【0187】

ゲイン a 及びオフセット b がない場合、このマッピングは保証できず、即ち概して次式が成立する。

【数47】

$$\text{等式番号28a } L_{min} \neq \left( \frac{c - (V_{min} - m)st}{V_{min} - m - s} \right)^{1/n}$$

及び

$$\text{等式番号28b } L_{max} \neq \left( \frac{c - (V_{max} - m)st}{V_{max} - m - s} \right)^{1/n}$$

10

【0188】

しかし、等式番号 25 の助けにより、2 つの未知数（パラメータ a 及び b）を有する 2 つの等式を定めることができる。

【数48】

$$\text{等式番号29a } L_{min} = a \left( \frac{c - (V_{min} - m)st}{V_{min} - m - s} \right)^{\frac{1}{n}} + b = aL'(V_{min}) + b$$

$$\text{等式番号29b } L_{max} = a \left( \frac{c - (V_{max} - m)st}{V_{max} - m - s} \right)^{\frac{1}{n}} + b = aL'(V_{max}) + b$$

20

【0189】

これらの等式では、パラメータ s、t、c、n、及び m が最適化によって決定され得る。符号語  $V_{min}$  及び  $V_{max}$  並びに所望の輝度値  $L_{min}$  及び  $L_{max}$  が指定され得る。これにより、等式番号 29a 及び等式番号 29b の  $L'(V_{min})$  及び  $L'(V_{max})$  の定義を使用し、a 及び b の値が以下のように計算できるようになる。

【数49】

$$\text{等式番号30 } a = \frac{L_{max} - L_{min}}{L'(V_{max}) - L'(V_{min})}$$

30

$$\text{等式番号31 } b = L_{min} - L'(V_{min}) \frac{L_{max} - L_{min}}{L'(V_{max}) - L'(V_{min})}$$

【0190】

最小の及び最大の輝度 L 及び符号語 V の値に基づいてパラメータ a 及び b を、最適化によってではなく上記の等式 30 及び 31 等によって決定することは、一部のパラメータが受信者に伝送されるディスプレイや Blu-Ray プレーヤ等のシステムにおいて、パラメータ a 及び b を伝送しなくても良くし、それはパラメータ a 及び b がパラメータ s、t、c、n、及び m に基づいて計算され得るからである。

40

【0191】

実施例 17

本原理による一例では、パラメータを 6 つ含む汎用 OETF モデルの代替形態を以下のように構築することができる。

【数50】

$$\text{等式番号32 } V(L) = k \frac{sL^n + c}{L^n + st} + m$$

【0192】

50

等式番号 32 では、 $c$ 、 $m$ 、 $k$ 、 $s$ 、 $n$ 、 $t$  がパラメータであり、 $V$  が符号語である。

【0193】

パラメータを 6 つ含み、等式番号 32 に対応する汎用逆 OETF 又は EOTF の代替形態を以下のように構築することができる。

【数 51】

$$\text{等式番号33} \quad L(V) = \left( \frac{c - \left( \frac{V-m}{k} \right) st}{\frac{V-m}{k} - s} \right)^{\frac{1}{n}}$$

10

【0194】

$L$  の最小値が所望の符号語  $V_{min}$  にマップされるように OETF 曲線を修正するために、等式番号 32 に投入されたオフセット  $m$  を使用することができる。同時に、 $L$  の最大値が所望の出力値  $V_{max}$  にマップされる。これは出力をその所望の範囲に修正するために  $k$  の値を変えることによって実現される。

【0195】

正規化された出力が所望の場合、 $V_{min} = 0$  であり、 $V_{max} = 1$  である。正規化されない使用事例では、符号語の範囲が所与のビット深度によって決定されても良く、「全」又は「正規」の形容詞によって更に修飾され得る。これらの範囲のそれぞれは、 $V_{min}$  及び  $V_{max}$  の適切な値を指定することによって調整され得る。一例では、10 ビットの全範囲が  $V_{min} = 0$  と  $V_{max} = 1023$  との間の符号値を有する。一例では、10 ビットの正規範囲が  $V_{min} = 64$  と  $V_{max} = 940$  との間で定められる符号値を有する。一例では、12 ビットの全範囲が  $V_{min} = 0$  と  $V_{max} = 4095$  との間の値を有する。一例では、8 ビットの正規範囲が  $V_{min} = 16$  と  $V_{max} = 235$  との間の値を有する。

20

【0196】

パラメータ  $m$  及び  $k$  は、最小の及び最大の輝度  $L$  及び符号語  $V$  に基づいて決定され得る。パラメータ  $m$  及び  $k$  は、上記の実施例 16 に関して論じたのと同様に計算することができる。対応する所望の符号値  $V_{min}$  及び  $V_{max}$  に加えて最小輝度値  $L_{min}$  及び最大輝度値  $L_{max}$  を指定することができる。等式番号 32 から、2 つの未知数における 2 つの等式が導出される。

30

【数 52】

$$\text{等式番号34a} \quad V_{min} = k \frac{L_{min}^{n+c}}{L_{min}^n + st} + m$$

$$\text{等式番号34b} \quad V_{max} = k \frac{L_{max}^{n+c}}{L_{max}^n + st} + m$$

【0197】

次いで、これらの 2 つの等式をパラメータ  $k$  及び  $m$  について同時に解いて次式が得られる。

40

【数 53】

$$\text{等式番号35} \quad k = \frac{V_{max} - V_{min}}{V'(L_{max}) - V'(L_{min})}$$

$$\text{等式番号36} \quad m = V_{min} - V'(L_{min}) \frac{V_{max} - V_{min}}{V'(L_{max}) - V'(L_{min})}$$

【0198】

等式番号 35 及び等式番号 36 では、 $V'(L)$  を以下のように求めることができる。

【数 54】

50

$$\text{等式番号37} \quad V'(l) = \frac{sl^n + c}{l^{n+st}}$$

【 0 1 9 9 】

実施例 1 8

本原理による一例では、パラメータを 8 つ含む汎用 E O T F モデルの代替形態を以下のように構築することができる。

【 数 5 5 】

$$\text{等式番号38} \quad L(V) = a \left( \frac{c - \left( \frac{V-m}{k} \right) st}{\frac{V-m}{k} - s} \right)^{\frac{1}{n}} + b$$

10

【 0 2 0 0 】

等式番号 3 8 では、c、m、k、s、n、t、a、b がパラメータであり、V が符号語である。

【 0 2 0 1 】

パラメータを 8 つ含み、等式番号 3 8 に対応する汎用逆 E O T F 又は O E T F モデルの代替形態を以下のように構築することができる。

20

【 数 5 6 】

$$\text{等式番号39} \quad V(L) = k \frac{s \left( \frac{L-b}{a} \right)^n + c}{\left( \frac{L-b}{a} \right)^n + st} + m$$

【 0 2 0 2 】

典型的には 0 である V の最小値が所望の出力値  $L_{min}$  にマップされるように曲線を修正するために、等式番号 3 8 に投入されたオフセット b を使用することができる。かかるマッピングを行う能力は、出力をその所望の最小出力値  $L_{min}$  にシフトするために b の値を変えることによって実現され得る。同時に、典型的には 1 である V の最大値が所望の出力値  $L_{max}$  にマップされる。これは出力をその所望の範囲に修正するために a の値を変えることによって実現される。同様に、パラメータ k 及び m は、パラメータ a 及び b が等式番号 3 8 内ですのと同じ役割を等式番号 3 9 内で果たし、つまりこれらのパラメータは、符号語の所望の範囲が  $L_{min}$  と  $L_{max}$  との間の入力値域に及ぶように、ゲイン k 及びオフセット m が等式番号 3 9 の O E T F に適用されることを可能にする。

30

【 0 2 0 3 】

パラメータ s、t、c、n、m、k、a、及び b は、典型的には最適化プロセスによって決定される。或いは、パラメータ s、t、c、及び n は最適化によって決定することができる。実施例 1 6 と同様に、パラメータ m、k、a、及び b は 4 つの未知数における 4 つの方程式系によって同時に計算することができる。所望の最低符号語  $V_{min}$  及び最大符号語  $V_{max}$  が指定され得る。同様に、所望の表現可能な最低輝度値  $L_{min}$  及び表現可能な最大輝度値  $L_{max}$  を伴う輝度範囲があり得る。未知数 m、k、a、及び b を有する 4 つの等式は以下の通りである。

40

【 数 5 7 】

$$\text{等式番号40} \quad L_{min} = a \left( \frac{c - \left( \frac{V_{min}-m}{k} \right) st}{\frac{V_{min}-m}{k} - s} \right)^{\frac{1}{n}} + b$$

$$\text{等式番号41} \quad L_{max} = a \left( \frac{c - \left( \frac{V_{max}-m}{k} \right) st}{\frac{V_{max}-m}{k} - s} \right)^{\frac{1}{n}} + b$$

$$\text{等式番号42} \quad L_{i1} = a \left( \frac{c - \left( \frac{V_{i1}-m}{k} \right) st}{\frac{V_{i1}-m}{k} - s} \right)^{\frac{1}{n}} + b$$

$$\text{等式番号43} \quad L_{i2} = a \left( \frac{c - \left( \frac{V_{i2}-m}{k} \right) st}{\frac{V_{i2}-m}{k} - s} \right)^{\frac{1}{n}} + b$$

10

## 【0204】

決定される必要があり得る以下の情報：輝度値  $L_{i1}$  及び  $L_{i2}$  並びに符号語  $V_{i1}$  及び  $V_{i2}$ 。上記の4つの等式が一次独立であることを保証する（従って4つの未知数  $m$ 、 $k$ 、 $a$ 、及び  $b$  に対する解を可能にする）ために、これらの輝度値及び符号語は  $L_{min}$ 、 $L_{max}$ 、 $V_{min}$ 、及び  $V_{max}$  と必ず異ならなければならない。原則的に以下の関係が成立しなければならない。

$$\text{等式番号44a} \quad L_{min} < L_{i1} < L_{max}$$

$$\text{等式番号44b} \quad L_{min} < L_{i2} < L_{max}$$

$$\text{等式番号44c} \quad L_{i1} < L_{i2}$$

$$\text{等式番号44d} \quad V_{min} < V_{i1} < V_{max}$$

$$\text{等式番号44e} \quad V_{min} < V_{i2} < V_{max}$$

$$\text{等式番号44f} \quad V_{i1} < V_{i2}$$

20

## 【0205】

最後に、 $(L_{i1}, V_{i1})$  及び  $(L_{i2}, V_{i2})$  の両方の対が所望の曲線上にあるべきである。かかる対を識別できる使用事例では、等式40から43に基づいてパラメータ  $m$ 、 $k$ 、 $a$ 、及び  $b$  を決定することができる。

## 【0206】

実施例19

本原理による一例では、パラメータを6つ含む汎用OETFモデルの代替形態を以下のように構築することができる。

## 【数58】

$$\text{等式番号45a} \quad V(L) = \frac{sL^n + c}{L^n + st}$$

$$\text{等式番号45b} \quad V'(L) = k V(L) + m$$

## 【0207】

式中、 $s$ 、 $t$ 、 $c$ 、及び  $n$  が、典型的には最適化によって決定される等式番号45aに与えられたパラメータであり、 $L$  は入力輝度値である。 $L$  が取り得る入力値域は  $(L_{min}, L_{max})$  として指定され得る。次いで、等式番号45aの出力が符号語の範囲  $(V(L_{min}), V(L_{max}))$  に結合される。所望の符号語の範囲が  $(V_{min}, V_{max})$  として指定され得る。等式番号45bは、等式番号45aの出力を所望の符号語の範囲にマップし得る。

## 【0208】

$(V_{min}, V_{max})$  の対は、多岐にわたる符号範囲を有し得る。一例では、所望の符号語の範囲は  $(V_{min}, V_{max}) = (0, 255)$  とすることができ、8ビットの全範囲に対応する。一例では、所望の符号語の範囲が、10ビットの全範囲に対応する  $(V$

40

50

$\min, V_{\max}) = (0, 1023)$  であり得る。一例では、所望の符号語の範囲が、10ビットの正規範囲に対応する  $(V_{\min}, V_{\max}) = (69, 940)$  であり得る。一例では、所望の符号語の範囲が、10ビットの拡張範囲に対応する  $(V_{\min}, V_{\max}) = (4, 1019)$  であり得る。一例では、所望の符号語の範囲が、12ビットの拡張範囲に対応する  $(V_{\min}, V_{\max}) = (0, 4095)$  であり得る。一例では、所望の符号語の範囲が、正規化された範囲に対応する  $(V_{\min}, V_{\max}) = (0, 1)$  であり得る。

【0209】

パラメータ  $k$  及び  $m$  は、指定された最小輝度値及び最大輝度値  $(L_{\min}, L_{\max})$  並びに所望の最小符号語値及び最大符号語値  $(V_{\min}, V_{\max})$  から以下のように計算することができる。

10

【数59】

$$\text{等式番号46a} \quad k = \frac{V_{\max} - V_{\min}}{V(L_{\max}) - V(L_{\min})}$$

$$\text{等式番号46b} \quad m = V_{\max} - V(L_{\max}) \frac{V_{\max} - V_{\min}}{V(L_{\max}) - V(L_{\min})}$$

【0210】

20

等式番号46a及び46bに従ってパラメータ  $k$  及び  $m$  を計算した状態で、等式45bによって作成される信号が符号化され伝送され得る。

【0211】

伝送及び復号後、逆OETF又はEOETFを適用して適切な輝度値を再構築することができる。一例ではこの計算を以下のように行う。

【数60】

$$\text{等式番号47a} \quad V''(L) = \frac{V'(L) - m}{k}$$

$$\text{等式番号47b} \quad L'(V'') = \left( \frac{c - V''st}{V'' - s} \right)^{1/n}$$

30

$$\text{等式番号47c} \quad L''(L') = aL' + b$$

【0212】

等式番号47a及び47bは等式番号45a及び45bの逆に対応し、同じパラメータ  $s$ 、 $t$ 、 $c$ 、 $n$ 、 $m$ 、及び  $k$  を使用する。輝度値  $L$  はこのEOETFへの入力信号を構成し得る。

【0213】

代替的な一例では、EOETFの適用が以下のように行われる。

【数61】

40

$$\text{等式番号48a} \quad L'(V') = \left( \frac{c - V'st}{V' - s} \right)^{1/n}$$

$$\text{等式番号48b} \quad L''(L') = aL' + b$$

【0214】

等式番号47a、47bと等式番号48aとの違いは、等式45bの正規化ステップが反転されていないことである。等式番号48a及び48bの基礎を成す原理を使用することは、パラメータ  $k$  及び  $m$  の知識を必要としないプロセス中にEOETFを適用するための計算をより少なくし得る。等式番号47a及び47bを使用することは、元の輝度信号  $L$  が

50

幾らか高い精度レベルで概算されることを可能にする。

【 0 2 1 5 】

等式番号 4 7 c 及び 4 8 b は最終的なスケーリングステップを示し、このスケーリングステップは、等式番号 4 6 a 及び 4 6 b 内で使用される指定の入力範囲 ( $L_{min}$ ,  $L_{max}$ ) と同じであり得る指定の表示範囲 ( $L'_{min}$ ,  $L'_{max}$ ) に再構築済みの輝度値  $L'$  をマップするために使用され得る。指定の表示範囲は、例えば指定のターゲットディスプレイの表示範囲に対応するように異なるように選択されても良い。

【 0 2 1 6 】

等式番号 4 7 c 及び 4 8 b で使用されるパラメータ  $a$  及び  $b$  は、等式番号 4 7 b 内の符号語  $V'$  及び等式番号 4 8 a 内の符号語  $V'$  に関連する最小符号語及び最大符号語  $V_{min}$ ,  $V_{max}$ ) 並びに指定の表示範囲 ( $L_{min}$ ,  $L_{max}$ ) から以下のように計算され得る。

10

【 数 6 2 】

$$\text{等式番号 49} \quad a = \frac{L_{max} - L_{min}}{L'(V_{max}) - L'(V_{min})}$$

$$\text{等式番号 50} \quad b = L_{max} - L'(V_{max}) \frac{L_{max} - L_{min}}{L'(V_{max}) - L'(V_{min})}$$

【 0 2 1 7 】

出力  $L''$  は、ディスプレイに使用され得る又は記憶し若しくは表示する前に更に処理するために使用され得る信号を構成する。

20

【 0 2 1 8 】

一例では、非線形性を生ぜしめることなしに  $L''$  が  $L$  に変換され得るように、等式番号 4 5 a、4 5 b、4 7 a、4 7 b、及び 4 7 c によって記述したプロセスを反転させることができる。一例では、非線形性を生ぜしめることなしに  $L''$  が  $L$  に変換され得るように、等式番号 4 5 a、4 5 b、4 8 a、及び 4 8 b によって記述したプロセスを反転させることができる。

【 0 2 1 9 】

実施例 2 0

30

本原理によれば、1 組のパラメータ  $s$ 、 $t$ 、 $c$ 、 $n$ 、 $m$ 、 $k$ 、 $a$ 、 $b$  又はその一部と共に OETF が使用される全ての例において、同じパラメータを使用して対応する EOTF を構築することができる。このことは、輝度信号が適切に選ばれた OETF によって処理され、且つ（ことによると符号化、伝送、及び復号後に）結果として生じる信号が対応する EOTF によって後で処理されるシステムにおいて、出力輝度値が入力輝度値に密にマッチすることを確実にする。

【 0 2 2 0 】

従って、OETF によって使用されるパラメータが EOTF に使用されるパラメータと同じ場合、このエンドツーエンド挙動（輝度から符号語から輝度へ、光伝達関数 (OOTF) 又はシステムガンマとしても知られる）が線形である。

40

【 0 2 2 1 】

一部の事例では非線形のエンドツーエンド挙動があり得る。例えば、Rec. ITU - R BT 709 を Rec. ITU - R BT 1886 と共に使用し、非線形のエンドツーエンドの結果をもたらす。同様に、Philips は互いの厳密な逆ではない OETF 及び EOTF 関数を提案し、やはり非線形のシステムガンマを作り出す。

【 0 2 2 2 】

本原理によれば、これらの例のそれぞれにおける OETF はパラメータ  $s$ 、 $t$ 、 $c$ 、 $n$ 、 $m$ 、 $k$ 、 $a$ 、 $b$  又はその一部と共に実行し得る一方、対応する EOTF では 1 組の別のパラメータ  $s'$ 、 $t'$ 、 $c'$ 、 $n'$ 、 $m'$ 、 $k'$ 、 $a'$ 、 $b'$ （又はその一部）が指定され得る。

【 0 2 2 3 】

50



一例では、PhilipsのOETFに対する最適化によってパラメータ  $s$ 、 $t$ 、 $c$ 、 $n$ 、 $m$ 、 $k$ 、 $a$ 、 $b$  が決定され得る。それとは別に、PhilipsのEOTFに対する最適化によってパラメータ  $s'$ 、 $t'$ 、 $c'$ 、 $n'$ 、 $m'$ 、 $k'$ 、 $a'$ 、 $b'$  が決定され得る。

【0224】

実施例 2 1

この例では、本原理の一態様が、パラメータ化されたOETF、EOTF / 逆OETF 曲線のパラメータ数を少なくとも5つのパラメータから2つのパラメータに減らすことを対象とする。

【0225】

等式番号 1 及び 2 の5つのパラメータの関数は非凸である。等式番号 1 及び 2 の最適化曲線に特定の制約を加えることにより、指数又は除算が残らないようにそれらの関数を書き換えることができる。このことはひいては大域的最適、又は少なくとも大域的最適にはるかに近い局所最適を見つける能力を改善する。

10

【0226】

一例では、提案されるBBC / NHKのEOTF / 逆OETFに対する最適化として決定されるパラメータと共に、2つのパラメータのEOTF / 逆OETF 関数の導出が示される。但し、最適化は1つ又は複数の任意の曲線に対して行われ得る。

【0227】

曲線の制約

本原理のP - EOTF、逆OETFのパラメータを最適化する複雑な非凸問題について単純化を行う。この問題を解くために、最適化問題のパラメータ数を減らす目的でアルゴリズムの制約が設けられる。

20

【0228】

最小符号語が、表現可能な最小輝度値  $L_{min}$  にマップされる。例えばBBC / NHKの脈絡では、表現可能な最小輝度値はゼロに等しい（例えば  $L_{min} = 0$  ）。

【0229】

等式番号 2 のP - EOTF、逆OETFはオフセット  $L_{min}$  によって拡張され得る。その結果生じるP - EOTF、逆OETFは以下のように書くことができる。

【数 6 3】

30

$$\text{等式番号51} \quad L(V) = \left( \frac{c - (V - m)st}{V - m - s} \right)^{1/n} + L_{min}$$

【0230】

上記の等式番号 ( 5 1 ) に  $L_{min} = 0$  及び  $V = 0$  を代入すると次式が得られる。

等式番号 5 2  $c = -mst$

【0231】

その結果、等式番号 5 1 のP - EOTFを以下のように単純化することができる。

【数 6 4】

40

$$\text{等式番号53} \quad L(V) = \left( \frac{-stV}{V - m - s} \right)^{1/n} + L_{min}$$

【0232】

最大符号語値  $V_{max}$  が、表現可能な最大輝度値にマップされる。表現可能な最大輝度値が正規化され、例えば表現可能な輝度値が1に設定される（例えば  $L_{max} = 1$  ）。十分な輝度値に関して、以下の関係を書くことができる。

【数 6 5】

50

$$\text{等式番号54} \quad \left( \frac{-stV}{V-m-s} \right)^{1/n} + L_{\min} \approx \left( \frac{-stV}{V-m-s} \right)^{1/n}$$

【 0 2 3 3 】

従って、最大符号語値  $V$  について、E O T F、逆 O E T F を以下のように推定することができる。

【 数 6 6 】

$$\text{等式番号55} \quad L(V) \approx \left( \frac{-stV}{V-m-s} \right)^{1/n}$$

10

【 0 2 3 4 】

$V = V_{\max}$  及び  $L(V_{\max}) = 1$  に設定すると以下の表現が得られる。

$$\text{等式番号56} \quad m = V_{\max} (1 + st) - s$$

【 0 2 3 5 】

その結果、最小符号語値及び最大符号語値をマッピングすることは、最適化問題から2つのパラメータをなくすことを可能にする。従って、提案されるE O T F、逆O E T F、又はP - E O T F を以下のように書くことができる。

【 数 6 7 】

20

$$\text{等式番号57} \quad L(V) \approx \left( \frac{-stV}{V-V_{\max}(1+st)} \right)^{1/n}$$

【 0 2 3 6 】

これにより、等式番号57のP - E O T F又はO E T Fには3つのパラメータ、即ち  $s$ 、 $t$ 、及び  $n$  しかない。パラメータ  $s$  及び  $t$  は等式番号57内の乗算でしか現れないので、パラメータ数を2に減らすためにパラメータの変更を加えることができ、

【 数 6 8 】

30

$$\text{等式番号58} \quad L(V) \approx \left( \frac{-Vu}{V-V_{\max}(1+u)} \right)^{1/n}$$

但し  $u = st$  である。指数  $1/n$  は、最適化アルゴリズムが極小に下降 (descent) することを依然として引き起こし得る。このリスクは対数空間内の最適化によって減らすことができ、即ち次式が成立する。

【 数 6 9 】

$$\text{等式番号59a} \quad \log(L(V)) \approx \frac{1}{n} \log \left( \frac{Vu}{V_{\max}(1+u)-V} \right)$$

40

【 0 2 3 7 】

$L_{\min}$  が省略されたので等式番号59aは概算である。この最低輝度を再び投入すると次式がもたらされる。

【 数 7 0 】

$$\text{等式番号59b} \quad \log(L(V) - L_{\min}) = \frac{1}{n} \log \left( \frac{Vu}{V_{\max}(1+u)-V} \right)$$

【 0 2 3 8 】

50

等式番号 59b は、2つの未知の変数  $n$  及び  $u$  によって関数を示し、このことは最適化アルゴリズムがそれらの2つのパラメータについてのみ最適化する必要があることを意味する。 $1/n$  の除算は実現可能な結果が、 $n$  が 0 を上回ることを必要とすることを意味する。同様に、 $V_{\max}(1+u) - V$  による除算は、 $u < 1$  が成立する要件をもたらす。これらの境界は、オブティマイザの出力に対する検査として使用され得る。但し、境界は制約として明確に指定されなくても良い。

【0239】

最適化戦略

パラメータ  $u$  及び  $n$  の値を決定するために、基準輝度 / 符号語の対  $(L_i, V_i)$ ,  $i = 0, \dots, N$  を使用する表現によって基準曲線が概算され、但し  $N = 2^B - 1$  は使用可能なビット数  $B$  によって決定される。この記号式では  $V_N = V_{\max}$  であることに留意されたい。輝度、符号語の対は、マッチ対象の目標曲線を表す。

10

【0240】

輝度 / 符号語の対は、選ばれる任意の曲線をサンプリングすることによって決定され得る。一例では、これは BBC / NHK EOTF 曲線のサンプリングである。

【0241】

選択される輝度、符号語の対について、パラメータ  $u$  及び  $n$  の値を決定するために最適化アルゴリズムが利用される。最適化アルゴリズムは、等式番号 59b に挿入される  $u$  及び  $n$  の候補値を評価する。次いで、この等式が符号語値  $V_i$  について評価される。かかる評価は、サンプリングされる輝度値  $L_i$  に可能な限り近くあるべき1組の輝度値  $L(V_i)$  をもたらす。

20

【0242】

結果として生じる2つの値、 $L(V_i)$  と  $L_i$  との間の誤差は、二乗差  $(L(V_i) - L_i)^2$  等の標準的な測度で評価され得る。標準的な測度は、この誤差を全ての符号語値  $V_i$  について評価し、等式番号 59b に基づく以下の最適化公式

【数71】

$$\text{等式番号60a} \quad \operatorname{argmin}_{u,n} \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \left| \log \left( \frac{V_i u}{V_{\max}(1+u) - V_i} \right) - n \log(L_i - L_{\min}) \right|_p^p$$

30

をもたらす、 $L_{\min} = L_0$ 、 $V_{\max} = 1$ 、及び  $| \cdot |_p$  は  $p = 1$  又は  $p = 2$  の

【数72】

$$\ell_p$$

ノルムである。等式番号 (60a) で示したノルム計算は、最適化対象の (1組の  $(L_i, V_i)$  の対によって表わされる) 曲線に対する (現在のパラメータ  $u$  及び  $n$  を有する)  $P$ -EOTF の誤差を表す。選択される最適化アルゴリズムは、この誤差測度を使用して  $u$  及び  $n$  の最適値を決定する。等式番号 60a は

【数73】

$$\begin{aligned} \text{等式番号60b} \quad & \operatorname{argmin}_{u,n} \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N |\log(V_i u) - \log(V_{\max}(1+u) - V_i) - \\ & n \log(L_i - L_{\min})|_p^p \end{aligned}$$

40

のように拡張することができ、 $L_{\min} = L_0$  及び  $V_{\max} = 1$  が成立する。等式番号 (60b) 内の合計は、最適化アルゴリズムが最小化する平均誤差を表す。

【0243】

一例では、平均誤差がより大きくなることを意味しても最大誤差が制御される。この例では、以下の最大誤差を最小化する必要がある。

50

## 【数 7 4】

$$\text{等式番号60c} \quad \underset{u,n}{\operatorname{argmin}} \max |\log(V_i u) - \log(V_{\max}(1+u) - V_i) - n \log(L_i - L_{\min})|_p^p$$

## 【0 2 4 4】

別の例では、平均誤差及び最大誤差の両方が加重平均へと組み合わせられる。この例は、平均誤差と最大誤差との間のトレードオフが必要とされる状況に利点をもたらす。この例では、以下の費用関数

10

## 【数 7 5】

$$\text{等式番号60d} \quad \underset{u,n}{\operatorname{argmin}} \quad a \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N |\log(V_i u) - \log(V_{\max}(1+u) - V_i) - n \log(L_i - L_{\min})|_p^p + b \max |\log(V_i u) - \log(V_{\max}(1+u) - V_i) - n \log(L_i - L_{\min})|_p^p$$

を最小化する必要があり、但し  $a > 0$  及び  $b > 0$  は、平均誤差及び最大誤差タイプの相対的な重要度を決定する 2 つの重みである。

## 【0 2 4 5】

加重データ点

20

別の例では、データ点 ( $L_i$ ;  $V_i$ ) のそれぞれの評価に不均一な重みを加えることにより、本原理の P - E O T F、逆 O E T F 曲線を最適化する結果をより正確に制御することができる。このことは、より少ない又はより大きい重みを特定の輝度、符号語のデータ点に与えることを可能にし、例えば暗値により大きい重みを与えることを可能にする。

## 【0 2 4 6】

例えば、黒点付近 (即ち  $L_i$  及び  $V_i$  の低い値) の輝度、符号語のデータ点の値に追加の重みを与えることができる。この例は以下の公式によって表わすことができる。

## 【数 7 6】

$$\text{等式番号61a} \quad \underset{u,n}{\operatorname{argmin}} \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N a_i |\log(V_i u) - \log(V_{\max}(1+u) - V_i) - n \log(L_i - L_{\min})|_p^p$$

30

## 【0 2 4 7】

別の例では、最大誤差の評価を含めるように等式番号 6 1 a を修正することができる。

## 【数 7 7】

$$\text{等式番号61b} \quad \underset{u,n}{\operatorname{argmin}} \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N a_i |\log(V_i u) - \log(V_{\max}(1+u) - V_i) - n \log(L_i - L_{\min})|_p^p + b \max |\log(V_i u) - \log(V_{\max}(1+u) - V_i) - n \log(L_i - L_{\min})|_p^p$$

40

## 【0 2 4 8】

等式番号 6 1 a 及び 6 1 b の両方について、 $a_i$ ,  $i \in [1, \dots, N]$  は、N 個のデータ点 ( $L_i$ ,  $V_i$ ) ごとの 1 組の重みである。

## 【0 2 4 9】

複数の目標曲線

本発明の P - O E T F、逆 O E T F を複数の目標曲線に対して最適化することが望ましい場合がある。例えば、本原理の P - E O T F、逆 O E T F 曲線を既存の高ダイナミックレンジ E O T F に対して最適化し、拡張輝度範囲にわたる所望の挙動を得ることができる。

50

十分な後方互換性を有する新たな P - E O T F、逆 O E T F 曲線を作成するために、本原理の同じ P - E O T F、逆 O E T F 曲線を現行規格の曲線（例えば I T U - R R e c . B T 1 8 8 6）に対して同時に最適化することもできる。

【 0 2 5 0 】

本原理の一態様は、P - O E T F、逆 O E T F が 2 つ以上の曲線に対して最適化される状況の欠点を克服することを可能にする。具体的には、最適化対象の曲線のそれぞれについて輝度 / 符号語の対の組を定めることができ、最適化対象の全ての曲線について得られる誤差の加重平均として最終的な最適化を公式化することができる。

【 0 2 5 1 】

例えば一例では、高ダイナミックレンジ機能並びに規格の後方互換性間の適切なトレードオフを見つけるために、以下の 2 組の輝度 / 符号語の対を定める。

【数 7 8】

$$\begin{array}{ll} \text{等式番号62} & (L_i^1, V_i^1) \quad i = 0, \dots, N^1 \\ & (L_i^2, V_i^2) \quad i = 0, \dots, N^2 \end{array}$$

【 0 2 5 2 】

等式番号 6 2 は、2 組の輝度 / 符号語の対を、2 つの目標 E O T F のそれぞれにつき 1 組定める。この例では、1 組の第 1 の輝度 / 符号語の対が目標 E O T F、例えば B B C / N H K によって定められる E O T F を表し、 $N^1 + 1$  の輝度 / 符号語の対

【数 7 9】

$$(L_i^1, V_i^1)$$

で構成され得る。1 組の第 2 の輝度 / 符号語の対が別の目標 E O T F、例えば I T U - R R e c o m m e n d a t i o n B T . 1 8 8 6 によって定められる E O T F を表し、 $N^2 + 1$  の対

【数 8 0】

$$(L_i^2, V_i^2)$$

を有し得る。どちらの組の輝度 / 符号語の対も、上記の「最適化戦略」の節の中で記載した技法によって生成することができる。P - E O T F のパラメータ  $u$  及び  $n$  を決定するために、等式番号 5 9 内で定めた逆 E O T F を

【数 8 1】

等式番号63a

$$\underset{u,n}{\operatorname{argmin}} \quad a \frac{1}{N^1} \sum_{i=1}^{N^1} \left| \log(V_i^1 u) - \log(V_{\max}(1+u) - V_i^1) - n \log(L_i^1 - L_{\min}) \right|_p^p + b \frac{1}{N^2} \sum_{i=1}^{N^2} \left| \log(V_i^2 u) - \log(V_{\max}(1+u) - V_i^2) - n \log(L_i^2 - L_{\min}) \right|_p^p$$

のように公式化することができ、但し  $a > 0$  及び  $b > 0$  は、2 つの曲線の寄与の相対的な重要度を決定する 2 つの重みである。平均誤差の代わりに、

【数 8 2】

$$\ell_p$$

ノルムの最大誤差を使用することもできる。

【数 8 3】

等式番号63b

$$\operatorname{argmin}_{u,n} \begin{aligned} & a \max |\log(V_i^1 u) - \log(V_{\max}(1+u) - V_i^1) - n \log(L_i^1 - L_{\min})|_p^p + \\ & b \max |\log(V_i^2 u) - \log(V_{\max}(1+u) - V_i^2) - n \log(L_i^2 - L_{\min})|_p^p \end{aligned}$$

【 0 2 5 3 】

等式番号 6 3 a ~ 6 3 b は 2 つの曲線の一例を示すが、この手法は任意の数の曲線に拡張され得る。例えば、以下は J 数の所望の曲線に関する最適化を示す。

【 数 8 4 】

10

$$\begin{aligned} \text{等式番号64a} \quad & \operatorname{argmin}_{u,n} \sum_{j=1}^J a_j \frac{1}{N^j} \sum_{i=1}^{N^j} |\log(V_i^j u) - \log(V_{\max}(1+u) - V_i^j) - \\ & n \log(L_i^j - L_{\min})|_p^p \end{aligned}$$

【 0 2 5 4 】

等式番号 6 4 a の公式化は、以下のように最大誤差と組み合わせて使用することができ、最大誤差が平均誤差よりも結果として生じる P - E O T F の所望の性能を示す場合に有用であり得る。

【 数 8 5 】

20

$$\begin{aligned} \text{等式番号64b} \quad & \operatorname{argmin}_{u,n} \sum_{j=1}^J a_j \max |\log(V_i^j u) - \log(V_{\max}(1+u) - V_i^j) - \\ & n \log(L_i^j - L_{\min})|_p^p \end{aligned}$$

【 0 2 5 5 】

パラメータ

一例では、上記の等式番号 1 及び 2 のパラメータ化された汎用 O E T F、E O T F 関数の最適化を本原理に従って最適化することができる。例えば、提案される B B C / N H K E O T F に対して等式番号 5 9 b のパラメータ化された曲線を最適化して以下のパラメータをもたらすことができる。

30

$$\text{等式番号 6 5 a} \quad u = 1.2961604455878200$$

$$\text{等式番号 6 5 b} \quad n = 0.4820036148084646$$

$$\text{等式番号 6 5 c} \quad V_{\max} = 2.0009775171065494$$

$$\text{等式番号 6 5 d} \quad L_{\min} = 0.0$$

【 0 2 5 6 】

等式番号 6 5 a ~ d のパラメータに基づき、パラメータ s、t、c、n、及び m を以下の等式を適用することによって決定することができる。

$$\text{等式番号 6 6 a} \quad s = 1.0$$

$$\text{等式番号 6 6 b} \quad t = u$$

$$\text{等式番号 6 6 c} \quad n = n$$

$$\text{等式番号 6 6 d} \quad V_{\max}(1 + s t) - s$$

$$\text{等式番号 6 6 e} \quad c = -m s t$$

40

【 0 2 5 7 】

等式番号 6 5 a ~ 6 5 d の上記の例では以下のパラメータがもたらされる。

$$\text{等式番号 6 7 a} \quad s = 1.0$$

$$\text{等式番号 6 7 b} \quad u = 1.2961604455878200$$

$$\text{等式番号 6 7 c} \quad n = 0.4820036148084646$$

$$\text{等式番号 6 7 d} \quad m = 3.5945654272905836$$

$$\text{等式番号 6 7 e} \quad c = -4.6591335259315354$$

50

## 【 0 2 5 8 】

等式番号 6 7 a ~ 6 7 d に定めたパラメータ値を等式番号 1 及び 2 に適用することによって生じる O E T F 及び E O T F 曲線は、1 0 ビット及び 1 1 ビットのシナリオ内で動作させることができる。1 0 ビットの事例のピーク輝度は約 1 2 1 4 ニットである一方、1 1 ビットの事例のピーク輝度は 1 0 , 0 0 0 ニットである。

## 【 0 2 5 9 】

O E T F 及び E O T F の入出力は、これらの O E T F 及び E O T F が使用されるに応じてスケールリングする必要がある。このことは、これらの O E T F 及び E O T F 曲線が絶対曲線として又は相対曲線として使用されることを可能にする。

## 【 0 2 6 0 】

一例として、1 0 ビットの O E T F / E O T F 曲線の対は絶対値と共に使用すべきである。その場合、O E T F 曲線に対する入力輝度値の範囲は  $L \quad [ 0 , 1 2 1 4 ]$  である。これにより、O E T F 曲線の出力をスケールリングして 0 から 1 0 2 3 までの符号語を生成する必要がある。この操作は 1 対のスケール係数をもたらし、 $L \text{ スケール} = 1 0 0 0 0$  及び  $V \text{ スケール} = 1 0 2 3$  である。

## 【 0 2 6 1 】

等式番号 6 7 a ~ e のパラメータを使用し、P - O E T F 曲線が次式によって得られる。

## 【 数 8 6 】

$$\text{等式番号68} \quad V = V_{\text{スケール}} \frac{\left(\frac{L-L_{\min}}{L_{\text{スケール}}}\right)^n + c}{\left(\frac{L-L_{\min}}{L_{\text{スケール}}}\right)^n + t} + m$$

10

20

## 【 0 2 6 2 】

対応する P - E O T F 曲線が次式によって得られる。

## 【 数 8 7 】

$$\text{等式番号69} \quad L = L_{\text{スケール}} \left( \frac{c - \left( \frac{V}{V_{\text{スケール}}} m \right) t}{\frac{V}{V_{\text{スケール}}} - m - 1} \right)^{1/n} + L_{\min}$$

30

## 【 0 2 6 3 】

等式番号 6 8 及び 6 9 の O E T F 及び E O T F 曲線は、正規化済みの入出力値と共に使用することができる。かかる形態は、パラメータ  $L \text{ スケール}$  及び  $V \text{ スケール}$  を以下のように調節することを必要とする。

等式番号 7 0 a  $L \text{ スケール} = 1 0 0 0 0 / 1 2 1 4 = 8 . 2 3 7 2$

等式番号 7 0 b  $V \text{ スケール} = 1 0 2 3 / 1 0 2 3 = 1$

## 【 0 2 6 4 】

エンドツーエンドガンマ

等式番号 1 及び 2、更には等式番号 6 8 及び 6 9 に示した曲線は互いの真の反転である。つまり、線形光が等式番号 1 に入れられる場合、等式番号 1 とその後に続く等式番号 2 とを適用することによって線形光を再現することができる。従って、システムの挙動が線形であり、つまり等式番号 1 への入力が入力等式番号 2 の出力とほぼ同一である。言い換えればシステムが線形である。

## 【 0 2 6 5 】

しかし、コンテンツ制作者、例えばスタジオは、消費者が利用できる環境照明よりも暗い照明下で画像をカラーグレーディングすることが多い。従って、本原理の一態様が、非線形の挙動を有するパラメータ化された O E T F、E O T F / 逆 O E T F 曲線を提供するこ

40

50

とが望ましい場合がある。これは、等式番号 2 又は等式番号 69 内の EOTF、逆 OETF 曲線の出力にガンマ関数を適用し、以下の EOTF 曲線をもたらすことによって最も有用にシミュレートされる。

【数 88】

等式番号71

$$L = L_{\text{スケール}} \left( \frac{c - \left( \frac{V}{V_{\text{スケール}}} - m \right) t}{\frac{V}{V_{\text{スケール}}} - m - 1} \right)^{\gamma/n}$$

【0266】

等式 69 に関して、等式番号 71 からパラメータ  $L_{\min}$  を省くために、 $L_{\min} = 0$  であることが必要であることに留意されたい。その結果、等式番号 68 内でも  $L_{\min} = 0$  であることを条件に、この場合は等式番号 68 の OETF 曲線を使用することができる。

【0267】

消費者の自宅でビデオを視聴する例等の一例では、ガンマ の値が 1.2 であり得る。別の例では、例えば消費者の自宅でビデオを高ダイナミックレンジ表示装置上で視聴する場合、ガンマ の値が 1.4 であり得る。 $\gamma/n$  は  $1/n$  と異なる定数になるので、この追加のガンマ値を適用する計算コストはゼロである。

【0268】

本原理の一例は、適切なパラメータ設定に基づいて OETF 及び EOTF をパラメータ化された曲線として表現することを可能にする。パラメータ化された曲線のパラメータ設定は、多岐にわたる既存の OETF 及び EOTF から OETF / EOTF の対を選択することを可能にする。

【0269】

本原理の一例は、本原理の他のパラメータ、OETF / EOTF 曲線が、様々な輝度範囲及びビット深度について Barten のコントラスト感度モデルに対してマッチされることを可能にする。そのため、有意味の曲線族を容易に導出することができる。

【0270】

本原理の一例は、特定のパラメータ設定下では冪等である Naka-Rushton の式の新規の公式化を含む。

【0271】

本原理の別の例は、有意味のパラメータを有する単一曲線の表現を可能にし、HDR ビデオ及び SDR ビデオの両方の統一表現を可能にする。

【0272】

本原理の別の例は、LUT 又は全曲線を伝送するのではなく、信号の再構築を操縦するためのパラメータの小セットを伝送することを可能にする。

【0273】

本原理の別の例は、特定の SDR ターゲットディスプレイ装置に対する EOTF の適用を省く復号を可能にする。提案される OETF による符号化は、十分なトーンマッピング又はトーン再現オペレータの役割を果たし得る。

【0274】

本原理の別の例は、提案されるパラメータ化された伝達関数が、単一の汎用で適応性があり且つパラメータ化された OETF / EOTF モデルの下で異なる OETF / EOTF を調整することにより、市場の分断を回避し、相互運用性及び実装可能性を改善することを可能にする。

【0275】

本原理の別の例は、提案されるパラメータ化された伝達関数が、所望の最小黒レベル輝度及び最大ピーク輝度を含む所望の出力輝度にマップすることを可能にする。

【0276】

本原理の別の例は、パラメータ化された OETF、EOTF / 逆 OETF 曲線のパラメー

10

20

30

40

50



タを2つのパラメータに減らすことにより、OETF、EOTF/逆OETF曲線を他の任意の曲線に対して最適化する能力を提供する。2つのパラメータのOETF、EOTF/逆OETF曲線は凸である目的関数をもたらす。このことは、これらの関数を最適化することが極小を生成しにくくし、従ってマッチの質を高める。2つのパラメータの曲線は直接実装することができる。2つの制約を含めることは、パラメータ数を減らしてマッチの質を高めるだけでなく、曲線上の2つの重要な点を所望の値（例えば最小輝度値及び最大輝度値）に固定もする。例えば、最低値の符号語（符号語0）を指定の黒レベルに固定することができ、このことは表現可能な最低輝度が指定の通りであることが保証されることを意味する。別の例では、最も高い符号語を指定の白点に関連付け、それにより、保証された表現可能な高い方の輝度をもたらす。

10

#### 【0277】

本原理の別の例は、BBC/NHK EOTF曲線等の特定の曲線に対して最適化する能力をもたらす。例えば、BBC/NHK EOTF曲線に関する本原理による最適化された曲線は、曲線に対する他の修正を必要とすることなしに、0ニットから10,000ニットまでの入力範囲を11ビット信号に直接量子化することを同時に可能にしながら0ニットから1214ニットまでの入力範囲を10ビット信号に直接量子化することを一意的に可能にする。その結果、1200ニットまでの信号をサポートする現在のインフラと共に曲線が10ビットモードで操作され得る。極めて重要なことに、更なる変更なしに、この曲線は11ビットサポートすることになる将来のインフラと共に10,000ニットに届き得る超高ダイナミックレンジ信号に適する。更に、提案されるOETFを用いて信号が10ビットモードで符号化されても良い。ITU-R Rec. BT 1886の中で定められている表示装置のEOTFと共に使用して動作する旧来の表示装置にこの信号が伝送される場合、そのディスプレイは見るに耐える画像を作り出す。最後に、提案されるEOTFは、マスタリングスイートと自宅の視聴環境との視聴条件の差を考慮するためにシステムガンマで増強され得る。重要なことに、システムガンマを追加するための計算コストは皆無である。

20

#### 【0278】

上記の例は以下に記載の図面内で実装され得る。

#### 【0279】

図1は、捕捉及び分配システム内でOETFを使用して画像を符号化するための一例示的方法100を示す図である。この方法100では、ピクチャが受信され、任意の符号化技法（例えばHEVCやAVC）を使用してビットストリーム内に符号化され得る。方法100は、DVB又はATSC規格に基づく分配ワークフロー、制作又はオーサリングワークフロー、デジタルビデオカムコード内で実行され得る。

30

#### 【0280】

一例では、方法100がブロック101でピクチャを受信することを含む。ピクチャは、例えばHDRビデオの1つの画像（ピクチャ）、ビデオ画像、又は複数のピクチャであり得る。ブロック101は、線形光RGB情報を含むピクチャの特性に関する情報を受信し得る。ピクチャは、三色カメラを使用し、3つの成分（赤色、緑色、及び青色）で構成されるRGB色値へと捕捉され得る。RGB色値はセンサの三色特性（原色）に依存する。ピクチャは、センサの原色、捕捉シーンの最大輝度ピークや最小輝度ピーク等の画像側の情報を含み得る。次いでブロック101は、受信ピクチャに関する任意の情報を提供することを含め、ブロック102に制御を渡すことができる。

40

#### 【0281】

ブロック102は、ブロック101で受信したピクチャに対してOETFを適用し得る。ブロック102は、ピクチャの輝度L信号に対してOETFを適用して $V(L)$ を求めることができ、 $V(L)$ は結果として生じる電気信号又は符号語であり得る。輝度L信号は、本原理に従って本明細書に記載した種類の任意とすることができる。 $V(L)$ 信号は、本原理に従って本明細書に記載した種類の任意とすることができる。受信ピクチャの各画素の輝度にOETFを適用し、受信ピクチャの画素ごとに $V(L)$ を求めることができる

50

。例えばブロック 102 は、受信ピクチャの各画素の最初の RGB 値に OETF を適用し、受信ピクチャの画素ごとに新たな  $R'G'B'$  値を計算し得る。結果は、 $R'G'B'$  画素で構成される  $R'G'B'$  ピクチャであり得る。次いで、従来の一一定でない輝度のワークフローを考慮するとき、結果として生じる  $R'G'B'$  ピクチャが  $R'G'B'$  ピクチャから  $Y'CbCr$  ピクチャへと変換され得る。 $Y'CbCr$  信号は、 $Y'CbCr$  信号を導出するために使用される輝度ワークフローに応じて一定の輝度又は一定でない輝度だと言われる。 $Y'CbCr$  は、 $R'G'B'$  (非線形光原色) から直接導出される場合は一定でない輝度信号であるのに対し、クロマ又はクロミナンス成分について  $Y$  及び  $Y'R'B'$  によって RGB (線形光原色) から導出される場合は一定の輝度信号である。以前の ITU 勧告 (アナログ HDTV 信号では ITU-R BT.709 及びデジタル HDTV 信号では ITU-R BT.1361) は一定でない輝度のワークフローに限定される。新たな ITU-R BT.2020 は、広色域ビデオ信号に関する両方の輝度ワークフローを定める。或いはブロック 102 は、受信ピクチャの各画素の最初の  $Y$  値に OETF を適用し、受信ピクチャの画素ごとに新たな  $Y'$  値を計算し得る (一定の輝度のワークフロー)。従ってブロック 102 は、人間が見るために捕捉光情報を最適化し得る。次いでブロック 102 は、ブロック 103 に制御を渡すことができる。

#### 【0282】

ブロック 103 は、受信される  $V(L)$  信号を符号化し得る。一例では、ブロック 103 が既存の任意の符号化 / 復号規格に従って  $V(L)$  信号を符号化し得る。例えばブロック 103 は、国際電気通信 (ITU) 及び組織 MPEG (Moving Picture Experts Group) によって編成される高効率ビデオ符号化 (HEVC) 規格に従って符号化を行うことができる。或いはブロック 103 は、国際標準化機構 / 国際電気標準会議 (ISO/IEC) の MPEG-4 (Moving Picture Experts Group-4) によって編成される H.264 又は MPEG-4 AVC (MPEG-4 Part 10, Advanced Video Coding) に従って符号化を行うことができる。或いはブロック 103 は、他の任意の知られている符号化技法を用いて符号化を行うことができる。次いでブロック 103 は、ブロック 104 に制御を渡すことができる。ブロック 104 は、結果として生じるビットストリーム (例えば HEVC ビットストリーム) を出力し得る。

#### 【0283】

図 2 は、本原理による、パラメータ化された OETF を使用してピクチャを符号化するための一例示的方法 200 を示す図である。一例では、方法 200 がブロック 201 を含む。ブロック 201 は、OETF 曲線を適応選択するためのパラメータを受信し得る。一例では、ブロック 201 が、符号化されているコンテンツに最も適した OETF 曲線の適応選択を可能にする 1 つ又は複数のパラメータの値を受信し得る。一例では、ブロック 201 が複数のパラメータ (例えば上記のパラメータ ( $s, t, c, m, n$ )) の値を受信し得る。別の例では、ブロック 201 が、目下のコンテンツを符号化するのに望ましい可能性がある特定の OETF 曲線に対応する 1 組の固定パラメータの識別情報 (例えばインジケータ) を受信し得る。パラメータは、本原理に従って本明細書で論じられる任意のパラメータとすることができる。次いでブロック 201 は、ブロック 202 に制御を渡すことができる。

#### 【0284】

ブロック 202 は、ブロック 201 から受信されるパラメータに基づいて OETF 曲線 (例えば Barten 曲線、SMPTE ST 2084 OETF、BBC OETF) をモデリングすることができる。例えばブロック 202 は、受信されるパラメータに基づいて Barten OETF 曲線をモデリングし得る。或いはブロック 202 は、Dolby によって提案される OETF 曲線と性能面で同様の SMPTE ST 2084 OETF をモデリングし得る。或いはブロック 202 は、BBC によって提案される OETF 曲線と性能面で同様の OETF 曲線をモデリングし得る。或いはブロック 202 は、既存の他の又は将来の提案と同様の OETF をモデリングし得る。ブロック 202 は、ブロック 201 からパラメータを受信し、それらのパラメータに基づいて OETF 曲線を作り出し得る。一例では、

複数の O E T F 曲線（例えば規格の O E T F 曲線の提案又はカスタム O E T F 曲線）のうちの何れか 1 つの挙動を模倣し又はモデリングするために、ブロック 202 が汎用 O E T F モデル（例えば等式番号 1、4、8 ~ 10、68 を含む上記のモデル）にパラメータを適用し得る。従って、受信されるパラメータに応じて、ブロック 202 は任意の O E T F 曲線の挙動を有利にモデリングするために汎用 O E T F モデルの 1 つだけを利用し得る。一例では、ブロック 202 が、結果として生じる O E T F 曲線を参照表（LUT）へと符号化し得る。LUT は O E T F 公式の表形式値から導出することができ、LUT 内にはない場合は所要の中間値を補間することができる。補間は線形とすることができる。別の例では、補間が非線形であり得る。次いでブロック 202 は、ブロック 204 に制御を渡すことができる。

10

#### 【0285】

方法 200 は、例えば HDR ビデオのビデオ画像フレーム等のピクチャを受信し得るブロック 203 を更に含むことができる。次いでブロック 203 は、ブロック 204 に制御を渡すことができる。

#### 【0286】

ブロック 204 は、ブロック 203 からピクチャを、ブロック 204 から（例えば LUT によって表わされ得る）モデリング済みの O E T F 曲線を受信し得る。ブロック 204 は、ブロック 203 からの受信ピクチャに O E T F を適用し、図 1 に関して説明したものを含む本原理に従って  $V(L)$  を求めることができる。 $V(L)$  は、輝度信号  $L$  を変換することから生じる電気信号であり得る。 $V(L)$  は符号語であり得る。 $V(L)$  は、本明細書に記載の本原理に従って定められ得る。ブロック 204 は、図 1 に関して論じた原理に従って  $V(L)$  を求めることができる。例えばブロック 204 は、上記の任意の等式（例えば等式番号 1、4、8 ~ 10、68）を含む、ブロック 202 でモデリングされた O E T F 曲線を適用し得る。O E T F 曲線は、上記の任意の等式（例えば等式番号 1、4、8 ~ 10、68）に適用される受信パラメータに基づいて表わされ得る。ブロック 204 は、本原理に従って O E T F 曲線を適用し、絶対的な若しくは相対的な修正輝度 / R G B 値又は R G B 値の線形結合である修正輝度  $Y$  を求めることができる。一例では、ブロック 204 は上記の LUT を使用して O E T F 曲線を適用し得る。次いでブロック 204 は、ブロック 205 に制御を渡すことができる。

20

#### 【0287】

ブロック 205 は、ブロック 204 から受信される  $V(L)$  を符号化し得る。ブロック 205 は、図 1 に関して論じた原理に従って修正  $V(L)$  を符号化し得る。次いでブロック 205 は、ブロック 207 に制御を渡すことができる。

30

#### 【0288】

方法 200 はブロック 206 を更に含むことができる。ブロック 206 は、モデリング済みの O E T F 曲線を表すパラメータを直接符号化することができ、又はパラメータのインジケータ（例えばインデックス）を符号化することができる。例えばブロック 206 は、受信されるパラメータの値（例えばパラメータ（ $s$ 、 $t$ 、 $c$ 、 $m$ 、 $n$ ）のパラメータ値）を符号化し得る。或いはブロック 206 は、1 組の既定の受信パラメータの値に対応する（例えば S E I メッセージ内の）既定のインジケータを符号化し得る。次いでブロック 206 は、ブロック 207 に制御を渡すことができる。

40

#### 【0289】

ブロック 207 は、ブロック 205 からの符号化済みの修正輝度ピクチャ、及びブロック 206 からの符号化済みのパラメータの識別情報を含むビットストリームを出力し得る。ブロック 207 は、ブロック 206 から受信される符号化済みのパラメータをビットストリーム内に挿入することができる。例えばブロック 207 は、既定の構文構造内に（例えば S E I メッセージ、P P S、S P S、V U I 等の中に）符号化済みのインジケータを挿入することができる。

#### 【0290】

図 3 は、本原理による、パラメータ化された O E T F のパラメータを符号化するための一

50

例示的方法 300 を示す図である。方法 300 は、本原理に従ってパラメータ構文要素を符号化するためのプロセスを提供する。方法 300 はブロック 301 を含む。

【0291】

ブロック 301 は、OETF 曲線（例えばカスタム OETF、Barten のコントラスト感度関数から導出される変調伝達関数、SMPTE ST 2084 OETF、BBC OETF）を識別するパラメータを受信し得る。パラメータは、本原理に従って本明細書で論じられる任意のパラメータとすることができる。ブロック 301 は、この符号化のために、モデリング済みの曲線を表す情報の種類についての情報（パラメータの明示的な符号化又は固定パラメータを表すインジケータの符号化）を受信し得る。次いでブロック 301 は、ブロック 302 に制御を渡すことができる。

10

【0292】

ブロック 302 は、OETF モデルのパラメータがどのように定められているのかを明らかにすることができる。ブロック 302 は、パラメータ（例えばパラメータ（s、t、c、m、n））が、ブロック 301 で識別された OETF について予め定められているかどうかを判定し得る。一例では、ブロック 302 は、識別された OETF 曲線が既知のパラメータ（例えば s c t m n が分かっている）= インジケータを有するかどうか（パラメータが予め定められていることを意味する）を判定することができ、又はパラメータが明示的に与えられるかどうかを判定することができる（s c t m n）。一例では、ブロック 302 は、パラメータが予め定められている（例えばパラメータが特定のパラメータセットについて予め定められている）ことを示すインジケータがあるのか、パラメータが明示的にシグナリングされる必要があるのかを判定し得る。パラメータが予め定められているとブロック 302 が判定する場合、ブロック 302 はブロック 303 に制御を渡すことができる。或いは、パラメータが予め定められていないとブロック 302 が判定する場合、ブロック 302 はブロック 305 に制御を渡すことができる。

20

【0293】

ブロック 303 は、ブロック 301 によって識別された OETF モデルのパラメータ情報（例えばインジケータ）を識別し得る。例えばブロック 303 は、識別された OETF モデルの既定のパラメータに対応するインジケータ（例えば Barten の曲線、SMPTE ST 2084 OETF、BBC OETF 等の挙動をモデリングするためのパラメータを示すインジケータ）を識別し得る。従ってブロック 303 は、パラメータの暗示的な識別情報を符号化し得る。ブロック 303 はブロック 304 に制御を渡すことができる。

30

【0294】

ブロック 304 は、パラメータ情報をビットストリーム内に符号化し得る。例えばブロック 304 は、OETF モデルのための既定のパラメータを識別するインジケータを符号化し得る。ブロック 304 はブロック 308 に制御を渡すことができる。

【0295】

ブロック 305 は、識別された OETF 曲線のパラメータを決定することができる。例えばブロック 305 は、上記の等式番号 1、4、8 ~ 10、68 のパラメータ（例えばパラメータ（s、t、c、m、n））を識別し得る。ブロック 305 はブロック 306 に制御を渡すことができる。

40

【0296】

ブロック 306 は、ブロック 305 によって決定されたパラメータを量子化することができる。等式から導出されるパラメータ値が浮動小数点であり得るので、ブロック 306 はパラメータを量子化することができる。この場合、復号器の処理アーキテクチャを活用するために、整数値しか許容しない可能性があるビットストリーム内で運ぶために値を量子化しなければならない（例えば AVC や HEVC）。ブロック 306 はブロック 307 に制御を渡すことができる。

【0297】

ブロック 307 は、決定されたパラメータを符号化し得る。例えばブロック 307 は、明示的に決定されたパラメータの値を符号化し得る。或いはブロック 307 は、OETF モ

50

デルの決定されたパラメータを識別するインジケータを符号化し得る。

#### 【 0 2 9 8 】

ブロック 3 0 8 は、符号化データをビットストリーム内に挿入し得る。一例ではブロック 3 0 8 は、ブロック 3 0 4 又は 3 0 7 から受信される符号化済みのパラメータを用いてメタデータフォーマット（例えば S E I パラメータ）にデータ投入することができる。

#### 【 0 2 9 9 】

図 4 は、例えば分配及びレンダリングシステム内で E O T F 又は逆 O E T F を使用して符号化ピクチャを復号するための一例示的方法 4 0 0 を示す図である。この方法 4 0 0 では、符号化ビットストリームを受信し、任意の復号技法（例えば H E V C や A V C ）を使用して復号することができる。方法 4 0 0 は、モバイル装置、通信装置、ゲーム機、タブレット（又はタブレットコンピュータ）、ラップトップ、ディスプレイ、静止画像カメラ、ビデオカメラ、復号チップ、静止画像サーバ、Blu-ray プレーヤ、及びビデオサーバ（例えばブロードキャストサーバ、ビデオオンデマンドサーバ、ウェブサーバ）によって実行され得る。方法 4 0 0 は、他の任意の同様の装置又はシステムによっても実行され得る。

#### 【 0 3 0 0 】

方法 4 0 0 はブロック 4 0 1 を含む。ブロック 4 0 1 は、符号化ピクチャのビデオシーケンス又は符号化ピクチャに対応するビットストリームを受信し得る。ビットストリームは、（例えば A V C や H E V C 等の符号化に基づいて使用して）符号化され得る。一例では、符号化ピクチャが（例えば J P E G 、 A V C 、 H E V C 符号器を使用して）符号化されている圧縮ピクチャであり得る。別の例では、符号化ピクチャが圧縮なしのデジタル化された又は量子化されたピクチャでも良く、ブロック 4 0 1 はブロック 4 0 3 に制御を渡すことができる。次いでブロック 4 0 1 はブロック 4 0 2 に制御を渡すことができる。

#### 【 0 3 0 1 】

ブロック 4 0 2 は、ブロック 4 0 1 から受信されるビットストリームを復号し得る。一例では、ブロック 4 0 2 は H E V C ベースの復号を使用してビットストリームを復号し得る。一例では、ブロック 4 0 2 は符号化ピクチャを復号し得る。一例では、ブロック 4 0 2 は Y ' C b C r ピクチャを復号し得る。次いでブロック 4 0 2 は、Y ' C b C r ピクチャから R<sub>1</sub> ' G<sub>1</sub> ' B<sub>1</sub> ' ピクチャを導出し得る。別の例では、ブロック 4 0 2 が R<sub>1</sub> ' G<sub>1</sub> ' B<sub>1</sub> ' ピクチャを復号し得る。次いでブロック 4 0 2 はブロック 4 0 3 に制御を渡すことができる。

#### 【 0 3 0 2 】

次いでブロック 4 0 3 は、ブロック 4 0 2 内でビットストリームから復号されるピクチャを表す V ( L ) 信号に対し、第 1 の E O T F ( E O T F 1 ) 又は第 1 の逆 O E T F ( O E T F 1 ) を適用し得る。V ( L ) は、本明細書に記載の本原理に従って定められ得る。一例では、E O T F 1 又は逆 O E T F 1 が各画素に適用され得る。一例では、E O T F 1 又は逆 O E T F 1 が各画素の Y ' 値に適用され得る。一例では、E O T F 1 又は逆 O E T F 1 が各画素の R<sub>1</sub> ' G<sub>1</sub> ' B<sub>1</sub> ' に適用され得る。結果として生じるピクチャは、第 1 の線形化輝度ピクチャ（例えば R<sub>1</sub> G<sub>1</sub> B<sub>1</sub> ピクチャや Y R<sub>1</sub> B<sub>1</sub> ピクチャ）として知られ得る。一例では、（例えば等式番号 2、3、5、6、又は 6 9 に基づき）表形式値を用いて参照表 ( L U T ) を作成し、マップされる / デマップされるコンテンツにその L U T を適用することにより、E O T F 1 又は逆 O E T F 1 が実行され得る。

#### 【 0 3 0 3 】

次いでブロック 4 0 3 は任意選択的なブロック 4 0 4 に制御を渡すことができる。任意選択的なブロック 4 0 4 は、ブロック 4 0 3 から受信される第 1 の線形化輝度ピクチャに対して任意選択的に実行され得る。ブロック 4 0 4 は、第 1 の線形化輝度ピクチャ 1 をピクチャ 2 に変換し得る。一例では、ブロック 4 0 4 はピクチャ R<sub>1</sub> G<sub>1</sub> B<sub>1</sub> をピクチャ R<sub>2</sub> G<sub>2</sub> B<sub>2</sub> に変換し得る。ピクチャ 2 は、レンダラの原色によって決定される色空間内で表現され得る（例えば S M P T E R P 1 7 7 はレンダラの原色と共にこの変換を計算するやり方について記載し、結果が B T . 7 0 9 や B T . 2 0 2 0 等の中で与えられている）。次いでブロック 4 0 4 は、O E T F 2 又は逆 E O T F 2 をピクチャ 2 に適用し得る。そ

10

20

30

40

50

の結果は、レンダラの機能に一致したレンダライズピクチャ 2 であり得る。次いでブロック 4 0 4 はブロック 4 0 5 に制御を渡すことができる。

【 0 3 0 4 】

ブロック 4 0 5 は、ブロック 4 0 4 が実行される場合はブロック 4 0 4 からのレンダライズピクチャ 2 を出力し、又はブロック 4 0 4 が実行されない場合はブロック 4 0 3 からの線形化輝度ピクチャを出力し得る。一例ではブロック 4 0 5 は、画像及び / 又は画像を含むビデオを表示する画像処理パイプラインにピクチャを出力し得る。

【 0 3 0 5 】

図 5 は、本原理による、パラメータ化された E O T F 又はパラメータ化された逆 O E T F のパラメータを復号するための一例示的方法 5 0 0 を示す図である。方法 5 0 0 は、本原理に従ってパラメータ構文要素を復号するためのプロセスを提供する。パラメータは、本原理に従って本明細書で論じられる任意のパラメータとすることができる。方法 5 0 0 はブロック 5 0 1 を含む。

10

【 0 3 0 6 】

ブロック 5 0 1 は、ビデオシーケンスに対応するビットストリームを受信し得る。受信されるビットストリームは ( 例えば A V C や H E V C 等の符号化を使用して ) 符号化される。次いでブロック 5 0 2 はブロック 5 0 2 に制御を渡すことができる。

【 0 3 0 7 】

ブロック 5 0 2 は、ブロック 5 0 1 から受信されるビットストリームを構文解析して復号し得る。一例ではブロック 5 0 2 は、H E V C ベースの復号を使用してビットストリームを構文解析し、復号し得る。次いでブロック 5 0 2 はブロック 5 0 3 及び 5 0 4 に制御を渡すことができる。

20

【 0 3 0 8 】

ブロック 5 0 3 は、ブロック 5 0 2 内の復号済みのビットストリームから E O T F 又は逆 O E T F パラメータを求め得る。一例では、パラメータ ( s 、 t 、 c 、 m 、 n ) が、ビットストリーム ( 例えば S E I メッセージ ) 内に含まれる構文に基づいて求められる。次いでブロック 5 0 3 はブロック 5 0 5 に制御を渡すことができる。

【 0 3 0 9 】

ブロック 5 0 4 は、ブロック 5 0 2 内で復号されるビデオ信号を処理し得る。一例では、ブロック 5 0 4 が復号済みの Y ' C b C r ビデオ信号を処理し得る。一例では、ブロック 5 0 4 が Y ' C b C r ビデオ信号を R ' G ' B ' ビデオ信号に変換し得る。別の例では、ブロック 5 0 4 が R ' G ' B ' ビデオ信号を処理し得る。次いでブロック 5 0 4 はブロック 5 0 5 に制御を渡すことができる。

30

【 0 3 1 0 】

次いでブロック 5 0 5 は、ブロック 5 0 3 から受信されたパラメータに基づき、ブロック 5 0 4 からのビデオ信号 V ( L ) に対して E O T F 又は逆 O E T F を適用し得る。V ( L ) は、本明細書に記載の本原理に従って定められ得る。一例では、ブロック 5 0 5 はビデオ信号を R ' G ' B ' から線形光 R G B に変換し得る。一例では、ブロック 5 0 5 は等式番号 2 、 3 、 5 、 6 、又は 6 9 に基づいて E O T F 又は逆 E O T F を適用し得る。一例では、ブロック 5 0 5 は ( 例えば等式番号 2 、 3 、 5 、 6 、又は 6 9 に基づき ) 表形式値を用いて参照表 ( L U T ) を作成し、マップされる / デマップされるコンテンツにその L U T を適用することができる。

40

【 0 3 1 1 】

図 6 は、本原理による、パラメータ化された O E T F を使用してピクチャを符号化する一例示的スキーム 6 0 0 を示す図である。図 6 は、ピクチャを提供するブロック 6 0 1 を含む。一例では、ピクチャは R G B 線形光ピクチャであり得る。別の例では、ピクチャは Y R B ピクチャであり得る。ブロック 6 0 2 は、本原理によるパラメータ化された O E T F にパラメータ ( 例えば ( s 、 t 、 c 、 n 、 m ) ) を与える。ブロック 6 0 2 は、パラメータ化された O E T F を生成し得る。ブロック 6 0 3 は、図 1 ~ 図 3 に関するものを含む上記の本原理に従い、ブロック 6 0 1 から受信されるピクチャに対し、ブロック 6 0 2 から

50

のパラメータに基づくパラメータ化されたOETFを適用し得る。一例ではブロック603の結果が、ブロック604における結果として生じるV(L)電気信号であり得る。一例では、V(L)がR'G'B'ピクチャであり得る。別の例では、V(L)がY'CbCrピクチャであり得る。スキーム600は、R'G'B'ピクチャをY'CbCrピクチャに変換し得る任意選択的なコンバータ605を含み得る。コンバータ605の出力は、ビデオ符号器606(例えばHEVC符号器)に与えられ得る。ブロック607で、符号器606がピクチャを符号化してビットストリームを出力し得る。

#### 【0312】

図7は、本原理による、パラメータ化されたEOTF又は逆OETFを使用して符号化ピクチャを復号する一例示的スキーム700を示す図である。図7は、復号を行い、本原理によるパラメータ化されたEOTF(又は逆OETF)のためのパラメータをブロック702において出力し得る復号器701を含む。復号器701は更に復号を行い、ブロック703で復号済みのピクチャを出力し得る。一例では、ピクチャがY'CbCrピクチャであり得る。別の例では、ピクチャがR'G'B'ピクチャであり得る。任意選択的なコンバータ704がY'CbCrピクチャをR'G'B'ピクチャへと変換し、ブロック705でR'G'B'ピクチャを出力し得る。ブロック706は、図1～図3に関するものを含む上記の本原理に従い、ブロック702から受信されるパラメータに基づきブロック705からのピクチャに対してパラメータ化されたEOTF(又は逆OETF)を適用し得る。ブロック706は、結果として生じる線形化ピクチャをブロック707で出力し得る。一例では、線形化光ピクチャが線形光RGBピクチャであり得る。別の例では、線形化光ピクチャが線形光YRBピクチャであり得る。

#### 【0313】

図8は、図1～図7に関して説明した方法を実施するように構成され得る装置800の一例示的アーキテクチャを示す。一例では図8は、図1～図3及び図6に関して説明した原理を含む、本原理による符号化方法を実施するように構成され得る機器を表す。一例では図8は、図4～図5及び図7に関して説明した原理を含む、本原理による復号方法を実施するように構成され得る機器を表す。

#### 【0314】

装置800は、データ及びアドレスバス801によって結合される以下の要素、つまり

- 例えばDSP(即ちデジタル信号プロセッサ)であるマイクロプロセッサ802(又はCPU)、
- ROM(即ち読取専用メモリ)803、
- RAM(即ちランダムアクセスメモリ)804、
- 例えばユーザインタフェース装置からデータを送受信するためのI/Oインタフェース805、
- 電池806(又は他の適切な電源)、及び
- ディスプレイ807

を含む。

#### 【0315】

改変形態によれば、電池806は装置の外部にある。言及したメモリのそれぞれにおいて、本明細書で使用する<<レジスタ>>という用語は小容量(数ビット)の領域又は非常に大きい領域(例えば全プログラムや大量の受信データ又は復号データ)に対応し得る。ROM803は、少なくともプログラム及びパラメータを含む。本発明による方法のアルゴリズムがROM803内に記憶される。オンにされるとき、CPU802がプログラムをRAM内にアップロードし、対応する命令を実行する。

#### 【0316】

RAM804はレジスタ内に、CPU802によって実行され、装置800をオンにした後でアップロードされるプログラム、レジスタ内の入力データ、レジスタ内の本方法の様々な状態の中間データ、及びレジスタ内の本方法の実行に使用される他の変数を含む。

#### 【0317】

10

20

30

40

50

本明細書に記載の実装形態は、例えば方法又はプロセス、機器、ソフトウェアプログラム、データストリーム、又は信号によって実装することができる。単一形式の実装形態の脈絡でしか論じられなくても（例えば方法又は装置としてしか論じられない）、論じられた特徴の実装形態は他の形式（例えばプログラム）でも実装することができる。機器は、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よって実装することができる。方法は、例えばプロセッサ等の機器によって実施することができ、プロセッサは例えばコンピュータ、マイクロプロセッサ、集積回路、プログラム可能論理デバイスを含む処理装置全般を指す。プロセッサは、例えばコンピュータ、携帯電話、ポータブル/携帯情報端末（「PDA」）、エンドユーザ間の情報の通信を助ける他の装置等の通信装置も含む。

10

#### 【0318】

符号化又は符号器の特定の例によれば、画像又はピクチャIが情報源から得られる。例えば情報源は、

- ローカルメモリ（803又は804）、例えばビデオメモリやRAM（即ちランダムアクセスメモリ）、フラッシュメモリ、ROM（即ち読取専用メモリ）、ハードディスク、
- 記憶域インタフェース（805）、例えば大容量記憶域、RAM、フラッシュメモリ、ROM、光ディスク、又は磁気支持とのインタフェース、
- 通信インタフェース（805）、例えば有線インタフェース（例えばバスインタフェース、広域ネットワークインタフェース、ローカルエリアネットワークインタフェース）や無線インタフェース（IEEE 802.11インタフェースやBluetooth（登録商標）インタフェース等）、及び
- 画像捕捉回路（例えばCCD（即ち電荷結合素子）やCMOS（即ち相補型金属酸化膜半導体）等のセンサ）

20

を含む組に属する。

#### 【0319】

復号又は復号器の別の実施形態によれば、復号画像

#### 【数89】

$\hat{i}$

30

が宛先に送信され、とりわけその宛先は

- ローカルメモリ（803又は804）、例えばビデオメモリやRAM、フラッシュメモリ、ハードディスク、
- 記憶域インタフェース（805）、例えば大容量記憶域、RAM、フラッシュメモリ、ROM、光ディスク、又は磁気支持とのインタフェース、
- 通信インタフェース（805）、例えば有線インタフェース（例えばバスインタフェース（例えばUSB（即ちユニバーサルシリアルバス））、広域ネットワークインタフェース、ローカルエリアネットワークインタフェース、HDMI（高精細度マルチメディアインタフェース）インタフェース）や無線インタフェース（IEEE 802.11インタフェース、Wi-Fi（登録商標）インタフェース、Bluetooth（登録商標）インタフェース等）、及び
- ディスプレイ（807）

40

を含む組に属する。

#### 【0320】

符号化又は符号器の別の例によれば、ビットストリームBF及び/又はFが宛先に送信される。一例として、ビットストリームF及びBFの一方、又は両方のビットストリームF及びBFがローカルメモリ若しくはリモートメモリ、例えばビデオメモリ（804）、RAM（804）、ハードディスク（803）内に記憶される。改変形態では、一方又は両方のビットストリームが記憶域インタフェース（805）、例えば大容量記憶域、フラッシュメモリ、ROM、光ディスク、若しくは磁気支持とのインタフェースに送信され、且

50



つ／又は通信インタフェース（８０５）、例えば二地点間リンク、通信バス、一地点対多地点リンク、若しくはブロードキャストネットワークへのインタフェース上で伝送される。

【０３２１】

復号又は復号器の別の例によれば、ビットストリームＢＦ及び／又はＦが情報源から得られる。例示的には、ビットストリームがローカルメモリ、例えばビデオメモリ（８０４）、ＲＡＭ（８０４）、ＲＯＭ（８０３）、フラッシュメモリ（８０３）、又はハードディスク（８０３）から読み取られる。改変形態では、ビットストリームが記憶域インタフェース（８０５）、例えば大容量記憶域、ＲＡＭ、ＲＯＭ、フラッシュメモリ、光ディスク、若しくは磁気支持とのインタフェースから受信され、且つ／又は通信インタフェース（８０５）、例えば二地点間リンク、バス、一地点対多地点リンク、若しくはブロードキャストネットワークへのインタフェースから受信される。

10

【０３２２】

別の例によれば、本原理による符号化方法を実施するように構成される装置８００が、

- モバイル装置、
- 通信装置、
- ゲーム機、
- タブレット（又はタブレットコンピュータ）、
- ラップトップ、
- 静止画像カメラ、
- ビデオカメラ、
- 符号化チップ、
- 静止画像サーバ、及び
- ビデオサーバ（例えばブロードキャストサーバ、ビデオオンデマンドサーバ、ウェブサーバ）

20

を含む組に属する。

【０３２３】

別の例によれば、本原理による復号方法を実施するように構成される装置８００が、

- モバイル装置、
- 通信装置、
- ゲーム機、
- セットトップボックス、
- ＴＶ受像機、
- タブレット（又はタブレットコンピュータ）、
- ラップトップ、
- ディスプレイ、及び
- 復号チップ

30

を含む組に属する。

【０３２４】

図９は、既存の他のＯＥＴＦに対する、本原理による（ＴＣＨとラベル付けした）パラメータ化されたＯＥＴＦの性能結果を例示するグラフの一例を示す。このグラフは等式１に基づいて求めることができる。Ｘ軸は、ピクチャの正規化輝度値に関する。Ｙ軸は、ビットストリームの正規化符号語値に関する。

40

【０３２５】

図１０Ａは、ＳＭＰＴＥ ＳＴ ２０８４ ＯＥＴＦ曲線に対する、本原理による（ＴＣＨとラベル付けした）パラメータ化されたＯＥＴＦの結果の性能を例示するグラフの一例を示す。このグラフは上記の等式１に基づいて求めることができる。Ｘ軸は、ピクチャの正規化輝度に関する。Ｙ軸は、ビットストリームの正規化符号語値に関する。

【０３２６】

図１０Ｂは、Barten ＭＴＦ曲線に対する、本原理による（ＴＣＨとラベル付けした）パラメータ化されたＯＥＴＦの結果の性能を例示するグラフの一例を示す。このグラフは上

50

記の等式 1 に基づいて求めることができる。X 軸は、ピクチャの正規化輝度に関する。Y 軸は、ビットストリームの正規化符号語値に関する。図 1 0 B は、パラメータの参照表を更に含む。

【 0 3 2 7 】

図 1 0 C は、BBC OETF 曲線に対する、本原理による (TCH とラベル付けした) パラメータ化された OETF の結果の性能を例示するグラフの一例を示す。このグラフは上記の等式 1 に基づいて求めることができる。X 軸は、ピクチャの正規化輝度に関する。Y 軸は、ビットストリームの正規化符号語値に関する。図 1 0 C は、パラメータの参照表を更に含む。

【 0 3 2 8 】

図 1 0 A、図 1 0 B、及び図 1 0 C は、TCH とラベル付けした曲線を生成するために使用されたパラメータ  $s$ 、 $t$ 、 $c$ 、 $n$ 、及び  $m$  の値を更に示す。加えてこれらの図面は、これらのパラメータ値の概算を整数比として示す。

【 0 3 2 9 】

図 1 1 A は、SMPTE ST 2084 OETF 曲線に対する、本原理による (TCH とラベル付けした) パラメータ化された EOTF (又は逆 OETF) の結果の性能を例示するグラフの一例を示す。このグラフは上記の等式 2 に基づいて求めることができる。X 軸は、ビットストリームの正規化符号語値に関する。Y 軸は、ピクチャの正規化輝度に関する。

【 0 3 3 0 】

図 1 1 B は、Barten MTF 曲線に対する、本原理による (TCH とラベル付けした) パラメータ化された EOTF (又は逆 OETF) の結果の性能を例示するグラフの一例を示す。このグラフは上記の等式 2 に基づいて求めることができる。X 軸は、ビットストリームの正規化符号語値に関する。Y 軸は、ピクチャの正規化輝度に関する。

【 0 3 3 1 】

図 1 1 C は、BBC OETF 曲線に対する、本原理による (TCH とラベル付けした) パラメータ化された EOTF (又は逆 OETF) の結果の性能を例示するグラフの一例を示す。このグラフは上記の等式 2 に基づいて求めることができる。X 軸は、ビットストリームの正規化符号語値に関する。Y 軸は、ピクチャの正規化輝度に関する。

【 0 3 3 2 】

図 1 1 A、図 1 1 B、及び図 1 1 C は、TCH とラベル付けした曲線を生成するために使用されたパラメータ  $s$ 、 $t$ 、 $c$ 、 $n$ 、及び  $m$  の値を更に示す。加えてこれらの図面は、これらのパラメータ値の概算を整数比として示す。

【 0 3 3 3 】

図 1 2 A は、SMPTE ST 2084 OETF 曲線に対する、本原理による (TCH とラベル付けした) パラメータ化された OETF の結果の性能を例示するグラフの一例を示す。このグラフは 4 つのパラメータに基づき上記の等式 4 に基づいて求めることができる。X 軸は、ピクチャの正規化輝度に関する。Y 軸は、ビットストリームの正規化符号語値に関する。

【 0 3 3 4 】

図 1 2 B は、Barten MTF 曲線に対する、本原理による (TCH とラベル付けした) パラメータ化された OETF の結果の性能を例示するグラフの一例を示す。このグラフは 4 つのパラメータに基づき上記の等式 4 に基づいて求めることができる。X 軸は、ピクチャの正規化輝度に関する。Y 軸は、ビットストリームの正規化符号語値に関する。

【 0 3 3 5 】

図 1 2 C は、BBC OETF 曲線に対する、本原理による (TCH とラベル付けした) パラメータ化された OETF の結果の性能を例示するグラフの一例を示す。このグラフは 4 つのパラメータに基づき上記の等式 4 に基づいて求めることができる。X 軸は、ピクチャの正規化輝度に関する。Y 軸は、ビットストリームの正規化符号語値に関する。

【 0 3 3 6 】

10

20

30

40

50

図 1 2 A、図 1 2 B、及び図 1 2 C は、T C H とラベル付けした曲線を生成するために使用されたパラメータ  $s$ 、 $t$ 、 $c$ 、 $n$ 、及び  $m$  の値を更に示す。加えてこれらの図面は、これらのパラメータ値の概算を整数比として示す。

【 0 3 3 7 】

図 1 3 A は、S M P T E S T 2 0 8 4 O E T F 曲線に対する、本原理による ( T C H とラベル付けした ) パラメータ化された E O T F ( 又は逆 O E T F ) の結果の性能を例示するグラフの一例を示す。このグラフは 4 つのパラメータに基づき上記の等式 6 に基づいて求めることができる。X 軸は、ビットストリームの正規化符号語値に関する。Y 軸は、ピクチャの正規化輝度に関する。

【 0 3 3 8 】

図 1 3 B は、Barten M T F 曲線に対する、本原理による ( T C H とラベル付けした ) パラメータ化された E O T F ( 又は逆 O E T F ) の結果の性能を例示するグラフの一例を示す。このグラフは 4 つのパラメータに基づき上記の等式 6 に基づいて求めることができる。X 軸は、ビットストリームの正規化符号語値に関する。Y 軸は、ピクチャの正規化輝度に関する。

【 0 3 3 9 】

図 1 3 C は、B B C O E T F 曲線に対する、本原理による ( T C H とラベル付けした ) パラメータ化された E O T F ( 又は逆 O E T F ) の結果の性能を例示するグラフの一例を示す。このグラフは 4 つのパラメータに基づき上記の等式 6 に基づいて求めることができる。X 軸は、ビットストリームの正規化符号語値に関する。Y 軸は、ピクチャの正規化輝度に関する。

【 0 3 4 0 】

図 1 3 A、図 1 3 B、及び図 1 3 C は、T C H とラベル付けした曲線を生成するために使用されたパラメータ  $s$ 、 $t$ 、 $c$ 、 $n$ 、及び  $m$  の値を更に示す。加えてこれらの図面は、これらのパラメータ値の概算を整数比として示す。

【 0 3 4 1 】

本明細書に記載した様々なプロセス及び特徴の実装形態は、多岐にわたる異なる機器又はアプリケーションによって具体化することができる。かかる機器の例は、符号器、復号器、復号器からの出力を処理する後処理系、符号器への入力を与える前処理系、ビデオ符号器、ビデオ復号器、ビデオコーデック、ウェブサーバ、セットトップボックス、ラップトップ、パーソナルコンピュータ、携帯電話、P D A、及び他の通信装置を含む。明白であるように、機器は可搬式とすることができ、移動車両内に設置することさえできる。

【 0 3 4 2 】

加えて、これらの方法はプロセッサによって実行される命令によって実装されても良く、かかる命令 ( 及び / 又は実装形態によって作り出されるデータ値 ) は例えばハードディスク、コンパクトディスク ( 「 C D 」 )、光ディスク ( 例えばデジタル多用途ディスクやデジタルビデオディスクとしばしば呼ばれる D V D 等 )、ランダムアクセスメモリ ( 「 R A M 」 )、読取専用メモリ ( 「 R O M 」 ) 等、例えば集積回路、ソフトウェア担体、又は他の記憶装置等のプロセッサ可読媒体上に記憶され得る。命令は、プロセッサ可読媒体上で有形に具体化されるアプリケーションプログラムを形成し得る。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、又は組合せの中にあり得る。命令は、例えばオペレーティングシステム、別個のアプリケーション、又はその 2 つの組合せの中で見つけることができる。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装置及びプロセスを実行するための命令を有するプロセッサ可読媒体 ( 記憶装置等 ) を含む装置の両方として特徴付けることができる。更に、プロセッサ可読媒体は、実装形態によって作り出されるデータ値を命令に加えて又は命令の代わりに記憶し得る。

【 0 3 4 3 】

当業者に明らかなように、実装形態は、例えば記憶され又は伝送され得る情報を運ぶようにフォーマットされる多岐にわたる信号を作り出し得る。かかる情報は、例えば方法を実行するための命令、又は記載した実装形態の 1 つによって作り出されるデータを含み得る

10

20

30

40

50

。例えば信号は、記載した例の構文を読み書きするための規則をデータとして運ぶように、又は記載した例によって書かれる実際の構文値をデータとして運ぶようにフォーマットされ得る。かかる信号は、例えば電磁波として（例えばスペクトルの無線周波数部分を用いて）、又はベースバンド信号としてフォーマットされ得る。フォーマットすることは、例えばデータストリームを符号化し、符号化データストリームで担体を変調することを含み得る。信号が運ぶ情報は、例えばアナログ情報又はデジタル情報とすることができる。信号は、知られているように様々な異なる有線リンク又は無線リンク上で伝送され得る。信号はプロセッサ可読媒体上に記憶され得る。

#### 【0344】

幾つかの実装形態を記載してきた。それでもなお、様々な修正が加えられ得ることが理解されよう。例えば、他の実装形態を作り出すために別の実装形態の要素が組み合わせられ、補われ、修正され、又は除去され得る。更に、開示した構造及びプロセスを他の構造及びプロセスが置換しても良く、その結果生じる実装形態が開示した実装形態と少なくともほぼ同じ結果を実現するために、少なくともほぼ同じ機能を少なくともほぼ同じやり方で実行することを当業者なら理解されよう。従って、これらの及び他の実装形態も本願によって予期される。

#### 【0345】

本発明の完全な理解を与えるために数多くの具体的詳細を本明細書に記載してきた。但し、上記の例がそれらの具体的詳細なしに実施されても良いことが当業者によって理解されよう。他の例では、本発明を不明瞭にしないために良く知られている操作、コンポーネント、及び回路を詳しくは説明していない。本明細書で開示した特定の構造上の及び機能上の詳細は代表的なものである可能性があり、必ずしも本発明の範囲を限定しないことが理解され得る。

#### 【0346】

本発明の様々な例は、ハードウェア要素、ソフトウェア要素、又はその両方の組合せを用いて実装することができる。一部の例は、例えばマシンによって実行される場合にそれらの例による方法及び/又は操作をマシンに実行させ得る命令又は1組の命令を記憶し得る、コンピュータ可読媒体又は製品を用いて実装され得る。かかるマシンは、例えば任意の適切な処理プラットフォーム、計算プラットフォーム、計算装置、処理装置、計算システム、処理システム、コンピュータ、プロセッサ等を含むことができ、ハードウェア及び/又はソフトウェアの任意の適切な組合せを用いて実装することができる。コンピュータ可読媒体又は製品は、例えば任意の適切な種類のメモリユニット、メモリ装置、メモリ製品、メモリ媒体、記憶装置、記憶域製品、記憶媒体、及び/又は記憶ユニットを含み得る。命令は、任意の適切な高水準、低水準、オブジェクト指向、ビジュアル、コンパイラ型、及び/又はインタープリタ型のプログラミング言語を用いて実装される、ソースコード、コンパイル済みコード、解釈済みコード、実行可能コード、静的コード、動的コード、暗号化コード等の任意の適切な種類のコードを含み得る。

#### 【0347】

本明細書に記載した実装形態は、例えば方法又はプロセス、機器、ソフトウェアプログラム、データストリーム、又は信号によって実装することができる。単一形式の実装形態の脈絡でしか論じられなくても（例えば方法としてしか論じられない）、論じられた特徴の実装形態は他の形式（例えば機器やプログラム）でも実装することができる。機器及びその中に含まれる構成要素、例えばプロセッサ、符号器、及び復号器は、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よって実装することができる。方法は、例えばプロセッサ等の機器によって実施することができ、プロセッサは例えばコンピュータ、マイクロプロセッサ、集積回路、プログラム可能論理デバイスを含む処理装置全般を指す。プロセッサは、例えばコンピュータ、携帯電話、ポータブル/携帯情報端末（「PDA」）、エンドユーザ間の情報の通信を助ける他の装置等の通信装置も含む。

#### 【0348】

加えて本願又は本願の特許請求の範囲は、様々な情報片を「決定すること」に言及する場

10

20

30

40

50

合がある。情報を決定することは、例えば情報を推定すること、情報を計算すること、情報を予測すること、又は情報をメモリから取り出すことの1つ又は複数を含み得る。

【0349】

更に本願又は本願の特許請求の範囲は、様々な情報片に「アクセスすること」に言及する場合がある。情報にアクセスすることは、例えば情報を受信すること、（例えばメモリから）情報を取り出すこと、情報を記憶すること、情報を処理すること、情報を伝送すること、情報を移動すること、情報を複製すること、情報を消去すること、情報を計算すること、情報を決定すること、情報を予測すること、又は情報を推定することの1つ又は複数を含み得る。

【0350】

加えて本願又は本願の特許請求の範囲は、様々な情報片を「受信すること」に言及する場合がある。受信することは、「アクセスすること」と同様に広義語であることを意図する。情報を受信することは、例えば情報にアクセスすること、又は情報を（例えばメモリから）取り出すことの1つ又は複数を含み得る。更に、「受信すること」は、典型的には例えば情報を記憶する操作、情報を処理する操作、情報を伝送する操作、情報を移動する操作、情報を複製する操作、情報を消去する操作、情報を計算する操作、情報を決定する操作、情報を予測する操作、又は情報を推定する操作等の操作中に何らかの形で関与する。

【0351】

別の実施形態によれば、パラメータ化された伝達関数が、本発明に従って符号化され若しくは復号されるピクチャ内、又はピクチャを含むストリーム内でシグナリングされる。一部の実施形態では、パラメータ化された伝達関数を表す情報が、ピクチャ内又はピクチャを含むストリーム内でシグナリングされる。この情報は、本発明に従って適用されるパラメータ化された伝達関数を識別するために復号方法又は復号器によって使用される。一実施形態ではこの情報は、符号化及び復号側において知られている識別情報を含む。他の実施形態によれば、この情報はパラメータ化された伝達関数の基礎として用いられるパラメータを含む。本発明の改変形態によれば、この情報は、1組の規定値に基づく、ピクチャ又はピクチャを含むビットストリーム内のパラメータのインジケータを含む。本発明の改変形態によれば、この情報はパラメータが明示的にシグナリングされるのか、1組の規定値に基づいて暗示的にシグナリングされるのかに基づく指示を含む。本発明の別の改変形態によれば、この情報は、ピクチャパラメータセット（PPS）、シーケンスパラメータ

【0352】

本発明の別の実施形態によれば、結果として生じるV(L)を符号化することは、例えばJPEG、AVC、又はHEVC圧縮規格を用いてピクチャ又はビデオ符号器でV(L)を圧縮することを含む。復号することは、パラメータ化された伝達関数を適用する前に受信ピクチャに対応する逆圧縮を行うことを含む。

【0353】

本発明の別の実施形態によれば、結果として生じるV(L)を符号化することは、結果として生じるV(L)をデジタル化すること又は量子化することを含む。復号することは、パラメータ化された伝達関数を適用する前に受信ピクチャに対応する逆圧縮を行うことを含む。

【0354】

本発明は、符号化及び復号の上記の方法をそれぞれ実行するように適合される符号化及び復号のための機器にも関する。

〔付記1〕

ピクチャを符号化するための方法であって、

ピクチャを受信すること、

前記ピクチャの輝度(L)にパラメータ化された伝達関数(102、204、603)

10

20

30

40

50

を適用し、結果として生じる変換済みの  $V(L)$  を求めること、  
 前記結果として生じる  $V(L)$  を符号化すること  
 を含み、

複数の伝達関数の 1 つをモデリングするために前記パラメータ化された伝達関数が複数の  
 パラメータに基づいて調節される、  
 方法。

[ 付記 2 ]

前記パラメータ化された伝達関数が

【数 1】

10

$$V(L) = \frac{s \left( \frac{L-b}{a} \right)^n + c}{\left( \frac{L-b}{a} \right)^n + st} + m$$

に基づき、 $c$ 、 $m$ 、 $s$ 、 $n$ 、 $t$ 、 $a$ 、 $b$  はパラメータであり、 $V$  は符号語である、付記  
 1 に記載の方法。

[ 付記 3 ]

前記パラメータ化された伝達関数が

【数 2】

20

$$V(L) = k \frac{sL^n + c}{L^n + st} + m$$

に基づき、 $c$ 、 $m$ 、 $k$ 、 $s$ 、 $n$ 、 $t$  はパラメータであり、 $V$  は符号語である、付記 1 に  
 記載の方法。

[ 付記 4 ]

前記パラメータ化された伝達関数が

【数 3】

30

$$V(L) = k \frac{s \left( \frac{L-b}{a} \right)^n + c}{\left( \frac{L-b}{a} \right)^n + st} + m$$

に基づき、 $s$ 、 $t$ 、 $c$ 、 $n$ 、 $m$ 、 $k$ 、 $a$ 、及び  $b$  はパラメータであり、 $V$  は符号語であ  
 る、付記 1 に記載の方法。

[ 付記 5 ]

前記パラメータ化された伝達関数が

【数 4】

40

$$V(L) = \frac{sL^n + c}{L^n + st} + m$$

に基づき、 $s$ 、 $n$ 、 $c$ 、 $t$ 、及び  $m$  はパラメータである、付記 1 に記載の方法。

[ 付記 6 ]

前記パラメータ化された伝達関数が

【数 5】

50

$$V(L) = \frac{sL^n + c}{L^n + st}$$

に基づき、 $s$ 、 $n$ 、 $c$ 、及び $t$ はパラメータである、付記 1 に記載の方法。

[ 付記 7 ]

前記複数のパラメータの或るパラメータは、前記パラメータ化された伝達関数が、前記輝度 $L$ の最小値及び前記輝度 $L$ の最大値の群から選択される少なくとも 1 つに基づいて $V(L)$ の所望の値を決定することを可能にする、付記 1 に記載の方法。

10

[ 付記 8 ]

前記輝度 $(L)$ をトーンマッピングすることを更に含む、付記 1 乃至 7 の何れか一項に記載の方法。

[ 付記 9 ]

前記パラメータ化された関数が非線形のエンドツーエンド挙動を有する、付記 1 に記載の方法。

[ 付記 10 ]

前記パラメータ化された伝達関数を表す情報をシグナリングすることを更に含む、付記 1 に記載の方法。

[ 付記 11 ]

前記パラメータを符号化し、前記符号化済みのパラメータをビットストリーム内でシグナリングすることを更に含む、付記 1 に記載の方法。

20

[ 付記 12 ]

1 組の規定値に基づく前記パラメータのインジケータをビットストリーム内でシグナリングすることを更に含む、付記 1 に記載の方法。

[ 付記 13 ]

前記シグナリングが、ピクチャパラメータセット ( P P S )、シーケンスパラメータセット ( S P S )、付加拡張情報 ( S E I ) メッセージ、ビデオユーザビリティ情報 ( V U I )、全米家電協会 ( C E A ) メッセージ、及びヘッダの少なくとも 1 つに含まれる少なくとも 1 つの構文要素を使用して行われる、付記 1 乃至 12 の何れか一項に記載の方法。

30

[ 付記 14 ]

前記輝度が、 $R G B$ 、 $Y$ 、線形 $R G B$ の線形結合、非線形 $R G B$ の線形結合であるルマ、及び非線形輝度の群から選択される少なくとも 1 つである、付記 1 に記載の方法。

[ 付記 15 ]

少なくとも或るカラーチャネルを決定することを更に含み、前記少なくとも或るカラーチャネルについて前記輝度が決定される、付記 1 に記載の方法。

[ 付記 16 ]

$N$  個のカラーチャネルの 1 つ又は複数について前記輝度が決定される、付記 1 に記載の方法。

[ 付記 17 ]

少なくともピクチャを符号化するための機器であって、

40

前記ピクチャの輝度 $(L)$ にパラメータ化された伝達関数を適用し、結果として生じる変換済みの $V(L)$ を求め、前記結果として生じる $V(L)$ を符号化するように構成される符号器 ( 600、800 )

を含み、

複数の伝達関数の 1 つをモデリングするために前記パラメータ化された伝達関数が複数のパラメータに基づいて調節される、

機器。

[ 付記 18 ]

符号化ピクチャを復号するための方法であって、

50

前記符号化ピクチャを受信することと、  
 前記符号化ピクチャを復号して復号済みのピクチャを求めることと、  
 前記復号済みのピクチャにパラメータ化された伝達関数（４０３、５０５、７０６）を適用して輝度（Ｌ）を求めることであって、前記パラメータ化された伝達関数は複数のパラメータに基づく、輝度（Ｌ）を求めることと  
 を含み、  
 複数の伝達関数の１つをモデリングするために前記パラメータ化された伝達関数が前記複数のパラメータに基づいて調節される、  
 方法。  
 [ 付記 １ ９ ]  
 前記パラメータ化された伝達関数が  
 【数 ６】

10

$$L(V) = a \left( \frac{c - (V - m)st}{V - m - s} \right)^{1/n} + b$$

に基づき、 $c$ 、 $m$ 、 $s$ 、 $n$ 、 $t$ 、 $a$ 、 $b$ はパラメータであり、 $V$ は符号語である、付記 １ ８に記載の方法。  
 [ 付記 ２ ０ ]  
 前記パラメータ化された伝達関数が  
 【数 ７】

20

$$L(V) = \left( \frac{c - \left( \frac{V - m}{k} \right) st}{\frac{V - m}{k} - s} \right)^{\frac{1}{n}}$$

に基づき、 $c$ 、 $m$ 、 $k$ 、 $s$ 、 $n$ 、 $t$ はパラメータであり、 $V$ は符号語である、付記 １ ８に記載の方法。  
 [ 付記 ２ １ ]  
 前記パラメータ化された伝達関数が  
 【数 ８】

30

$$L(V) = a \left( \frac{c - \left( \frac{V - m}{k} \right) st}{\frac{V - m}{k} - s} \right)^{\frac{1}{n}} + b$$

に基づき、 $s$ 、 $t$ 、 $c$ 、 $n$ 、 $m$ 、 $k$ 、 $a$ 、及び  $b$ はパラメータであり、 $V$ は符号語である、付記 １ ８に記載の方法。  
 [ 付記 ２ ２ ]  
 前記パラメータ化された伝達関数が  
 【数 ９】

40

$$L(V) \approx \left( \frac{-Vu}{V - V_{max}(1 + u)} \right)^{1/n}$$

に基づき、 $V_{max}$ 、 $u$ 、及び  $n$ はパラメータである、付記 １ ８に記載の方法。  
 [ 付記 ２ ３ ]

50



前記パラメータ  $u$  及び  $n$  を決定するために最適化アルゴリズムが利用される、付記 18 に記載の方法。

[ 付記 24 ]

前記パラメータ  $u$  及び  $n$  の値が、輝度 / 符号語の対 ( $L_i, V_i$ ) に基づく基準曲線に基づいて決定される、付記 23 に記載の方法。

[ 付記 25 ]

前記パラメータ  $u$  及び  $n$  の前記値が、前記輝度 / 符号語の対 ( $L_i, V_i$ ) に不均一な重みを加えることによって決定される、付記 24 に記載の方法。

[ 付記 26 ]

前記パラメータ化された伝達関数が

【数 10】

$$L(V) = \left( \frac{c - (V - m)st}{V - m - s} \right)^{1/n}$$

に基づき、 $c$ 、 $m$ 、 $s$ 、 $t$ 、及び  $n$  はパラメータである、付記 18 に記載の方法。

[ 付記 27 ]

前記パラメータ化された伝達関数が

【数 11】

$$L(V) = \left( \frac{c - (V - m)st}{\min(V - m - s, M)} \right)^{1/n}$$

に基づき、 $c$ 、 $m$ 、 $s$ 、 $t$ 、及び  $n$  はパラメータであり、 $M$  は定数である、付記 18 に記載の方法。

[ 付記 28 ]

前記パラメータ化された伝達関数が

【数 12】

$$L(V) = \left( \frac{c - (V)st}{V - s} \right)^{1/n}$$

に基づき、 $c$ 、 $s$ 、 $t$ 、及び  $n$  はパラメータである、付記 18 に記載の方法。

[ 付記 29 ]

前記パラメータ化された伝達関数が

【数 13】

$$L(V) = \left( \frac{c - Vst}{\min(V - s, M)} \right)^{1/n}$$

に基づき、 $c$ 、 $s$ 、 $t$ 、及び  $n$  はパラメータであり、 $M$  は定数である、付記 18 に記載の方法。

[ 付記 30 ]

前記複数のパラメータの或るパラメータは、前記パラメータ化された伝達関数が、符号語  $V$  の最小値及び前記符号語  $V$  の最大値の群から選択される少なくとも 1 つに基づいて前記輝度  $L$  の所望の値を決定することを可能にする、付記 18 に記載の方法。

[ 付記 31 ]

10

20

30

40

50

前記パラメータ化された関数が非線形のエンドツーエンド挙動を有する、付記 18 に記載の方法。

[ 付記 32 ]

前記パラメータ化された関数が逆トーンマッピングを行う、付記 18 に記載の方法。

[ 付記 33 ]

前記パラメータ化された伝達関数を表す情報を受信することを更に含む、付記 18 に記載の方法。

[ 付記 34 ]

前記受信される情報が、ピクチャパラメータセット ( P P S )、シーケンスパラメータセット ( S P S )、付加拡張情報 ( S E I ) メッセージ、ビデオユーザビリティ情報 ( V U I )、全米家電協会 ( C E A ) メッセージ、及びヘッダの少なくとも 1 つに含まれる、付記 18 に記載の方法。

10

[ 付記 35 ]

前記輝度が、R G B、Y、線形 R G B の線形結合、非線形 R G B の線形結合であるルマ、及び非線形輝度の群から選択される少なくとも 1 つである、付記 18 に記載の方法。

[ 付記 36 ]

少なくとも或るカラーチャネルを決定することを更に含む、前記少なくとも或るカラーチャネルについて前記輝度が決定される、付記 18 に記載の方法。

[ 付記 37 ]

少なくとも符号化ピクチャを復号するための機器であって、

20

前記符号化ピクチャを復号して復号済みのピクチャを求め、前記復号済みのピクチャにパラメータ化された伝達関数を適用して輝度 ( L ) を求めるように構成される復号器 ( 600、800 ) であって、前記パラメータ化された伝達関数は複数のパラメータに基づく、復号器 ( 600、800 ) を含む、

複数の伝達関数の 1 つをモデリングするために前記パラメータ化された伝達関数が複数のパラメータに基づいて調節される、

機器。

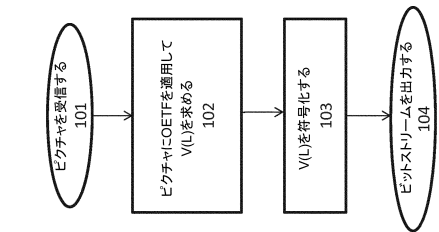
30

40

50

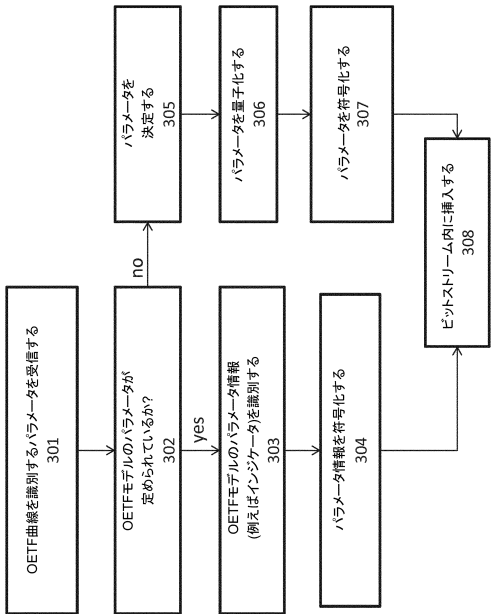
【図面】

【図 1】



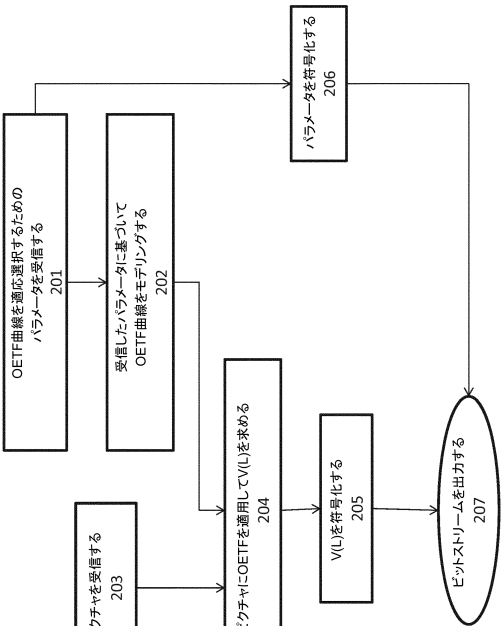
100 →

【図 3】



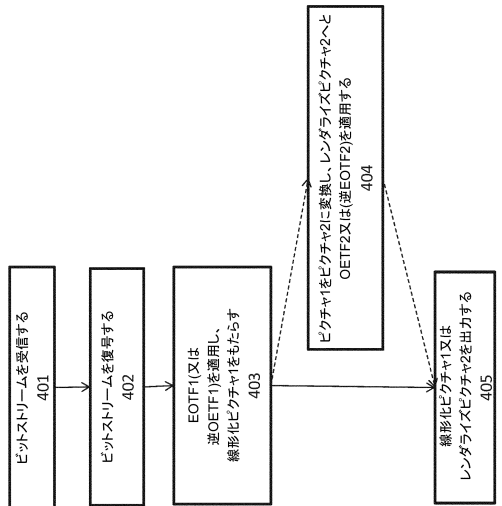
300 →

【図 2】



200 →

【図 4】



400 →

10

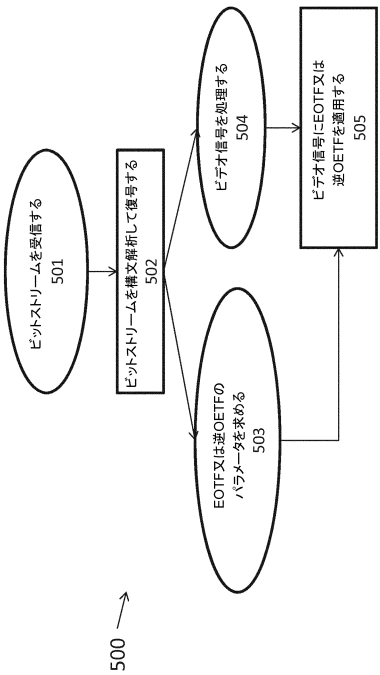
20

30

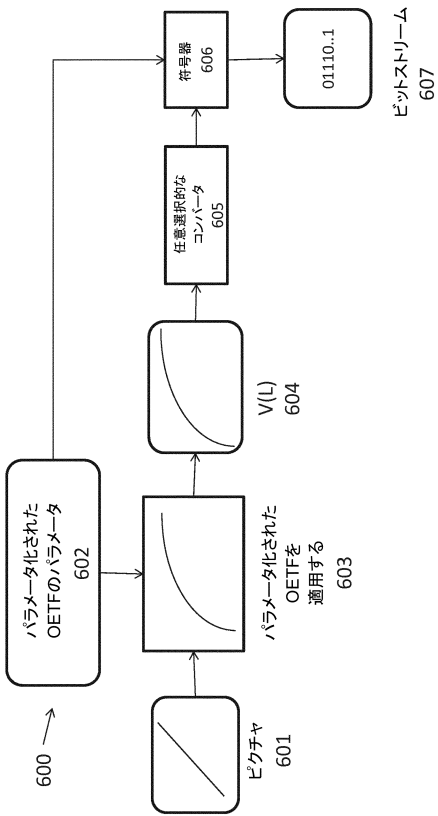
40

50

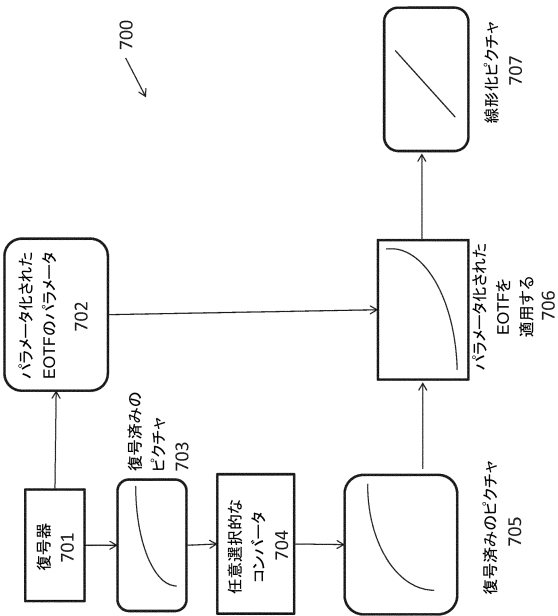
【図 5】



【図 6】



【図 7】



【図 8】

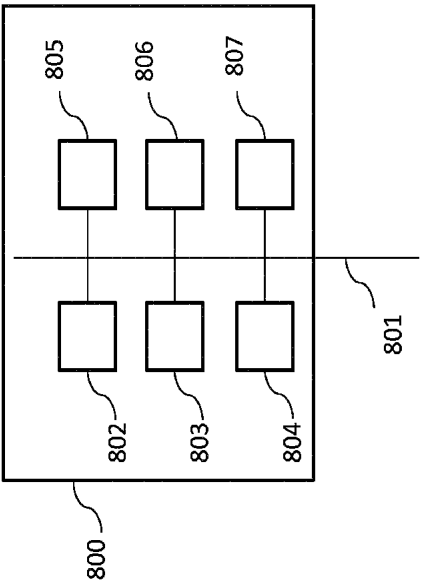


Figure 8

10

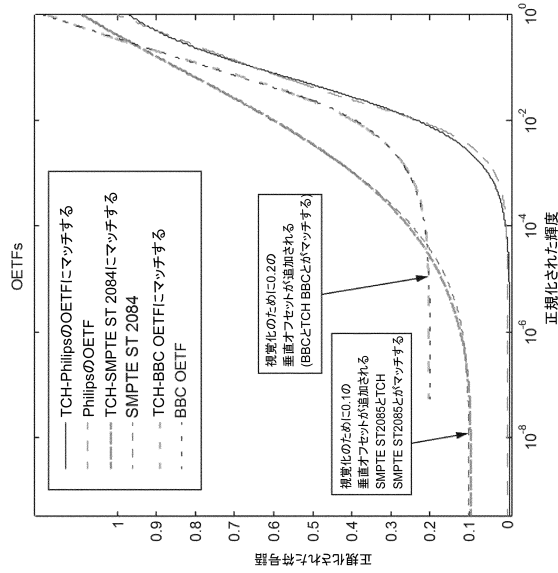
20

30

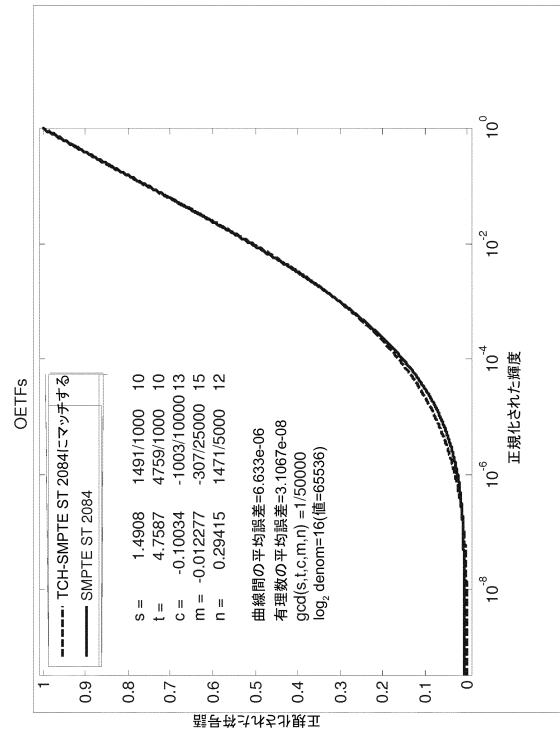
40

50

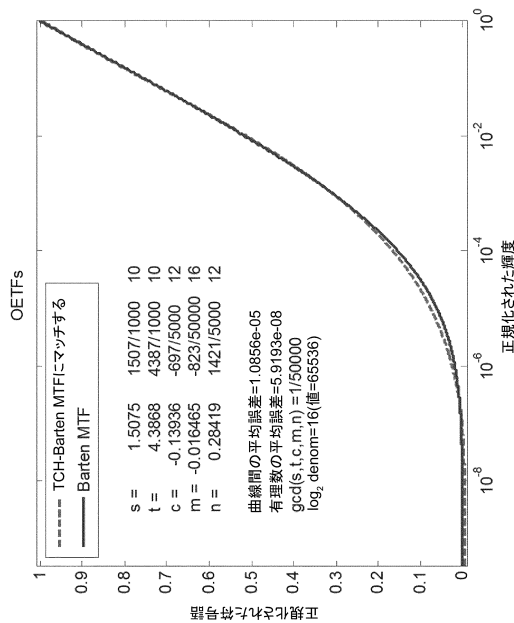
【図 9】



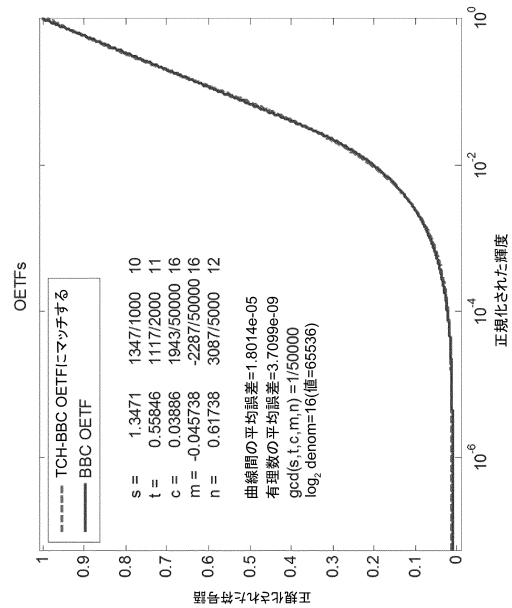
【図 10 A】



【図 10 B】



【図 10 C】



10

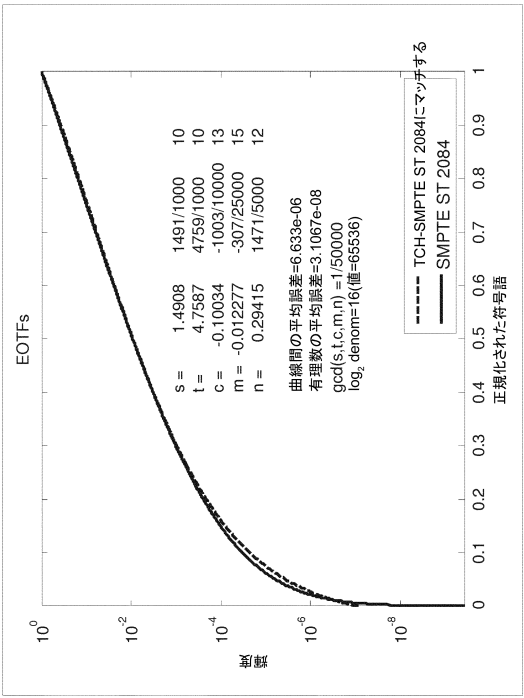
20

30

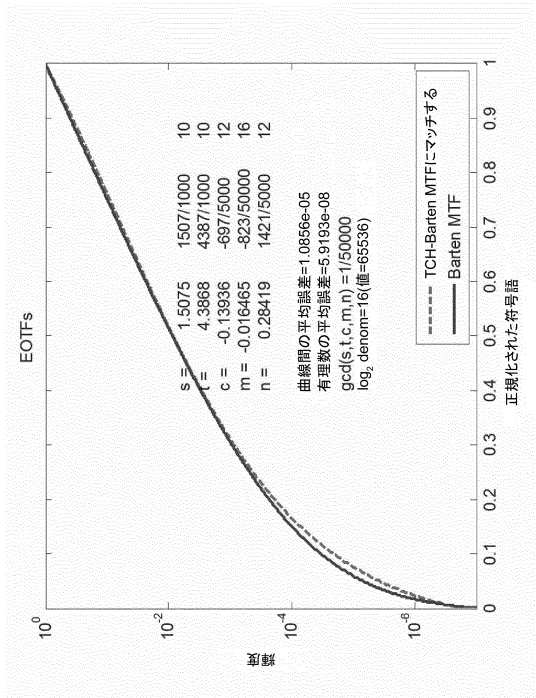
40

50

【図 1 1 A】



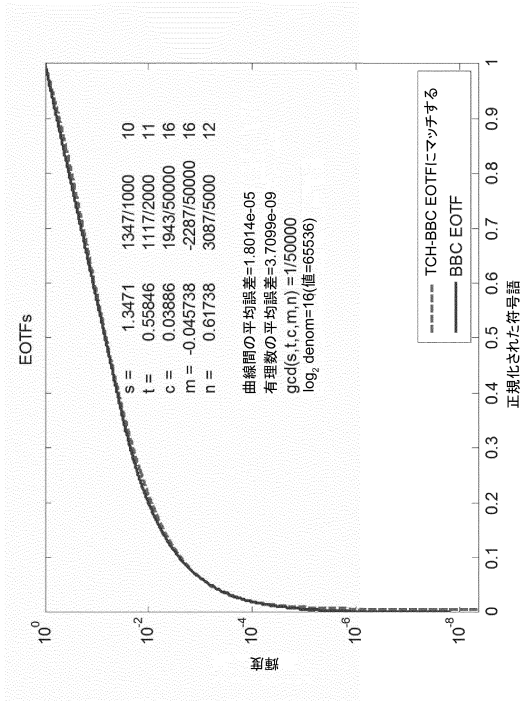
【図 1 1 B】



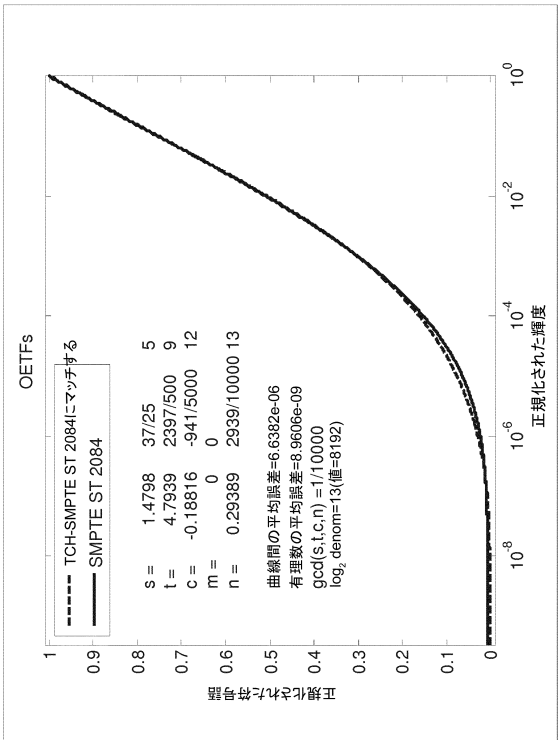
10

20

【図 1 1 C】



【図 1 2 A】

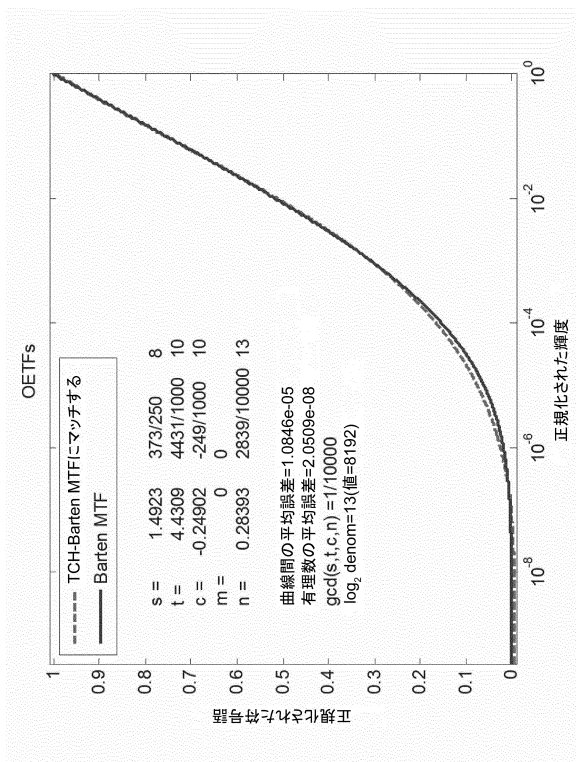


30

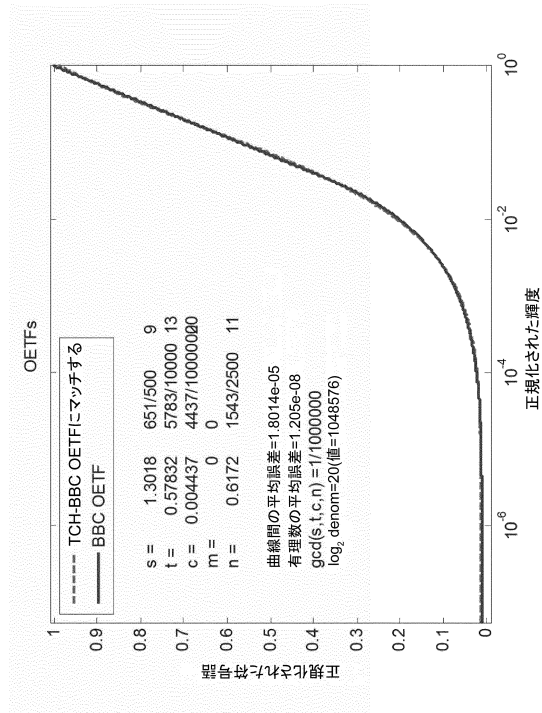
40

50

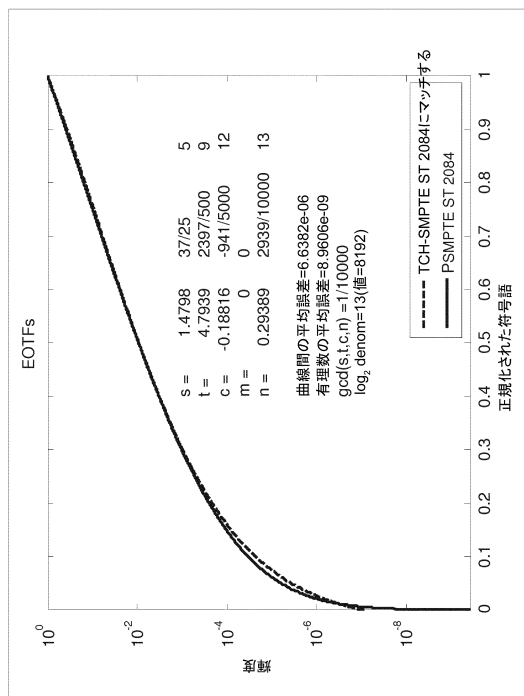
【図 1 2 B】



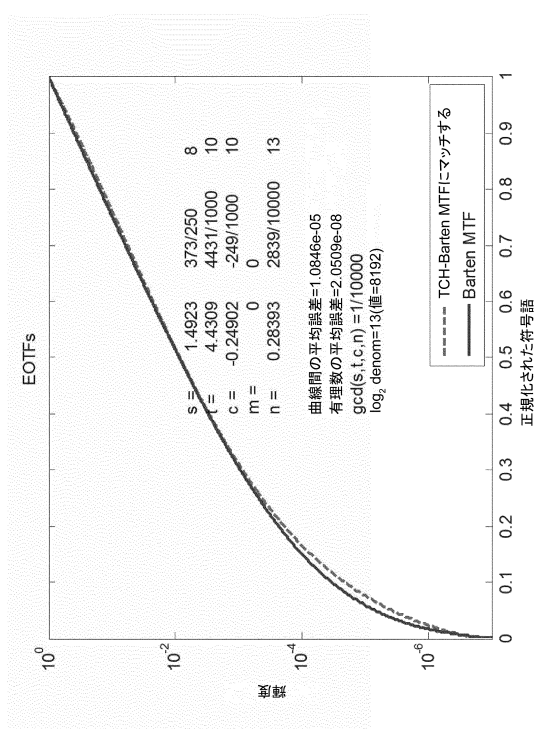
【図 1 2 C】



【図 1 3 A】



【図 1 3 B】



10

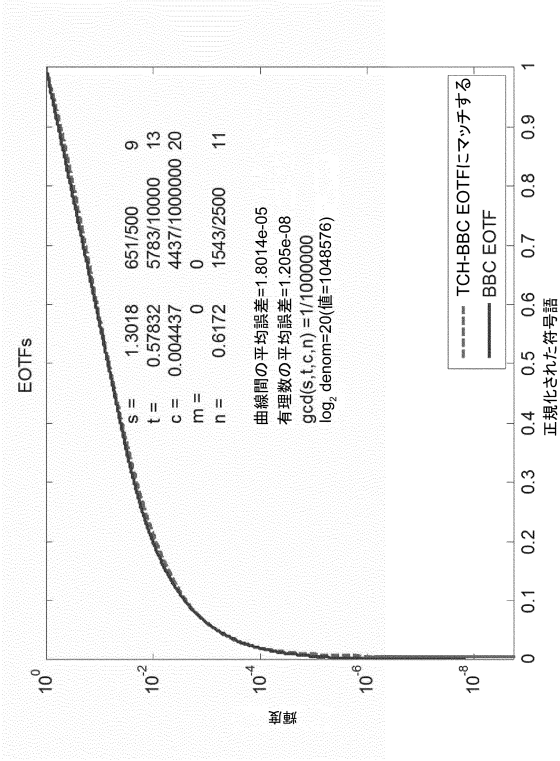
20

30

40

50

【図 13C】



10

20

30

40

50



## フロントページの続き

欧州特許庁(EP)

(31)優先権主張番号 15305172.7

(32)優先日 平成27年2月6日(2015.2.6)

(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 15305690.8

(32)優先日 平成27年5月6日(2015.5.6)

(33)優先権主張国・地域又は機関

欧州特許庁(EP)

(72)発明者 ラインハルト, エリック

フランス国, 3 5 5 7 6 セソン セビニエ, セーエス1 7 6 1 6, ザック デ シャン ブラン, アベニュー デ シャン ブラン 9 7 5, テクニカラー・アール・アンド・ディー フランス

(72)発明者 アンドリヴォン, ピエール

フランス国, 3 5 5 7 6 セソン セビニエ, セーエス1 7 6 1 6, ザック デ シャン ブラン, アベニュー デ シャン ブラン 9 7 5, テクニカラー・アール・アンド・ディー フランス

(72)発明者 ボルデ, フィリップ

フランス国, 3 5 5 7 6 セソン セビニエ, セーエス1 7 6 1 6, ザック デ シャン ブラン, アベニュー デ シャン ブラン 9 7 5, テクニカラー・アール・アンド・ディー フランス

(72)発明者 ゼペダ サルバティエラ, ホアキン

フランス国, 3 5 5 7 6 セソン セビニエ, セーエス1 7 6 1 6, ザック デ シャン ブラン, アベニュー デ シャン ブラン 9 7 5, テクニカラー・アール・アンド・ディー フランス

(72)発明者 シェヴァンス, クリストフ

フランス国, 3 5 5 7 6 セソン セビニエ, セーエス1 7 6 1 6, ザック デ シャン ブラン, アベニュー デ シャン ブラン 9 7 5, テクニカラー・アール・アンド・ディー フランス

(72)発明者 シュタウダー, ユルゲン

フランス国, 3 5 5 7 6 セソン セビニエ, セーエス1 7 6 1 6, ザック デ シャン ブラン, アベニュー デ シャン ブラン 9 7 5, テクニカラー・アール・アンド・ディー フランス

(72)発明者 モルバン, バトリック

フランス国, 3 5 5 7 6 セソン セビニエ, セーエス1 7 6 1 6, ザック デ シャン ブラン, アベニュー デ シャン ブラン 9 7 5, 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, 3 5 5 7 6 セソン セビニエ, セーエス1 7 6 1 6, ザック デ シャン ブラン, アベニュー デ シャン ブラン 9 7 5, テクニカラー・アール・アンド・ディー フランス

合議体

審判長 畑中 高行

審判官 榎本 剛

審判官 川崎 優

(56)参考文献 国際公開第2013/086169(WO, A1)

Parameter values for the HDTV standards for production and international programme exchange、Recommendation ITU-R BT.709-5、2002年4月、20頁

(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)

H04N 19/00 - 19/98

H04N 21/00 - 21/858