(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第6849696号
(P6849696)
(45)発行日　令和3年3月24日(2021.3.24)　(24)登録日　令和3年3月8日(2021.3.8)

(51)Int.Cl.　　F I
H04N 9/77 (2006.01)　　H04N 9/77
G06T 5/00 (2006.01)　　G06T 5/00　７４０

請求項の数 9　(全 21 頁)

(21)出願番号　特願2018-553210(P2018-553210)
(86)(22)出願日　平成29年1月20日(2017.1.20)
(65)公表番号　特表2019-518359(P2019-518359A)
(43)公表日　令和1年6月27日(2019.6.27)
(86)国際出願番号　PCT/EP2017/051178
(87)国際公開番号　WO2017/190850
(87)国際公開日　平成29年11月9日(2017.11.9)
審査請求日　令和1年12月18日(2019.12.18)
(31)優先権主張番号　PCT/EP2016/060081
(32)優先日　平成28年5月4日(2016.5.4)
(33)優先権主張国・地域又は機関
欧州特許庁(EP)

(73)特許権者　518338149
インターデジタル　ヴイシー　ホールディングス,　インコーポレイテッド
アメリカ合衆国,デラウェア州　１９８０９,ウィルミントン,ベルビュー　パークウェイ　２００,　スイート　３００
(74)代理人　100079108
弁理士　稲葉　良幸
(74)代理人　100109346
弁理士　大貫　敏史
(74)代理人　100117189
弁理士　江口　昭彦
(74)代理人　100134120
弁理士　内藤　和彦

最終頁に続く

(54)【発明の名称】画像の色を拡張する低コストの色拡張モジュール

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
画像の色のダイナミックレンジを拡張する色ダイナミックレンジ拡張モジュールであって、前記色は、輝度成分をクロミナンス成分から分離する色空間において表される、前記色ダイナミックレンジ拡張モジュールにおいて、
前記輝度成分にロー・パス・フィルタをかけるロー・パス・フィルタと、
ロー・パス・フィルタをかけられた輝度値のみについて第１展開関数の予め計算された値を記憶する第１ルック・アップ・テーブルと、
輝度値のみについて第２展開関数の予め計算された値を記憶する第２ルック・アップ・テーブルと、
クロミナンス値のみについて第３展開関数の予め計算された値を記憶する第３ルック・アップ・テーブルと、
プロセッサであって、
ロー・パス・フィルタをかけられた入力輝度値を前記第１ルック・アップ・テーブルに供給し、入力輝度値を前記第２ルック・アップ・テーブルに供給し、入力クロミナンス値を前記第３ルック・アップ・テーブルに供給し、
前記第１ルック・アップ・テーブルの出力に前記第２ルック・アップ・テーブルの出力を乗じ、この乗算の結果に前記輝度成分を乗じることにより、拡張されたクロミナンスを取得し、
前記第１ルック・アップ・テーブルの出力に前記第２ルック・アップ・テーブルの出力

を乗じ、この乗算の結果に前記第３ルック・アップ・テーブルの出力を乗じ、この乗算の結果に前記クロミナンス成分を乗じることにより、拡張されたクロミナンスを取得する、ように構成されているプロセッサと、
を備える、色ダイナミックレンジ拡張モジュール。
【請求項２】
前記第１展開関数は、指数関数及び第１詳細関数を用いて指数関数的にスケーリングされた前記ロー・パス・フィルタをかけられた輝度成分として定義され、前記指数関数及び前記第１詳細関数の両方がそれ自体、前記ロー・パス・フィルタをかけられた輝度成分のみの関数である、請求項１に記載の色ダイナミックレンジ拡張モジュール。
【請求項３】
前記第２展開関数は、それ自体が前記輝度成分のみの関数である第２詳細関数を用いて指数関数的にスケーリングされた前記輝度成分として定義される、請求項１又は２に記載の色ダイナミックレンジ拡張モジュール。
【請求項４】
請求項１乃至３のうちいずれか一項に記載の色ダイナミックレンジ拡張モジュールを組み込む電子デバイス。
【請求項５】
テレビ受像機、モバイルデバイス、通信デバイス、ゲーム機、タブレット、スマートフォン、ラップトップ、カメラ、符号化チップ、サーバから成るグループから選択される
請求項４に記載の電子デバイス。
【請求項６】
画像の色のダイナミックレンジを拡張する色拡張方法であって、前記色は、輝度成分をクロミナンス成分から分離する色空間において表される、前記色拡張方法において、
ロー・パス・フィルタをかけられた入力輝度値を第１ルック・アップ・テーブルに供給し、入力輝度値を第２ルック・アップ・テーブルに供給し、入力クロミナンス値を第３ルック・アップ・テーブルに供給することと、
前記第１ルック・アップ・テーブルの出力に前記第２ルック・アップ・テーブルの出力を乗じ、この乗算の結果に前記輝度成分を乗じることにより、拡張されたクロミナンスを取得することと、
前記第１ルック・アップ・テーブルの出力に前記第２ルック・アップ・テーブルの出力を乗じ、この乗算の結果に前記第３ルック・アップ・テーブルの出力を乗じ、この乗算の結果に前記クロミナンス成分を乗じることにより、拡張されたクロミナンスを取得することと、を含み、
前記第１ルック・アップ・テーブルは、ロー・パス・フィルタをかけられた輝度値のみについて第１展開関数の予め計算された値を記憶し、前記第２ルック・アップ・テーブルは、輝度値のみについて第２展開関数の予め計算された値を記憶し、前記第３ルック・アップ・テーブルは、クロミナンス値のみについて第３展開関数の予め計算された値を記憶する、色拡張方法。
【請求項７】
前記第１展開関数は、ロー・パス・フィルタをかけられ、指数関数及び第１の詳細関数を用いて指数関数的にスケーリングされた輝度成分として定義され、前記指数関数及び前記第１の詳細関数は、それら自体が前記ロー・パス・フィルタをかけられた輝度成分のみの関数である、請求項６に記載の色拡張方法。
【請求項８】
前記第２展開関数は、第２の詳細関数を用いて指数関数的にスケーリングされた輝度成分として定義され、前記第２の詳細関数は、それら自体が前記輝度成分のみの関数である、請求項６又は７に記載の色拡張方法。
【請求項９】
コンピューティング・デバイスで実行されるときに請求項６乃至８のうちいずれか一項に記載の色拡張方法のステップを実行するプログラムコードの命令を担持する非一時的な記

憶媒体。

【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本原理は、特に高いピーク輝度を有している表示デバイスのために低ダイナミックレンジコンテンツを準備するための高ダイナミックレンジイメージング及び低ダイナミックレンジコンテンツのダイナミックレンジの拡張の分野に概して関係がある。
【背景技術】
【０００２】
表示テクノロジにおける近年の進歩は、表示されるクロミナンス、輝度及びコントラストの拡張範囲を可能にし始めている。画像コンテンツにおける輝度又は明るさの範囲の拡張を可能にするテクノロジは、しばしばＨＤＲと略される高ダイナミックレンジイメージング（high dynamic range imaging）として知られている。ＨＤＲテクノロジは、より広いダイナミックレンジのコンテンツを捕捉し、処理し、及び表示することに焦点を当てる。
【０００３】
多数のＨＤＲ表示デバイスが出現しており、増大したダイナミックレンジを有して画像を捕捉することが可能なカメラが開発されているが、利用可能なＨＤＲコンテンツは依然として極めて限られている。近年の開発は、近い将来におけるＨＤＲコンテンツの生来の捕捉を約束する一方で、それらは、既存のコンテンツに対処しない。
【０００４】
従来の（本願では低ダイナミックレンジ（low dynamic range）についてＬＤＲと呼ばれる。）コンテンツをＨＤＲ表示デバイスのために準備するよう、反転若しくは逆トーンマッピング演算子（inverse tone mapping operator）（ＩＴＭＯ）又は色拡張演算子が用いられ得る。そのような方法は、元のシーンの見掛けを回復又は再現することを目的として、特に、画像コンテンツにおける着色領域の輝度情報を処理する。通常、ＩＴＭＯは、従来の（ＬＤＲ）画像を入力としてとり、その画像の着色領域の輝度範囲を大域的な方法で拡張し、その後にハイライト又は明領域を局所的に処理して画像内の色のＨＤＲ外観を強める。
【０００５】
いくつかのＩＴＭＯ解決法が存在するが、それらは、元のシーンの見掛けを知覚的に再生することに焦点を合わせており、コンテンツに関する厳しい条件に依存する。加えて、文献において提案されているほとんどの拡張方法は、ダイナミックレンジの極端な増大に向けて最適化されている。
【０００６】
通常、ＨＤＲイメージングは、量子化ステップの数の増加と組み合わされて、着色領域における輝度の暗値及び明値の間のダイナミックレンジの拡張によって定義される。ダイナミックレンジのより極端な増大を達成するよう、多くの方法は、画像のハイライト及び他の明領域の出現を強める局所処理ステップと大域的な拡張とを組み合わせる。文献において提案されている既知の大域的な拡張ステップは、逆シグモイドから線形又は区分線形まで様々である。
【０００７】
画像において明るい局所特徴を強めるよう、画像の各ピクセルがこのピクセルの輝度に適用すべき拡張値と関連付けられている輝度拡張マップを生成することが知られている。最も簡単な場合では、画像内のクリッピングされた領域が検出され、次いで、より急な拡張曲線を用いて拡張され得るが、そのような解決法は、画像の見掛けに対する十分な制御を提供しない。
【発明の概要】
【０００８】

先行技術のそれら及び他の決定及び不利点は、低ダイナミックレンジコンテンツのダイナミックレンジを拡張して、そのようなコンテンツを、特に高いピーク輝度を有している表示デバイスのために準備する方法及び装置を対象とする様々な記載されている実施形態によって対処される。

【０００９】

本発明の対象は、画像の色を拡張する色拡張モジュールであって、前記色は、輝度成分をクロミナンス成分から分離する色空間において表される、前記色拡張モジュールにおいて、

前記輝度成分にロー・パス・フィルタをかけるロー・パス・フィルタと、

ロー・パス・フィルタをかけられた輝度値のみの第１展開関数の予め計算された値を記憶する第１ルック・アップ・テーブルと、

輝度値のみの第２展開関数の予め計算された値を記憶する第２ルック・アップ・テーブルと、

拡張する色の入力された輝度値に対応する前記第２ルック・アップ・テーブルの出力に、前記入力された輝度値に関連する入力されたロー・パス・フィルタをかけられた輝度値に対応する前記第１ルック・アップ・テーブルの出力を乗じるよう構成されたプロセッサと

を有する色拡張モジュールである。

【００１０】

そのような色拡張モジュールは、それが小さいサイズの２つのルック・アップ・テーブルしか使用しないので、特に有利且つ安価である。

【００１１】

望ましくは、このモジュールは、テレビ受像機、モバイルデバイス、通信デバイス、ゲーム機、タブレット、スマートフォン、ラップトップ、カメラ、符号化チップ、サーバのような電子デバイスに組み込まれる。

【００１２】

１つの一般的な態様に従って、低ダイナミックレンジコンテンツのダイナミックレンジを拡張して、そのようなコンテンツを、特に高いピーク輝度を有している表示デバイスのために準備する方法も提供される。画像の色を拡張する色拡張方法は、前記色が輝度成分をクロミナンス成分から分離する色空間において表される前記色拡張方法であって、この輝度成分にロー・パス・フィルタをかけることと、指数マップを用いて指数関数的に前記ロー・パス・フィルタをかけられた輝度成分をスケーリングすることによって前記輝度成分の値範囲を拡張することとを有する。輝度の拡張された値は、次いで、新しいＨＤＲバージョンにおいて画像の拡張された色を表すよう、求められる。そのような拡張された色は、特に、より高いピーク輝度を有している表示デバイス上で画像を再現するために使用されてよい。

【００１３】

望ましくは、方法は、

前記輝度成分にハイ・パス・フィルタをかけることと、

詳細マップを用いて指数関数的に前記ハイ・パス・フィルタをかけられた輝度成分をスケーリングすることと、

スケーリングされたハイ・パス・フィルタをかけられた輝度成分によって、前記スケーリングされたロー・パス・フィルタをかけられた輝度成分を重み付けすることと

を更に有する。

【００１４】

輝度の拡張された値は、次いで、輝度成分のロー・パス・フィルタリングに由来する詳細の喪失を補償するよう詳細が増強されている新しいＨＤＲバージョンにおいて画像の拡張された色を表すよう、求められる。

【００１５】

望ましくは、前記ハイ・パス・フィルタをかけることは、前記輝度成分を前記ロー・パ

ス・フィルタをかけられた輝度成分で除することによって得られる。
【００１６】
望ましくは、前記指数マップは、前記ロー・パス・フィルタをかけられた輝度成分の展開関数に従って計算され、前記重み付けされたロー・パス・フィルタをかけられた輝度成分は、
前記展開関数を用いて、且つ、更に、前記ロー・パス・フィルタをかけられた輝度成分のみの第１詳細関数を用いて指数関数的にスケーリングされた前記ロー・パス・フィルタをかけられた輝度成分の、及び
前記輝度成分のみの第２詳細関数を用いて指数関数的にスケーリングされた前記輝度成分の
積である。
【００１７】
この重み付けされたスケーリングされたロー・パス・フィルタをかけられた輝度成分のそのような定義は、以下の主たる実施形態における式（１５）に対応する。
【００１８】
有利なことに、この積の第１の項は、ロー・パス・フィルタをかけられた輝度にしか関係がなく、輝度とは直接的には無関係であり、この積の第２の項は、次いで、輝度に関係があり、ロー・パス・フィルタをかけられた輝度とは直接的には無関係である。そのような利点は、２つの別個の１次元ＬＵＴしか用いずに、重み付けされたスケーリングされたロー・パス・フィルタをかけられた輝度成分（すなわち、拡張された輝度）を計算することを可能にする。
【００１９】
望ましくは、方法は、
クロミナンス拡張係数によって前記画像の少なくとも１つのクロミナンス成分の値範囲を拡張すること
を更に有する。
【００２０】
第１変形例において、前記クロミナンス拡張係数は、前記輝度成分によって正規化された前記拡張された輝度成分に対応する。以下の主たる実施形態における式（６）及び（７）を参照されたい。
【００２１】
第２変形例において、前記クロミナンス拡張係数は、前記輝度成分によって正規化された前記拡張された輝度成分によってスケーリングされた前記指数マップの関数である。以下の主たる実施形態における式（８）及び（９）を参照されたい。
【００２２】
第３の好適な変形例において、前記クロミナンス拡張係数は、前記指数マップの又は前記ロー・パス・フィルタをかけられた輝度成分の関数であり、該関数は、前記ロー・パス・フィルタをかけられた輝度成分によって正規化された前記拡張された輝度成分によってスケーリングされる。以下の主たる実施形態における式（１０）及び（１１）を参照されたい。
【００２３】
本発明の対象はまた、コンピューティング・デバイスで実行される場合に、上記の色拡張方法のステップを実行するプログラムコードの命令を担持する非一時的な記憶媒体である。
【００２４】
本発明の対象はまた、画像の色を拡張する色拡張方法であって、色が輝度成分をクロミナンス成分から分離する色空間において表される、前記色拡張方法において、
この輝度成分にロー・パス・フィルタをかけることと、
前記ロー・パス・フィルタをかけられた輝度成分のみの第１関数ｆ（Ｙｌｏｗ）と、前記輝度のみの第２関数ｇ（Ｙ）との積を計算することによって、前記輝度成分の拡張され

た値を得ることと
を有する色拡張方法である。
【００２５】
他の一般的な態様に従って、低ダイナミックレンジコンテンツのダイナミックレンジを拡張して、そのようなコンテンツを、特に高いピーク輝度を有している表示デバイスのために準備する装置が提供される。装置は、画像内の少なくとも１つの成分に対して作用するロー・パス・フィルタと、前記ロー・パス・フィルタリングの前に前記少なくとも１つの画像成分よりも高いピーク輝度値を有しており、それによって、より低いピーク輝度を有している前記画像内の前記少なくとも１つの成分の値範囲を拡張する表示デバイスとを有する。
【００２６】
他の一般的な態様に従って、より高いピーク輝度を有している表示デバイス上で画像を再現するために、該画像内の少なくとも１つの成分の値範囲を拡張する第２の方法が提供される。方法は、指数マップを用いて指数関数的に、ロー・パス・フィルタをかけられた輝度成分をスケーリングすることと、該スケーリングされたロー・パス・フィルタをかけられた輝度成分を、輝度成分の関数によって指数関数的にスケーリングされた画像の前記輝度成分によって重み付けすることととを有する。
【００２７】
他の一般的な態様に従って、より高いピーク輝度を有している表示デバイス上で画像を再現するために、該画像内の少なくとも１つの成分の値範囲を拡張する第３の方法が提供される。方法は、第１の方法の特徴を含み、更には、単一のピクセル毎に計算された指数マップを生成することと、拡張マップを計算することとを有し、該拡張マップは、前記輝度成分及び前記ロー・パス・フィルタをかけられた輝度成分の関数である。前述の拡張は、前記ロー・パス・フィルタをかけられた輝度成分に対して指数関数的に前記指数マップを適用することと、前記少なくとも１つの成分の拡張された値を前記拡張マップによりスケーリングすることとを有する。
【００２８】
他の一般的な態様に従って、より高いピーク輝度を有している表示デバイス上で画像を再現するために、該画像内の少なくとも１つの成分の値範囲を拡張する第２の装置が提供される。装置は、指数マップを用いて指数関数的にスケーリングされたロー・パス・フィルタをかけられた輝度成分の値を記憶する第１ルック・アップ・テーブルを有する。装置は、スケーリング・パラメータによって指数関数的にスケーリングされた輝度成分の値を記憶する第２ルック・アップ・テーブルを更に有する。装置は、前記第１ルック・アップ・テーブル及び前記第２ルック・アップ・テーブルの出力を結合する第１乗算器と、前記ロー・パス・フィルタをかけられた輝度成分に適用される指数マップを記憶する第３ルック・アップ・テーブルと、クロミナンス成分を前記第３ルック・アップ・テーブルの出力と結合する第２乗算器とを更に有する。装置は、拡張された輝度成分を生成するよう前記輝度成分を前記第１乗算器の出力と結合する第３乗算器を更に有する。装置は、前記クロミナンス成分の夫々に作用し、拡張されたクロミナンス成分を生成するよう前記第１乗算器の出力を前記第２乗算器の出力と結合する第４及び第５乗算器を更に有する。
【００２９】
他の一般的な態様に従って、より高いピーク輝度を有している表示デバイス上で画像を再現するために、該画像内の少なくとも１つの成分の値範囲を拡張する第３の装置が提供される。装置は、単一のピクセル毎に計算された指数マップを生成するよう構成された第１プロセッサを有する。装置は、前記輝度成分及び前記ロー・パス・フィルタをかけられた輝度成分の関数である拡張マップを計算するよう構成された第２プロセッサを更に有し、且つ、前記指数マップを用いて指数関数的に前記ロー・パス・フィルタをかけられた輝度成分を拡張し、結果を前記拡張マップによりスケーリングするよう構成された第３プロセッサを更に有する。
【００３０】

１つ以上の実施の詳細は、添付の図面及び以下の記載において説明される。たとえ１つの特定の様態で記載されているとしても、当然ながら、実施は様々な様態で構成又は具現化され得る。例えば、実施は、方法として実行されるか、あるいは、例えば、動作の組を実行するよう構成された装置又は動作の組を実行する命令を記憶する装置のような装置として具現化されるか、あるいは、信号において具現化され得る。他の態様及び特徴は、添付の図面及び特許請求の範囲と併せて検討される以下の詳細な説明から明らかになるだろう。

【図面の簡単な説明】

【００３１】

本原理は、以下の例となる図に従って、より良く理解され得る。

【００３２】

【図１】本原理の実施の一実施形態を示す。

【図２（ａ）】輝度成分及び２つのクロミナンス成分の処理の実施の一実施形態を示す。

【図２（ｂ）】輝度成分及び２つのクロミナンス成分の処理の実施の他の実施形態を示す。

【図３（ａ）】図２の実施形態の修正版である。

【図３（ｂ）】図２の実施形態の修正版である。

【図４】本原理の下での方法の実施形態を示す。

【図５】本原理の下での方法の第２実施形態を示す。

【図６】拡張された画像の表示を含め、本原理の下での色拡張装置を含むシステムの実施形態を示す。

【図７】ＬＵＴ及び乗算器に焦点を当てて、本原理の下での色拡張装置の実施形態を示す。

【発明を実施するための形態】

【００３３】

述べられているように、画像において明るい局所特徴を強めるよう、画像の各ピクセルがこのピクセルの輝度に適用すべき拡張値と関連付けられている輝度拡張マップを生成することが知られている。最も簡単な場合では、画像内のクリッピングされた領域が検出され、次いで、より急な拡張曲線を用いて拡張され得るが、そのような解決法は、画像の見掛けに対する十分な制御を提供しない。

【００３４】

より制御可能な輝度拡張解決法は、国際公開第２０１５／０９６９５５号において与えられており、この特許文献は、画像輝度への指数の適用に基づく画像の輝度拡張を開示し、指数は、画像輝度のロー・パス・フィルタをかけられたバージョンから取得される。しかし、本件では、輝度の指数関数的な展開関数は、画像輝度そのものではなく、画像輝度のロー・パス・フィルタをかけられたバージョンに適用される。輝度に適用される指数は、画像輝度のロー・パス・フィルタをかけられたバージョンに依存するということで、拡張は、その場合に、２つの変数、すなわち、輝度自体Ｙ及び輝度のロー・パス・フィルタをかけられたバージョンY_{low}ではなく、ただ１つの変数（すなわち、Ｙｅｘｐ＝ｆ（Y_{low}）であるように、画像輝度のロー・パス・フィルタをかけられたバージョン）の関数である。特に、この相違点のために、本発明は、有利なことに、小さいサイズのルック・アップ・テーブルを用いて実装され得、これは、それをハードウェア適用により適したものとする。

【００３５】

記載される実施形態は、低ダイナミックレンジコンテンツのダイナミックレンジを拡張し、特に、高ピーク輝度を有している表示デバイスのためにそのようなコンテンツを準備する方法及び装置を対象とする。

【００３６】

本拡張方法の目的は、画像Ｉの色について拡張された輝度Y_{exp}を得るために、それらの色の輝度チャネルＹを拡張することである。

【００３７】
拡張する（そして、重み付けする（以下参照。））輝度チャネルＹは、画像の色を表すデータを、例えば、ＹＵＶ色空間のような、クロミナンスを輝度から分離する色空間に変換することによって、それ自体知られている方法で取得され得る。
【００３８】
拡張された輝度Y_{exp}を得るよう、輝度Ｙのロー・パス・フィルタをかけられたバージョンが最初に計算され、これはY_{low}と表される。ピクセル毎の指数マップＥは、輝度Ｙのこのロー・パス・フィルタをかけられたバージョンの関数として計算され得る。その上、エンハンスメント・マップ$Y_{enchance}$は、輝度Ｙのハイ・パス・フィルタをかけられたバージョンの関数として求められ得る。このエンハンスメント・マップ$Y_{enchance}$は、中間の拡張された輝度に適用する重みとして使用される。輝度Ｙのそのようなハイ・パス・フィルタをかけられたバージョンは、望ましくは、この輝度Ｙとロー・パス・フィルタをかけられたバージョンY_{low}とを比較することによって、特に、この輝度Ｙをそのロー・パス・フィルタをかけられたバージョンY_{low}で除することによって、求められる。このエンハンスメント・マップ$Y_{enchance}$は、画像内のグレイン（grain）及び他の詳細を符号化し、そして、ロー・パス・フィルタリングによって失われた詳細を回復し、中間拡張後にそのような詳細の視認性を高めるために使用可能である。
【００３９】
最終的な拡張された輝度Y_{exp}は、ピクセル毎の指数Ｅをロー・パス・フィルタをかけられたバージョンY_{low}に適用して中間の拡張された輝度を得て、最後に、Ｅが指数マップから取得されるとして$Y_{exp}=(Y_{low})^{E}\times Y_{enchance}$であるようにこの中間の拡張された輝度に$Y_{enchance}$を乗じることによって、求められる。
【００４０】
拡張されたカラー画像I_{exp}の全ての色成分を再構成するよう、画像Ｉの色の色（chromatic）チャネル（例えば、Ｕ及びＶ）は、優先的に、ＹとY_{exp}との間の関係に従って、特に、比Y_{exp}／Ｙに従って、スケーリングされ、然るべくU_{exp}及びV_{exp}を得る。
【００４１】
最終的な拡張された画像を得るよう、逆色空間変換が、輝度－クロミナンス表現Y_{exp}、U_{exp}及びV_{exp}から画像の元の色空間（例えば、ＲＧＢ）に逆変換するよう適用される。
【００４２】
式（１５）に関連して以下で説明されるように、特に、指数マップＥがY_{low}の指数関数Ｅ（Y_{low}）として計算される場合に、及び、特に、詳細を強めるために使用される輝度Ｙのハイ・パス・フィルタをかけられたバージョンが輝度ＹをY_{low}で除することによって求められる場合に、拡張は、ハードウェア・アプリケーションにおける処理を簡単にするただ２つのＬＵＴを通じて近似され得る。このことは、ＬＵＴ１及びＬＵＴ２を参照しながら、以下で代替の実施形態として記載される。
【００４３】
これより、更なる詳細が、上記の輝度拡張方法に関して与えられる。
【００４４】
輝度Y_{low}のロー・パス・フィルタをかけられたバージョンを計算するよう、１つの実施形態において、２次元のガウス・フィルタが、Y_{low}と表される、輝度のロー・パス・フィルタをかけられたバージョンを計算するために使用される。ガウス・フィルタの標準偏差σは、例えば、２の値に設定可能であり、一方、カーネル・サイズは、小さい値、例えば、３×３、３×５、５×５、などに設定される。
【００４５】
他の実施形態において、輝度のロー・パス・フィルタをかけられたバージョンは、可分のガウス・フィルタを用いて計算されてよく、これによって、例えば、輝度Ｙの水平次元

は、最初に１Ｄガウス・フィルタによりフィルタをかけられ、次いで、その出力は、他の１Ｄガウス・フィルタにより垂直次元においてフィルタをかけられる。あるいは、垂直フィルタリングが最初に行われ、その後に水平フィルタリングが続くように、順序が入れ替えられてよい。

【００４６】

指数マップＥをY_{low}の指数関数として計算するよう、１つの具体的な、しかし制限されない実施形態において、次のプロセスが使用される。所与のピクセルｐに対して、指数Ｅは、次の式によって与えられる：

$$E = a(Y_{low})^2 + bY_{low} + c = E(Y_{low}) \quad (1)$$

ここで、パラメータａ、ｂ及びｃは、我々がL_{max}によって表す、拡張された画像の最大の所望出力輝度値に応じて、計算される。例えば、L_{max}は、５００ｎｉｔｓから２０００ｎｉｔｓの間の値に設定可能である。

【００４７】

全てのピクセル拡張指数値Ｅ（Y_{low}）は、それらがロー・パス輝度値Y_{low}のピクセル毎マップと結合される場合に、ピクセル毎拡張指数マップＥ（ｐ）から取得される。

【００４８】

エンハンスメント・マップ$Y_{enchance}$を計算するよう、次の式が使用される：

$$Y_{enchance} = (Y/Y_{low})^d \quad (2)$$

ここで、詳細パラメータｄは、例えば、ｄ＝１．２５に設定可能である。$Y_{enchance}$は、この場合に、画像輝度Ｙ及びロー・パス・バージョンY_{low}の両方の関数である。比（Ｙ／Y_{low}）は、輝度Ｙにハイ・パス・フィルタをかける１つの方法に対応し、ハイ・パス・フィルタリングは、輝度成分をロー・パス・フィルタをかけられた輝度成分で除することで取得される点に留意されたい。輝度Ｙにハイ・パス・フィルタをかける他の既知の方法が代わりに使用されてよい。

【００４９】

詳細パラメータｄは、いわゆる詳細マップにピクセル・マッピング可能であり、従って、ハイ・パス・フィルタをかけられた輝度成分を指数関数的にスケーリングするために使用される点に留意されたい。

【００５０】

最後に、最終的な拡張された輝度Y_{exp}は、次のように求められる：

$$Y_{exp} = (Y_{low})^{E(Ylow)} \times Y_{enchance} \quad (3)$$

上記の式中の$Y_{enchance}$を式（２）の右側で置換することで、我々は、式（３）を：

$$Y_{exp} = (Y_{low})^{E(Ylow)} \times (Y/Y_{low})^d \quad (4)$$

として再公式化することもできる。この式（４）で、スケーリングされたロー・パス・フィルタをかけられた輝度成分$(Y_{low})^{E(Ylow)}$は、指数関数的にスケーリングされたハイ・パス・フィルタをかけられた輝度成分$(Y/Y_{low})^d$によって重み付けされる。式（４）は、次のように記述され得る：

$$Y_{exp} = (Y_{low})^{(E(Ylow)-d)} \times Y^{(d-1)} \times Y \quad (5)$$

式（３）、（４）及び（５）は、数学的に等価である点に留意されたい。

【００５１】

図１は、本原理の実施の一実施形態を示す。

【００５２】

式（３－４－５）に従って最終的な拡張された輝度Y_{exp}を取得した後、画像の色の色チャネルは、望ましくは、然るべく拡張される。色に対して使用される輝度－クロミナンス表現がＹＵＶ色空間であるところの１つの実施形態において、入力色チャネルは、U及びVによって与えられる。具体的な、非制限的な実施形態において、U_{exp}及びV_{exp}で表されるそれらのスケーリングされた対応物は、次のように求められ得る：

$$U_{exp}=U(Y_{exp}/Y) \quad (6)$$
$$V_{exp}=V(Y_{exp}/Y) \quad (7)$$

式（６）及び（７）で、クロミナンス成分は、輝度成分によって正規化された拡張された輝度成分に対応するクロミナンス拡張係数を用いて拡張される。

【００５３】

画像の飽和を強めるために、色チャネルは、指数マップＥに及び／又はY_{low}に応じてパラメータＥ′に従って更にスケーリングされ得る。この場合に、拡張された色チャネルU_{exp}及びV_{exp}は、式（６－７）を使用する代わりに、次のように計算される：

$$U_{exp}=U(Y_{exp}/Y)E'(E)、又は$$
$$U_{exp}=U(Y_{exp}/Y)E'(Y_{low}) \quad (8)$$

$$V_{exp}=V(V_{exp}/Y)E'(E)、又は$$
$$V_{exp}=V(Y_{exp}/Y)E'(Y_{low}) \quad (9)$$

色チャネルU_{exp}及びV_{exp}は、最終的なＨＤＲ画像の色を形成するよう、最終的に、拡張された輝度チャネルY_{exp}と再結合される。

【００５４】

図２（ａ）は、輝度成分及び２つのクロミナンス成分の上記の処理の実施の実施形態を示し、６つの乗算器が必要とされる。図２（ｂ）は、単一の乗算器が（Y_{exp}／Ｙ）Ｅ′を形成するために使用され、次いで、（Y_{exp}／Ｙ）Ｅ′が２つの更なる乗算器により各色チャネルを乗じられるので、色チャネルにおける乗算器の順序を逆にすることが如何にして実際に１つの乗算器を確保することができるかを示す。

【００５５】

他の実施において、拡張された色チャネルU_{exp}及びV_{exp}は、式（８－９）を使用する代わりに、次のように計算される：

$$U_{exp}=U(Y_{exp}/Y_{low})E'(E)、又は$$
$$U_{exp}=U(Y_{exp}/Y_{low})E'(Y_{low}) \quad (10)$$

$$V_{exp}=V(V_{exp}/Y_{low})E'(E)、又は$$
$$V_{exp}=V(Y_{exp}/Y_{low})E'(Y_{low}) \quad (11)$$

【００５６】

式（６）及び（７）において、クロミナンス成分は、輝度成分によって正規化された拡張された輝度成分によって正規化されたロー・パス・フィルタをかけられた輝度成分の又は指数マップの関数であるクロミナンス拡張係数を用いて拡張される。

【００５７】

図３（ａ）は、この実施に従うよう更新された図２（ａ）の逆にされたバージョンであ

る。図２（ｂ）と同様に、図３（ｂ）は、単一の乗算器が（Y_{exp}／Ｙ）Ｅを形成するために使用され、次いで、（Y_{exp}／Ｙ）Ｅが２つの更なる乗算器により各色チャネルを乗じられるので、色チャネルにおける乗算器の順序を逆にすることが如何にして実際に１つの乗算器を確保することができるかを示す。

【００５８】

これより、具体的な実施形態が記載され、この実施形態は、有利なことには、特に、詳細パラメータが変化する場合に、拡張された輝度Y_{exp}をただ２つのＬＵＴから計算することを可能にする。

【００５９】

式（５）において、一方ではY_{low}を、他方ではＹを指数関数的にスケーリングする詳細パラメータｄは、定数、例えば、式（２）のように１．２５、に設定可能であり、あるいは、Ｙに及び／又はY_{low}に従って変化し得る。

【００６０】

例えば、特に、Y_{low}を指数関数的にスケーリングする場合に、詳細パラメータは、Y_{low}の値に応じて第１詳細関数ｄ１に従って次のように変化し得る：

$$d1 = d1_{max} - (d1_{max} - d1_{min}) \times ((255 - Y_{low}) / 255) = d1(Y_{low}) \quad (12)$$

ここで、第１の実施では、$d1_{min}=1.3$及び$d1_{max}=1.5$であり、第２の実施では、$d1_{min}=1.4$及び$d1_{max}=1.8$である。

【００６１】

関数ｄ１がY_{low}のみの関数である他の実施が、本発明から逸脱することなしに想定可能である。

【００６２】

それは、式（５）において、特にY_{low}に対して適用される詳細がY_{low}に依存するということである。

【００６３】

式（５）において、特に、Ｙを指数関数的にスケーリングする場合に、詳細パラメータは、例えば、次のように、Ｙの値に応じて第２詳細関数ｄ２に従って変化し得る：

$$d2 = d2_{max} - (d2_{max} - d2_{min}) \times ((255 - Y) / 255) = d2(Y) \quad (13)$$

ここで、１つの実施において、$d2_{min}=1.3$及び$d2_{max}=1.7$である。それは、式（４）において、特にＹに対して適用される詳細がＹに依存するということである。

【００６４】

ｄ２がＹのみの関数である他の実施が、本発明から逸脱することなしに想定可能である。

【００６５】

詳細関数ｄ２がＹを指数関数的にスケーリングする場合にＹに依存する詳細関数ｄ２、及び詳細関数ｄ１がY_{low}を指数関数的にスケーリングする場合にY_{low}に依存する詳細関数ｄ１を用いて、我々は、式（１）、（２）及び（３）を：

$$Y_{exp} = (Y_{low})^{E(Ylow)} \times Y^{d2(Y)} \times Y_{low}^{-d1(Ylow)} \quad (14)$$

と再公式化することもできる。これは：

$$Y_{exp}=(Y_{low})^{(E(Ylow)-d1(Ylow))}\times Y^{d2(Y)} \quad (15)$$

又は

$$Y_{exp}=(Y_{low})^{(E(Ylow)-d1(Ylow))}\times Y^{(d2(Y)-1)}\times Y \quad (15')$$

と同じである。ここで、関数ｄ１（）は、Y_{low}に適用される場合に式（１２）に従うことができ、関数ｄ２（）は、Ｙに適用される場合に式（１３）に従うことができる。それは、式（１５）において、Y_{low}に対して適用される詳細がY_{low}にのみ依存し、Ｙに適用される詳細がＹにのみ依存するということである。

【００６６】

全ての上記の式において、詳細関数ｄ１及びｄ２は、式（１２）及び（１３）において先に与えられた具体例で見られるように線形に変化するのではなく、Ｙ又はY_{low}の関数において非線形に変化し得る点に留意されたい。

【００６７】

以下で説明されるように、Y_{low}に作用する指数に適用される場合にY_{low}に依存する第１詳細関数ｄ１（）による、且つ、Ｙに作用する指数に適用される場合にＹに依存する第２詳細関数ｄ２（）による（上記の式（１５）及び（１５′）を参照。）輝度拡張方法のそのような実施は、ハードウェアに必要とされるメモリサイズを最小限にするために特に有利である。図２（ａ）及び２（ｂ）で表されているような実施において、一意的な変数の次の関数が使用される：

ａ）一意的にY_{low}に依存する第１展開関数ｆ（Y_{low}）＝$(Y_{low})^{(E(Ylow)-d1(Ylow))}$

ｂ）一意的にＹに依存する第２展開関数ｇ（Ｙ）＝$Y^{(d2(Y)-1)}$

【００６８】

図３（ａ）及び３（ｂ）で表されているような他の実施において、一意的な変数の次の関数が使用される：

ａ）一意的にY_{low}に依存する第１展開関数ｆ′（Y_{low}）＝$(Y_{low})^{(E(Ylow)-d1(Ylow)-1)}$

ｂ）一意的にＹに依存する第２展開関数ｇ′（Ｙ）＝$Y^{d2(Y)}$

【００６９】

図５は、画像の輝度成分を拡張する方法５００の一実施形態を示す。方法は、輝度成分Ｙを供給する開始ブロック５０１から始まり、輝度成分にロー・パス・フィルタをかけるブロック５１０へ進む。方法はまた、ブロック５１０によって供給されたロー・パス・フィルタをかけられた輝度値から、ピクセル毎に計算された指数マップを生成するブロック５２０へ進む。制御は、輝度を供給するブロック５０１及びロー・パス・フィルタをかけられた輝度を供給するブロック５１０から、エンハンスメント・マップを生成するブロック５３０へ進む。エンハンスメント・マップは、輝度成分及びロー・パス・フィルタをかけられた輝度成分の関数である（上記の式（２）を参照。）。制御はまた、ブロック５２０からの指数マップを、ブロック５１０からのロー・パス・フィルタをかけられた輝度成分に対して指数関数的に適用することによって、画像成分値範囲を拡張するためにブロック５１０及びブロック５２０から進む。ブロック５４０から、制御は、拡張された画像成分値範囲を、ブロック５３０から生成されたエンハンスメント・マップを用いて重み付けするブロック５５０へ進む。

【００７０】

我々は、これより、上記の輝度拡張方法のそのような実施がハードウェア要件において如何にして有利であり得るかを詳述することにする。

【００７１】

低コストのハードウェア・アプリケーションにおいて、（指数関数であるような）関数の複雑な計算は、ルック・アップ・テーブル（ＬＵＴ）によってたびたび置き換えられる。ここで、式（１５）又は（１５′）に従う拡張された輝度Y_{exp}の新しい公式化のおかげで、より簡単なＬＵＴアーキテクチャが、有利なことには、Y_{low}にのみ依存する第１展開関数の予め計算された値に対応する出力値を有する第１ＬＵＴと、Ｙにのみ依存する第２展開関数の予め計算された値に対応する出力値を有する第２ＬＵＴとを用いて、拡張方法を実装するために使用可能である。

【００７２】

以下で詳述されるそのようなハードウェア実装において、第１ＬＵＴはY_{low}エントリによってアドレッシングされ、Y_{low}の各値（例えば、２５６個のデータのデプスサイズを有するＬＵＴをもたらすようにY_{low}が８ビットで符号化される場合に、０から２５５）に対して、例えば、第１展開関数の計算結果を組み込む：

［０．．２５５］範囲内のｘ整数により、$f(x)=x^{(E(x)-d1(x))}$

一方、第２ＬＵＴは、Ｙエントリによってアドレッシングされ、Ｙの各値（例えば、２５６個のデータのデプスサイズを有するＬＵＴをもたらすようにＹが８ビットで符号化される場合に、０から２５５）に対して、例えば、第２展開関数の計算結果を組み込む：

［０．．２５５］範囲内のｘ実数により、$g(x)=x^{(d2(x)-1)}$

代替的に、両方のＬＵＴは、８ビット（例えば、ｎ＝１０ビット）よりも大きいデータを用いてアドレッシングされ得る点に留意されたい（その場合に、Ｙ及びY_{low}は、［０．．１０２３］範囲内の整数である。）。この場合に、入力データＹ及びY_{low}は、埋込関数で使用される［０．．２５５］範囲に適合するようスケーリングされる：

$x'=x\times 255/(2^{n}-1)$

［０．．１０２３］範囲内のｘ整数により、$f(x)=x^{(E(x')-d1(x'))}$

［０．．１０２３］範囲内のｘ整数により、$g(x)=x^{(d2(x)-1)}$

【００７３】

ハードウェアに専用の本発明の第１実施形態において、図２（ａ）及び２（ｂ）において記載される、輝度拡張に専用の２つの関数ブロック$(Y_{low})^{E-d1}$、Y^{d2-1}、及びクロミナンス拡張に専用の関数ブロックＥ′は、図７のルック・アップ・テーブルＬＵＴ１、ＬＵＴ２及びＬＵＴ３によって置き換えられる（以下を参照。）。ハードウェアに専用の本発明の第２実施形態において、図３（ａ）又は３（ｂ）で記載されるそれら３つの関数ブロック$(Y_{low})^{E-d1-1}$、Y^{d2}及びＥ′は、同様に３つのルック・アップ・テーブルによって置き換えられる。メモリサイズもハードウェア・アーキテクチャの選択において重要な基準であるということで、先行技術における２つの変数Y_{low}及びＹの１つの関数と比較して、ただ１つの変数（夫々、Y_{low}及びＹ）の２つの別個の関数ｆ（Y_{low}）及びｇ（Ｙ）を使用する上記の輝度拡張方法は、この関数がＬＵＴによって置き換えられるハードウェア・アプリケーションに特にうまく適応される。特に、これは、それが、Y_{low}エントリ及びＹエントリ（Y_{low}及びＹが両方とも８ビットデータである場合にＬＵＴ内には６４ｋエントリ）を有する１つのＬＵＴと比較して、ＬＵＴの必要とされるメモリサイズを劇的に低減することができるからである（Y_{low}が８ビットである場合にＬＵＴ１内には２５６エントリ＋Ｙが８ビットエントリである場合にＬＵＴ２内には２５６エントリ）。

【００７４】

図２（ａ）、２（ｂ）、３（ａ）及び３（ｂ）で及び特に図７で表されるように、ロー

・パス・フィルタリングが行われた時点で色拡張及び詳細回復／エンハンスメントを実装するには、３つのＬＵＴ及び６又は７つの乗算器しか必要とされない。ロー・パス・フィルタリング・ステップ自体は、ハードウェア実装において知られているものであり、それ自体知られている様態で実装可能である。それらの図を参照すると、３つのＬＵＴは、例えば、次の通りである：

ａ）第１ＬＵＴ、すなわち、ＬＵＴ１は、第１展開関数のための値に、１つの変数Y_{low}にのみ基づくエントリを供給する。

ｂ）第２ＬＵＴ、すなわち、ＬＵＴ２は、第２展開関数のための値に、１つの変数Ｙにのみ基づくエントリを供給する。

ｃ）第３ＬＵＴ、すなわち、ＬＵＴ３は、クロミナンス拡張のために使用され、Y_{low}によってアドレッシングされる場合にＥ′を供給する。

【００７５】

従前の方法に対する本アプローチの利点に共通して、この発明は、ＨＷにおける実装を容易にするよう、且つ、３つの独立した小さいＬＵＴを使用するよう最適化されている。それは、妥当なアパーチャを有する２Ｄ可分対称フィルタ、いくつか（図２及び３ではほんの３つ）のルック・アップ・テーブル、及びいくつか（図２（ｂ）及び３（ｂ）ではほんの５つ）の乗算器を使用することができる。

【００７６】

先と同じく、ＨＷ実装を容易にする主たる実現要因は、動的な拡張が、同じ拡張係数Ｅ及び同じロー・パス・フィルタをかけられた輝度信号Y_{low}を保ちながら、国際公開第２０１５／０９６９５５号で見られるように輝度自体に対してではなく、“フィルタをかけられた輝度”に対して適用される点である。よって、輝度の拡張のために２つの異なる変数（輝度及びフィルタをかけられた輝度）の関数を有する代わりに、本発明は、１つの変数エントリしか有さないことで小さいサイズを有する１つのＬＵＴによって夫々実装される、ただ１つの変数の２つの関数を使用する。

【００７７】

拡張後に同じ品質を保つために、詳細の鮮鋭化も、拡張されたフィルタをかけられた輝度に対して詳細を回復するよう変更されている。この変更はまた、最終的な拡張された輝度を計算するための演算の数を減らすことを可能にした。

【００７８】

図４は、本原理を実装する方法４００の一実施形態を示す。方法は、開始ブロック４０１から開始し、画像の輝度成分のロー・パス・フィルタリングのためのブロック４１０へ進む。制御は、ブロック４１０から、ＨＤＲ画像の拡張された色を生じるようロー・パス・フィルタをかけられた輝度を使用することによって、より高いピーク輝度を有している表示デバイス上で画像を再現するために少なくとも１つの画像成分の色を拡張するブロック４２０へ進む。

【００７９】

図６は、画像よりも高いピーク輝度値を有しているディスプレイ上でその画像を再現するシステム６００の実施形態を示す。システムは、画像輝度成分に対して作用するロー・パス・フィルタ６１０を有する。ロー・パス・フィルタ６１０の出力は、プロセッサ６２０の入力と信号接続されている。プロセッサ６２０は、画像の色を拡張する。プロセッサ６２０の出力は、ディスプレイ６３０の入力と信号接続されている。ディスプレイ６３０は、画像の拡張された色を表示する。

【００８０】

図７は、より高いピーク輝度を有している表示デバイス上で拡張された画像を再現するために画像の色を拡張する色拡張装置７００の実施形態を示す。装置は、ロー・パス・フィルタ（図示されないが、図６の参照符号６１０と同様である。）と、上述されたように第１展開関数の予め計算された値を記憶している第１ルック・アップ・テーブル（ＬＵＴ１）７１０と、上述されたように第２展開関数の予め計算された値を記憶している第２ルック・アップ・テーブル（ＬＵＴ２）７２０と、ロー・パス・フィルタをかけられた輝度

値の関数Ｅ′（$Ｙ_{ｌｏｗ}$）として定義されるクロミナンス拡張係数の予め計算された値を記憶している第３ルック・アップ・テーブル（ＬＵＴ３）７３０と、特に以下で定義されるような乗算器７４０、７５０、７６０、７７０及び７８０を実装するよう構成されたプロセッサ（図示されないが、図６の参照符号６２０と同様である。）とを有する。

【００８１】

ＬＵＴ７１０への入力は、ロー・パス・フィルタ（図示せず。）の出力からのロー・パス・フィルタをかけられた輝度成分である。ＬＵＴ７１０は、関数ｆ（$Ｙ_{ｌｏｗ}$）＝（$Ｙ_{ｌｏｗ}$）$^{（Ｅ（Ｙｌｏｗ）－ｄ１（Ｙｌｏｗ））}$の、すなわち、指数関数Ｅ（$Ｙ_{ｌｏｗ}$）と、ロー・パス・フィルタをかけられた輝度成分にのみ依存する第１詳細関数ｄ１とを用いて指数関数的にスケーリングされたロー・パス・フィルタをかけられた輝度成分の、値を記憶する。ＬＵＴ７１０の出力は、第１乗算器７４０の１つの入力と信号接続されている。乗算器７４０への他の入力は、第２ルック・アップ・テーブル（ＬＵＴ２）７２０の出力から伝来する。ＬＵＴ７２０への入力は、画像の輝度成分である。ＬＵＴ７２０は、関数ｇ（Ｙ）＝$Ｙ^{（ｄ２（Ｙ）－１）}$の、すなわち、輝度成分にのみ依存する第２詳細関数ｄ２によって指数関数的にスケーリングされたこの輝度成分の、値を記憶する。乗算器７４０の出力は、他の乗算器７６０の第１入力へ送られる。乗算器７６０の第２入力は、画像の輝度成分である。乗算器７６０の出力は、画像の輝度成分の拡張された値$Ｙ_{ｅｘｐ}$である。

【００８２】

装置７００が更に有する第３ルック・アップ・テーブル（ＬＵＴ３）７３０は、その入力として、ロー・パス・フィルタをかけられた輝度成分をとる。ＬＵＴ７３０はＥ′（Ｅ）値、すなわち、色の色成分（chromatic component）をスケーリングするよう適応された他の指数関数Ｅ′（Ｅ）に応じた値、を記憶する。ＬＵＴ７３０の出力は、乗算器７５０の１つの入力へ送られる。乗算器７５０の第２入力は、乗算器７４０の出力である。乗算器７５０の出力は、次いで、乗算器７７０及び乗算器７８０へ送られる。夫々のクロミナンス成分Ｕ、Ｖが、乗算器７７０及び乗算器７８０へ夫々送られる。クロミナンス成分は、ただ１つの乗算器しか指数マップを両方のクロミナンス成分に適用するために必要とされないように、時間において多重化され得る。乗算器７７０及び７８０の出力は、例えば、拡張されたクロミナンス成分$Ｕ_{ｅｘｐ}$及び$Ｖ_{ｅｘｐ}$である。

【００８３】

本明細書は、本原理を説明する。よって、明らかなように、当業者は、本明細書で明示的に記載又は図示されてないとしても、本原理を具現化し、それによって、本原理に含まれる様々な配置を考え出すことができるだろう。

【００８４】

当業者に明らかなように、本明細書で提示されるブロック図は、本原理を具現化する実例となる回路構成の概念図を表す。同様に、明らかなように、如何なるフローチャート、フロー図、状態遷移図、擬似コード、及び同様のものも、コンピュータ読出可能な媒体において実質的に表現され、それ故に、コンピュータ又はプロセッサによって、そのようなコンピュータ又はプロセッサが明示的に示されていようとなかろうと、実行され得る様々なプロセスを表す。

【００８５】

図に示されている様々な要素の機能は、専用のハードウェア及び適切なソフトウェアに関連してソフトウェアを実行可能なハードウェアの使用を通じて提供され得る。プロセッサによって提供される場合に、機能は、単一の専用プロセッサによって、単一の共有プロセッサによって、又は一部が共有され得る複数の個別プロセッサによって提供可能である。更に、語“プロセッサ”又は“コントローラ”の明示的な使用は、ソフトウェアを実行可能なハードウェアにもっぱら言及していると解されるべきではなく、制限なしに、デジタル信号プロセッサ（“ＤＳＰ”）ハードウェア、ソフトウェアを記憶するリードオンリーメモリ（“ＲＯＭ”）、ランダムアクセスメモリ（“ＲＡＭ”）、及び不揮発性ストレージを暗に含むことができる。

【００８６】
従来及び／又はカスタムの他のハードウェアも含まれ得る。同様に、図に示されている如何なるスイッチも単に概念的である。それらの機能は、プログラムロジックの動作を通じて、専用のロジックを通じて、プログラム制御と専用のロジックとのインタラクションを通じて、又は手動により実行可能であり、特定の技術が、文脈からより具体的に理解されるように実施者によって選択可能である。
【００８７】
本願の特許請求の範囲において、特定の機能を実行するための手段として表されている如何なる要素も、例えば、ａ）その機能を実行する回路素子の組み合わせ、又はｂ）如何なる形もとり、従って、ファームウェア、マイクロコード若しくは同様のものを含むソフトウェアであり、機能を実行するようそのソフトウェアを実行する適切な回路構成と組み合わされる前記ソフトウェアを含め、その機能を実行する如何なる方法も包含するよう意図される。そのような特許請求の範囲によって定義される本原理は、様々な列挙されている手段によって提供される機能性が、特許請求の範囲が要求している様態で組み合わされて１つにされるという事実に存在する。よって、それらの機能性を提供することができる如何なる手段も、本明細書で示されているものと同等であると見なされる。
【００８８】
本原理の“１つの実施形態”又は“実施形態”及びそれらの他の変形への本明細書中の言及は、実施形態に関連して記載されている特定の特徴、構造、特性などが本原理の少なくとも１つの実施形態に含まれていることを意味する。よって、本明細書の全体にわたって様々な箇所に現れる“１つの実施形態において”又は“実施形態において”との語句及び何らかの他の変形の出現は、必ずしも全てが同じ実施形態に言及しているわけではない。
【００８９】
本原理のそれら及び他の特徴及び利点は、本明細書中の教示に基づき当業者によって容易に確かめられ得る。本原理の教示は、様々な形のハードウェア、ソフトウェア、ファームウェア、専用プロセッサ、又はそれらの組み合わせにおいて実装可能であることが理解されるべきである。
【００９０】
最も望ましくは、本原理の教示は、ハードウェアとソフトウェアとの組み合わせとして実装される。更に、ソフトウェアは、プログラム記憶ユニットにおいて有形に具現化されたアプリケーション・プログラムとして実装可能である。アプリケーション・プログラムは、如何なる適切なアーキテクチャも有するマシンにアップロードされ、それによって実行され得る。望ましくは、マシンは、１つ以上の中央演算処理装置（“ＣＰＵ”）、ランダムアクセスメモリ（“ＲＡＭ”）、及び入出力（“Ｉ／Ｏ”）インターフェイスのようなハードウェアを具備するコンピュータ・プラットフォームにおいて実装される。コンピュータ・プラットフォームは、オペレーティング・システム及びマイクロ命令コードを更に含むことができる。本明細書で記載される様々なプロセス及び機能は、マイクロ命令コードの部分若しくはアプリケーション・プログラムの部分、又はそれらのあらゆる組み合わせのいずれかであることができ、ＣＰＵによって実行可能である。その上、追加のデータ記憶装置及び印刷装置のような、様々な他の周辺装置が、コンピュータ・プラットフォームへ接続可能である。
【００９１】
添付の図面で表されている、構成要素であるシステム・コンポーネント及び方法の一部は、望ましくは、ソフトウェアにおいて実装されるので、システム・コンポーネント又はプロセス機能ブロック間の実際の接続は、本原理がプログラムされる様態に応じて様々であることができる点が更に理解されるべきである。本明細書中の教示を鑑みて、当業者は、本原理のそれら及び同様の実施又は構造を予期することができるだろう。
【００９２】
実例となる実施形態が添付の図面を参照して本明細書で記載されてきたが、本原理は、

それらの厳密な実施形態に制限されず、様々な変更及び改良が、本原理の適用範囲から逸脱することなしに、当業者によってそれらにおいて達成され得る点が理解されるべきである。全てのそのような変更及び改良は、添付の特許請求の範囲において示されている本原理の適用範囲内に含まれるよう意図される。

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

（付記１）

画像の色を拡張する色拡張モジュール（７００）であって、色は、輝度成分をクロミナンス成分から分離する色空間において表される、色拡張モジュールにおいて、

輝度成分にロー・パス・フィルタをかけるロー・パス・フィルタと、

ロー・パス・フィルタをかけられた輝度値のみの第１展開関数の予め計算された値を記憶する第１ルック・アップ・テーブル（７１０）と、

輝度値のみの第２展開関数の予め計算された値を記憶する第２ルック・アップ・テーブル（７２０）と、

拡張する色の入力された輝度値に対応する第２ルック・アップ・テーブルの出力に、入力された輝度値に関連する入力されたロー・パス・フィルタをかけられた輝度値に対応する第１ルック・アップ・テーブルの出力を乗じるよう構成されたプロセッサ（７４０，７６０）と

を有する色拡張モジュール。

（付記２）

第１展開関数は、指数関数及び第１詳細関数ｄ１（Y_{low}）を用いて指数関数的にスケーリングされたロー・パス・フィルタをかけられた輝度成分として定義され、指数関数及び第１詳細関数の両方がそれ自体、ロー・パス・フィルタをかけられた輝度成分のみの関数である、

付記１に記載の色拡張モジュール。

（付記３）

第２展開関数は、それ自体が輝度成分のみの関数である第２詳細関数ｄ２（Ｙ）を用いて指数関数的にスケーリングされた輝度成分として定義される、

付記１又は２に記載の色拡張モジュール。

（付記４）

付記１乃至３のうちいずれか一項に記載の色拡張モジュールを組み込む電子デバイス。

（付記５）

テレビ受像機、モバイルデバイス、通信デバイス、ゲーム機、タブレット、スマートフォン、ラップトップ、カメラ、符号化チップ、サーバから成るグループから選択される

付記４に記載の電子デバイス。

（付記６）

画像の色を拡張する色拡張方法であって、色は、輝度成分をクロミナンス成分から分離する色空間において表される、色拡張方法において、

輝度成分にロー・パス・フィルタをかけることと、

指数マップを用いて指数関数的にロー・パス・フィルタをかけられた輝度成分をスケーリングすることによって、輝度成分の値範囲を拡張することと

を有する色拡張方法。

（付記７）

輝度成分にハイ・パス・フィルタをかけることと、

詳細マップを用いて指数関数的に前記ハイ・パス・フィルタをかけられた輝度成分をスケーリングすることと、

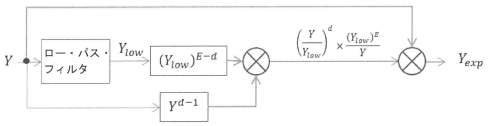
スケーリングされたハイ・パス・フィルタをかけられた輝度成分によって、スケーリングされたロー・パス・フィルタをかけられた輝度成分を重み付けすることと

を更に有する、

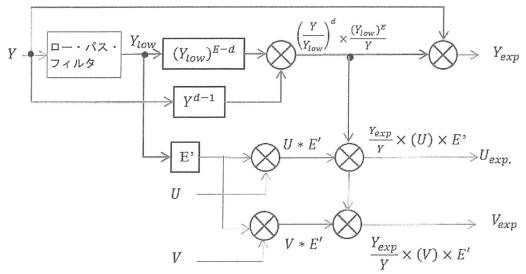
付記６に記載の色拡張方法。

（付記８）
ハイ・パス・フィルタをかけることは、輝度成分をロー・パス・フィルタをかけられた輝度成分で除することによって得られる、
付記７に記載の色拡張方法。
（付記９）
指数マップは、ロー・パス・フィルタをかけられた輝度成分の展開関数に従って計算され、
重み付けされたロー・パス・フィルタをかけられた輝度成分（Y_{exp}）は、
展開関数Ｅ（Y_{low}）を用いて、且つ、更に、ロー・パス・フィルタをかけられた輝度成分のみの第１詳細関数ｄ１（Y_{low}）を用いて指数関数的にスケーリングされた前記ロー・パス・フィルタをかけられた輝度成分（$Y_{low}^{(E(Ylow)-d(Ylow))}$）の、及び
輝度成分のみの第２詳細関数ｄ２（Ｙ）を用いて指数関数的にスケーリングされた輝度成分（$Y^{d(Y)}$）の
積である、
付記６乃至８のうちいずれか一項に記載の色拡張方法。
（付記１０）
クロミナンス拡張係数によって前記画像の少なくとも１つのクロミナンス成分の値範囲を拡張すること
を更に有する
付記６乃至９のうちいずれか一項に記載の色拡張方法。
（付記１１）
クロミナンス拡張係数は、輝度成分によって正規化された拡張された輝度成分に対応する、
付記１０に記載の色拡張方法。
（付記１２）
クロミナンス拡張係数は、輝度成分によって正規化された拡張された輝度成分によってスケーリングされた指数マップの関数である、
付記１０に記載の色拡張方法。
（付記１３）
クロミナンス拡張係数は、指数マップの又はロー・パス・フィルタをかけられた輝度成分の関数であり、関数は、ロー・パス・フィルタをかけられた輝度成分によって正規化された拡張された輝度成分によってスケーリングされる、
付記１０に記載の色拡張方法。
（付記１４）
コンピューティング・デバイスで実行されるときに付記６乃至１３のうちいずれか一項に記載の色拡張方法のステップを実行するプログラムコードの命令を担持する非一時的な記憶媒体。

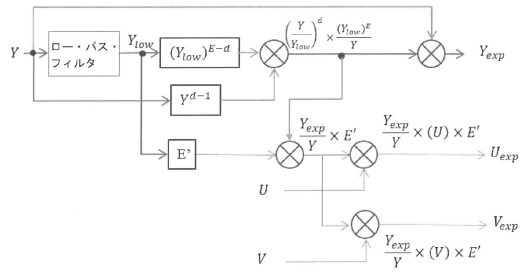
【図１】



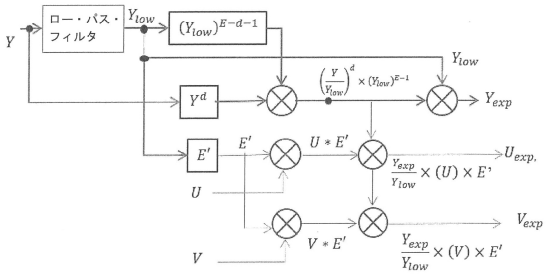
【図２（ａ）】



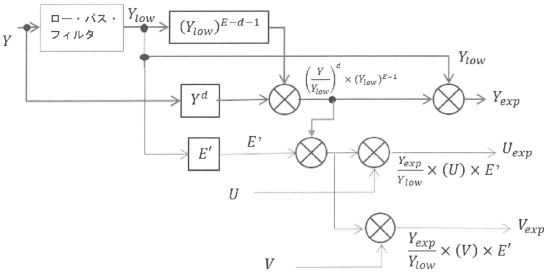
【図２（ｂ）】



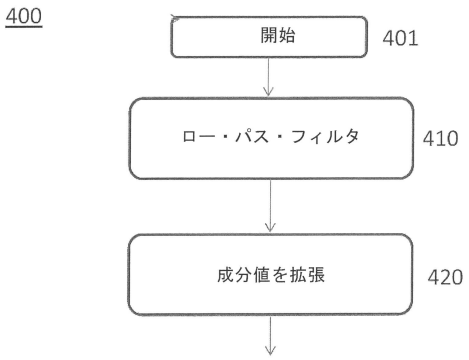
【図３（ａ）】



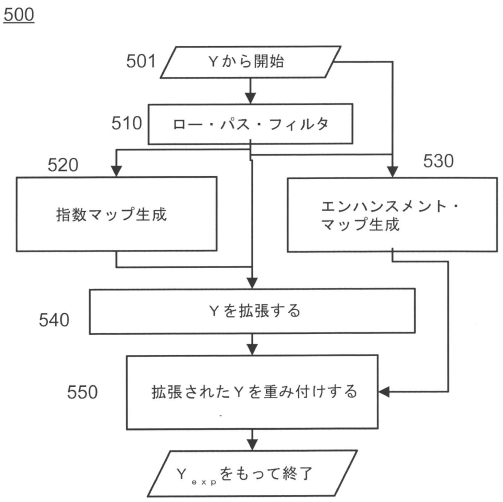
【図３（ｂ）】



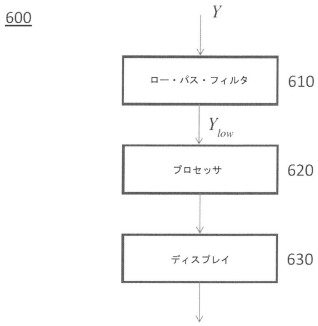
【図４】



【図５】



【図６】


600
Y
ロー・パス・フィルタ
610
Y_{low}
プロセッサ
620
ディスプレイ
630

【図７】

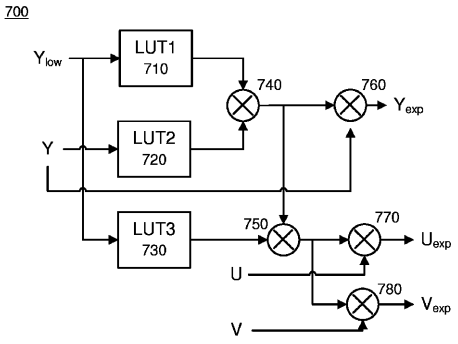

700
Y_{low}
LUT1
710
740
760
Y_{exp}
Y
LUT2
720
LUT3
730
750
770
U_{exp}
U
780
V_{exp}
V

Fig.7

フロントページの続き

(74)代理人 100108213
弁理士 阿部 豊隆
(72)発明者 コレティス, マリーージャン
フランス国 ３５５７６ セソン セヴィニェ セーエス １７６ １６ ザック・デ・シャン・ブラン アヴニュ・デ・シャン・ブラン ９７５ テクニカラー・アールアンドディー・フランス
(72)発明者 コーヴァン, ローラン
フランス国 ３５５７６ セソン セヴィニェ セーエス １７６ １６ ザック・デ・シャン・ブラン アヴニュ・デ・シャン・ブラン ９７５ テクニカラー・アールアンドディー・フランス
(72)発明者 ポーリ, タニア
フランス国 ３５５７６ セソン セヴィニェ セーエス １７６ １６ ザック・デ・シャン・ブラン アヴニュ・デ・シャン・ブラン ９７５ テクニカラー・アールアンドディー・フランス

審査官 西谷 憲人

(56)参考文献 国際公開第２０１５／０９６９５５（WO, Ａ１）
特開２００９－２３２４６８（ＪＰ, Ａ）
特開２０１０－０６２６７２（ＪＰ, Ａ）
特開２００２－０４４６７９（ＪＰ, Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl., ＤＢ名)
Ｈ０４Ｎ ９／７７
Ｇ０６Ｔ ５／００