

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5384623号
(P5384623)

(45) 発行日 平成26年1月8日(2014.1.8)

(24) 登録日 平成25年10月11日(2013.10.11)

(51) Int.Cl.

F I

HO4N 9/64 (2006.01)
 G09G 5/02 (2006.01)
 G09G 3/20 (2006.01)
 G06T 1/00 (2006.01)

HO4N 9/64 Z
 G09G 5/02 B
 G09G 3/20 650M
 G06T 1/00 510

請求項の数 9 (全 22 頁)

(21) 出願番号 特願2011-510809 (P2011-510809)
 (86) (22) 出願日 平成21年5月31日(2009.5.31)
 (65) 公表番号 特表2011-524664 (P2011-524664A)
 (43) 公表日 平成23年9月1日(2011.9.1)
 (86) 国際出願番号 PCT/CN2009/000609
 (87) 国際公開番号 W02009/143717
 (87) 国際公開日 平成21年12月3日(2009.12.3)
 審査請求日 平成23年1月26日(2011.1.26)
 (31) 優先権主張番号 200810113241.1
 (32) 優先日 平成20年5月28日(2008.5.28)
 (33) 優先権主張国 中国(CN)
 (31) 優先権主張番号 200810115671.7
 (32) 優先日 平成20年6月26日(2008.6.26)
 (33) 優先権主張国 中国(CN)

(73) 特許権者 510312949
 ボイボス ビジョン オプトーエレクトロ
 ニクス テクノロジー リミテッド
 PHOEBUS VISION OPTO
 -ELECTRONICS TECHNO
 LOGY LTD.
 中華人民共和国、北京 100094、ハ
 イディエン ディストリクト、ヨンフェン
 インダストリアル ベース、ヨンジェ
 ノース ロード ナンバー3、モダン エ
 ンターライズ アクセラレーター、ビルデ
 イング ビー、5ス フロア
 5th Floor, Building
 B Modern Enterpris
 e Accelerator, Yong
 最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 色域拡張システムとその方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

信号入力ユニットと、順方向変換ユニットと、色域拡張ユニットと、逆方向変換ユニッ
 トと、信号出力ユニットとを含む色域拡張システムであって、

前記信号入力ユニットは、画素の色情報の入力に用いられ、

前記順方向変換ユニットは、前記画素の色情報を線形化Lab色空間のL、a、b値に変換す
 ることに用いられ、

前記色域拡張ユニットは、線形化Lab色空間の中で、色域拡張係数によって前記順方向
 変換ユニットからのL、a、b値を新しいL、a、b値に変換することに用いられ、

前記逆方向変換ユニットは、拡張後のL、a、b値を広色域の画素の色情報に変換するこ
 とに用いられ、

前記信号出力ユニットは、前記広色域の画素の色情報を出力することに用いられ、重要
 色管理ユニットをさらに含み、前記重要色管理ユニットは、現在の色が重要色範囲内にあ
 るか判断し、判断結果から弱化係数を計算するように構成され、

前記色域拡張ユニットは、前記弱化係数を受信し、線形化Lab色空間の中で前記色域拡
 張係数および弱化係数によって前記順方向変換ユニットからのL、a、b値を新しいL、a、b
 値に拡張するようにさらに構成され、

前記重要色管理ユニットは、色度座標計算ユニットおよび弱化係数計算ユニットを含み、
 前記色度座標計算ユニットは、現在の色の色度座標の計算に用いられ、前記弱化係数計算
 ユニットの、現在の色の色度座標によって現在の色が重要色範囲内にあるかを判断し、判

10

20

断結果から弱化係数を計算することに用いられ、

重要色管理ユニットは、現在の色が重要色範囲内にあるかどうかを次の、

31) 全ての重要色の色度座標基準値を設定するステップと、

32) 色度座標系において、現在の色の色度座標が前記色度座標基準値を中心とする、予め設定された閾値に限られる一定の寸法の幾何図形内にある場合、現在の色が重要色範囲内にあると判断し、幾何図形内にない場合は、現在の色が重要色範囲内にないと判断するステップ

により判断するものであって、前記ステップ32)において、前記幾何図形が正方形であり、該正方形の辺は色度座標系の座標軸に並行または垂直であるか、もしくは、前記幾何図形が正方形であり、該正方形の辺は色度座標系の座標軸に対して45度の角となるものであり、

10

前記弱化係数計算ユニットは、弱化係数を次の

33) 現在の色が重要色範囲内にない場合は、弱化係数 $K=1$ とし、現在の色が重要色範囲内にある場合は、各色度座標基準値に対して、前記色度座標基準値を中心にし、現在の色の色度座標点で正方形を作って、その中の最も小さい正方形の辺の長さおよび前記閾値に限られた正方形の辺の長さとの比を弱化係数 K にするステップ

により計算するものであり、

前記色域拡張ユニットは、修正後の色域拡張係数を、

34) 弱化係数 K および設定した色域拡張係数 VGE によって修正後の色域拡張係数を算出するステップにより計算するものであり、 $VGE_{new} = (VGE - 1) * K + 1$ である、

20

、前記色域拡張システム。

【請求項 2】

ユーザーに色域拡張係数を入力させることに用いられる、色域拡張係数入力ユニットをさらに含む、請求項 1 に記載の色域拡張システム。

【請求項 3】

ユーザーに色温度の値を選択させることに用いられる、色温度選択ユニットをさらに含み、該色温度の値は、前記順方向変換ユニットおよび逆方向変換ユニットの入力パラメータとして利用される、請求項 1 に記載の色域拡張システム。

【請求項 4】

前記画素の色情報がRGB信号である、請求項 1 に記載の色域拡張システム。

30

【請求項 5】

前記順方向変換ユニットは、XYZ表色系順方向変換ユニットおよび線形化Lab色空間順方向変換ユニットを含み、前記XYZ表色系順方向変換ユニットは、RGBシステムのR、G、B三刺激値をXYZシステムのX、Y、Z三刺激値に変換することに用いられ、前記線形化Lab色空間順方向変換ユニットは、X、Y、Z三刺激値を線形化Lab色空間のL、a、b値に変換することに用いられ、

前記逆方向変換ユニットは、線形化Lab色空間逆変換ユニットおよび広色域XYZ逆変換ユニットを含み、前記線形化Lab色空間逆変換ユニットは、色域拡張後のL、a、b値をXYZシステムの広色域X、Y、Z刺激値に変換することに用いられ、前記広色域XYZ逆変換ユニットは、前記広色域X、Y、Z刺激値を広色域RGBシステムのR、G、B刺激値に変換することに用いられる、請求項 4 に記載の色域拡張システム。

40

【請求項 6】

1) 画素の色情報を入力するステップと、

2) 前記画素の色情報を線形化Lab色空間のL、a、b値に変換するステップと、

3) 線形化Lab色空間で、色域拡張係数によってステップ2)のL、a、b値を新しいL、a、b値に拡張するステップと、

4) 拡張後のL、a、b値を広色域の画素の色情報に変換するステップと、

5) 前記広色域の画素の色情報を出力するステップとを含む色域拡張方法であって、

前記ステップ3)は、現在の色の色度座標を計算するステップを含み、現在の色が重要色範囲内にあるか判断し、判断結果から弱化係数を計算し、色域拡張係数を受信し、前記

50

色域拡張係数および前記弱化係数によって修正後の色域拡張係数を算出し、線形化Lab色空間の中で、修正後の色域拡張係数によって前記ステップ2)からのL、a、b値を新しいL、a、b値に拡張するものであり、

前記ステップ3)の、現在の色が重要色範囲内にあるか判断するステップは、

31) 全ての重要色の色度座標基準値を設定するステップと、

32) 色度座標系において、現在の色の色度座標が前記色度座標基準値を中心とする、予め設定された閾値に限られる一定の寸法の幾何図形内にある場合、現在の色が重要色範囲内にあると判断し、幾何図形内にない場合は、現在の色が重要色範囲内にないと判断するステップを含み、

前記ステップ32)において、前記幾何図形が正方形であり、該正方形の辺は色度座標系の座標軸に並行または垂直であるか、もしくは、前記幾何図形が正方形であり、該正方形の辺は色度座標系の座標軸に対して45度の角となるものであり、

前記ステップ3)の、弱化係数および修正後の色域拡張係数を計算するステップは、

33) 現在の色が重要色範囲内にない場合は、弱化係数 $K=1$ とし、現在の色が重要色範囲内にある場合は、各色度座標基準値に対して、前記色度座標基準値を中心にし、現在の色の色度座標点で正方形を作って、その中の最も小さい正方形の辺の長さおよび前記閾値に限られた正方形の辺の長さとの比を弱化係数 K にするステップと、

34) 弱化係数 K および設定した色域拡張係数 VGE によって修正後の色域拡張係数を算出するステップを含み、 $VGE_{new} = (VGE - 1) * K + 1$ である、前記色域拡張方法。

【請求項7】

前記ステップ2)は、ユーザーが色温度の値を選ぶステップを含み、該色温度の値によって画素の色情報を線形化Lab色空間のL、a、b値に変換し、前記ステップ4)は、前記色温度の値によって、拡張後のL、a、b値を広色域の画素の色情報に変換するステップを含む、請求項6に記載の色域拡張方法。

【請求項8】

前記画素の色情報がRGB信号である、請求項6に記載の色域拡張方法。

【請求項9】

前記ステップ2)が、

21) RGBシステムのR、G、B三刺激値をXYZシステムのX、Y、Z三刺激値に変換するステップ、

22) X、Y、Z三刺激値を線形化Lab色空間のL、a、b値に変換するステップを含み、

前記ステップ4)が、

41) 色域拡張後のL、a、b値をXYZシステムの広色域X、Y、Z刺激値に変換するステップ、

42) 前記広色域X、Y、Z刺激値を広色域RGBシステムのR、G、B刺激値に変換するステップを含む、請求項8に記載の色域拡張方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明はディスプレイ範囲、特にディスプレイ範囲の色域拡張技術に関連するものである。

【背景技術】

【0002】

広色域ディスプレイ装置は、既製ディスプレイ装置より例えばとても深い赤色のような多くの色を再現できる。ただし、現状の映像色標準規格およびこの色標準を採用したビデオ映像の色域が小さいこともあるから、広色域ディスプレイで前記ビデオ映像を再現する場合、広色域ディスプレイの豊富な色再現能力を十分に使えない。

【0003】

実行性のあるソリューションは色域拡張技術の運用である。つまり、従来の色標準規格で定めた色域を広色域ディスプレイの色域にマッピングさせる。従来技術でこのような色域拡張を実現する通常の方法としては、3次元ルックアップテーブルと補間法を合わせる

10

20

30

40

50

技術であり、これは色管理標準プロセスにおけるキーとなる。この方法では、色の再現効果は主に3次元ルックアップテーブルの規格およびテーブル内のデータ、ならびに採用する補間法に左右される。色管理システムは、複数の3次元ルックアップテーブルを含むことが可能で、各テーブルは一つの色域拡張方案に対応するので、ユーザーはニーズに合う色再現効果を選ぶことができる。3次元ルックアップテーブルと補間法に基づく色域マッピング法は、ある程度の開放性と適応性を備えるが、以下のような欠点も存在している。

1) 色再現効果の種類は、3次元ルックアップテーブルの個数と同じであるため、3次元ルックアップテーブルの個数は限られたものであり、コストを考えると多く設置する可能性がないから、ユーザーの色再現効果の選択は何種類かの効果に限られ、連続調節ができない。2) 通用性が高くない。あるディスプレイ装置が対応する前記ルックアップテーブルデータは別のディスプレイ装置に適用できない。3) 前記ルックアップテーブルデータを保存するために多くの記憶装置などの資源を使用しなければならず、ハード面においてのコストが高い。4) その上、色域拡張について、ユーザーの色拡張効果に対する感覚は、やはりユーザー個人としての色好み次第であるから、人によって好む色が違うので、数の限られた前記ルックアップテーブルでは人々の様々な好みに対応できない。要するに、3次元ルックアップテーブルと補間法に基づく色域マッピング法は、自由度と通用性とハード面のコスト等の課題をうまくカバーできないことが知られている。

【0004】

また、多くの既製ディスプレイ装置には飽和度調節装置と調節方法がセッティングされているが、定義された飽和度は主にマトリクス変換での色差信号に基づくもので、例えばYCbCr信号が、RGB色信号を一つの光度信号Yと二つの色差信号Cb、Crに分割して、この2つの色差信号を調節することによって飽和度調節を実現する。しかし、前記色差信号は均等色空間に定義されたものではないため、このような飽和度調節装置と調節方法は精度が低く、色域拡張に用いれば、色相のシフトがはっきりと現れる。均等色空間とは当該空間内で各色空間における人間の目での感知差が同じである色空間のことである。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

本発明の目的は前記技術欠陥を克服した、連続調節できる色域拡張システム及びその方法を提供する。

【0006】

本発明の目的を実現するために、信号入力ユニット、順方向変換ユニット、色域拡張ユニット、逆方向変換ユニットおよび信号出力ユニットを含む色域拡張システムを提供する。

前記信号入力ユニットは画素の色情報を入力することに用いられる。

前記順方向変換ユニットは前記画素の色情報を線形化Lab色空間内のL、a、b値に変換することに用いられる。

前記色域拡張ユニットは前記画素の色情報を線形化Lab色空間内のL、a、b値に変換することに用いられる。

前記逆方向変換ユニットは拡大したL、a、b値を広色域の色情報に変換することに用いられる。

前記信号出力ユニットは前記広色域の色情報を出力することに用いられる。

【0007】

前記色域拡張システムは、重要色管理ユニットをさらに含む。前記重要色管理ユニットは、現在の色が重要色範囲内にあるかどうか判断し、判断結果によって弱化係数の計算を行うことに用いられる。

【0008】

前記色域拡張ユニットは、前記弱化係数を取込み、線形化Lab色空間において前記色域拡張係数および弱化係数に基づいて、前記順方向変換ユニットからのL、a、b値を新しいL、a、b値に拡大することにも用いられる。

【 0 0 0 9 】

前記色域拡張システムは、色域拡張係数入力ユニットをさらに含み、ユーザーが色域拡張係数を入力することに用いられる。

【 0 0 1 0 】

前記色域拡張システムは、色温度選択ユニットをさらに含み、ユーザーが色温度の値を選択することに用いられる。当該色温度の値は順方向変換ユニットおよび逆方向変換ユニットの入力関数となる。

【 0 0 1 1 】

前記重要色管理ユニットは、色度座標計算ユニットおよび弱化係数計算ユニットを含む。前記色度座標計算ユニットは、現在の色の色度座標を計算することに用いられる。前記弱化係数計算ユニットは、現在の色の色度座標によって現在の色が重要色範囲内にあるか判断し、判断結果により弱化係数を計算することに用いられる。

10

【 0 0 1 2 】

前記画素の色情報はRGB信号である。

【 0 0 1 3 】

前記順方向変換ユニットは、XYZ表色系順方向変換ユニットおよび線形化Lab色空間順方向変換ユニットを含む。前記XYZ表色系順方向変換ユニットは、RGB系のR、G、B三刺激値をXYZ系のX、Y、Z三刺激値に変換することに用いられる。前記線形化Lab色空間順方向変換ユニットは、X、Y、Z三刺激値を線形化Lab色空間のL、a、b値に変換することに用いられる。

20

【 0 0 1 4 】

前記逆方向変換ユニットは、線形化Lab色空間逆変換ユニットおよび広色域XYZ逆変換ユニットを含む。前記線形化Lab色空間逆変換ユニットは、色域拡張後のL、a、b値をXYZ系の広色域X、Y、Z刺激値に変換することに用いられる。前記広色域XYZ逆変換ユニットは、前記広色域X、Y、Z刺激値を広色域RGB系のR、G、B刺激値に変換することに用いられる。

【 0 0 1 5 】

本発明では色域拡張方法を提供しており、次のプロセスを含む。

- 1) 画素の色情報を入力する。
- 2) 前記画素の色情報を線形化Lab色空間のL、a、b値に変換する。
- 3) 線形化Lab色空間の中で、色域拡張係数によって前記プロセス2)からのL、a、b値を新しいL、a、b値に拡大する。
- 4) 拡大後のL、a、b値を広色域の画素の色情報に変換する。
- 5) 前記広色域の画素の色情報を出力する。

30

【 0 0 1 6 】

前記プロセス3)は、現在の色を計算する色度座標をさらに含んで、現在の色が重要色範囲内にあるか判断し、判断結果により弱化係数を計算し、設定した色域拡張係数を取込んで、前記設定した色域拡張係数および前記弱化係数によって修正後の色域拡張係数を計算する。線形化Lab色空間の中で、修正後の色域拡張係数によって、前記プロセス2)からのL、a、b値を新しいL、a、b値に拡大する。

前記プロセス3)において、前記色域拡張係数はユーザーにより入力される。

40

前記プロセス2)は、ユーザーによる色温度の値の選択をさらに含む。当該色温度値によって画素の色情報を線形化Lab色空間のL、a、b値に変換する。前記プロセス4)は、前記色温度値によって、拡大後のL、a、b値を広色域の画素の色情報に変換することを含む。

前記画素の色情報はRGB信号である。

前記プロセス2)は、次のサブプロセスを含む。

- 21) RGBシステムのR、G、B三刺激値をXYZシステムのX、Y、Z三刺激値に変換する。
- 22) X、Y、Z三刺激値を線形化Lab色空間のL、a、b値に変換する。

【 0 0 1 7 】

前記プロセス4)は次のサブプロセスを含む。

50

- 41) 色域拡張後のL、a、b値をXYZシステムの広色域X、Y、Z刺激値に変換する。
42) 前記広色域X、Y、Z刺激値を広色域RGBシステムのR、G、B刺激値に変換する。

【0018】

前記プロセス3)の現在の色が重要色範囲内にあるか判断するプロセスは次の通りである。

- 31) すべての重要色の色度座標基準値を設定する。
32) 色度座標系において、現在の色の色度座標が任意の前記色度座標基準値を中心とする一定の寸法の幾何図形にある場合は、現在の色が重要色範囲内にあると判断される。さもなければ、現在の色が重要色範囲内ないと判断される。前記幾何図形の寸法は予め設定した閾値に限られる。

10

前記プロセス32)において、前記幾何図形は正方形であり、当該正方形の辺は色度座標系の座標軸に平行または垂直である。

前記プロセス32)において、前記幾何図形は正方形であり、当該正方形の辺は色度座標系の座標軸に対して45度の角となる。

前記プロセス3)に述べた弱化係数および修正後の色域拡張係数の計算プロセスは次の通りである。

- 33) 現在の色が重要色範囲内ない場合は、弱化係数 $K=1$ 。現在の色が重要色範囲内にある場合は、一つずつの色度座標基準値に対して、前記色度座標基準値を中心にし、現在の色の色度座標点で正方形を作って、その中の最も小さい正方形の辺の長さと同記閾値に限られた正方形の辺の長さとの比を弱化係数 K とする。

20

- 34) 弱化係数 K および設定した色域拡張係数 VGE で修正後の色域拡張係を計算して、 $VGE_{new} = (VGE - 1) * K + 1$ 。

【0019】

本発明により実現される技術的效果は次のものを含む。

- 1、本発明の色域拡張システムとその方法により、色域拡張係数の連続調節を可能にする。
- 2、本発明の色域拡張方法により、計算効率が高く、システムリソースに対する要求が低い、データ量の大きなビデオ信号のリアルタイム処理要求を満たす、計算方法を提供する。
- 3、本発明の線形化Lab色空間では、色域拡張処理が行われるので色相のシフトをより減少し、高い精度と正確性を生み出す。
- 4、本発明の色域拡張システムとその方法に重要色管理というプログラムを取り入れて、重要な色を色域拡張で発生する原色との大きな違いから守る。

30

次に、図に合わせて本発明の実施例を説明する。

【図面の簡単な説明】

【0020】

【図1】図1は、本発明の1つの実施例の連続調節可能である色域拡張装置の概要図である。

【図2】図2は、本発明の他の実施例の連続調節可能である色域拡張装置概要図。

【図3】図3は、色度座標システムにおける重要色の範囲のモデルである。

40

【図4】図4は、色度座標システムにおける重要色の範囲の他のモデルである。

【図5】図5は、色度座標システムにおける入力信号の色度座標点から重要色の色度座標点までの距離を計算するための概要図であり、重要色範囲は図3のモデルを例にする。

【図6】図6は、色度座標システムにおける入力信号の色度座標点から重要色の色度座標点間での距離を計算するための概要図であり、重要色範囲は図4のモデルを例にする。

【発明を実施するための形態】

【0021】

実施例1

ここで図に合わせて、本発明を詳しく説明する。図1は、本実施例の連続調節可能である色域拡張装置の概要図を示す。装置は、ユーザー選択ユニット2および制御システム1か

50

らなり、制御システム1は、ユーザー選択ユニット2が送信した信号を受信し、色域拡張を行う。ユーザー選択ユニット2は、ユーザーが色温度の値を選択できる色温度選択ユニット108およびユーザーが自由に色域拡張係数を設定できる色域拡張係数入力ユニット109を含み、色温度選択ユニット108は、ユーザー選択のための、例えば5400K、6500K、9300Kなどの、いくつかの色温度数値を提供する。制御システム1は、RGB信号入力ユニット101、XYZ表色系順方向変換ユニット102、線形化Lab色空間順方向変換ユニット103、色域拡張ユニット104、線形化Lab色空間逆変換ユニット105、広色域XYZ逆変換ユニット106およびRGB信号出力ユニット107を含む。前記RGB信号は、ビデオデータの画素の色情報を示すデジタル信号である。RGB信号入力ユニット101は、所定のカラーコード規格（例えばRec. ITU-R BT.709規格）に従うビデオ信号を取込み、信号に含まれるすべての画素ドットに赤緑青3
10
原色の刺激値情報を含む、R、GおよびBを設定する。XYZ表色系順方向変換ユニット102は、R、G、B三刺激値をXYZ表色系の三刺激値に変換し、その変換は色温度によって異なる。色温度の値はユーザーが色温度選択ユニット108により選択する。線形化Lab色空間順方向変換ユニット103は、XYZ三刺激値を線形化Lab色空間のL、aおよびbに変換し、当該変換も同様に色温度の値によって異なる。前記線形化Lab色空間の定義およびXYZ三刺激値から線形化Lab色空間に変換する変換プロセスは、2004年に出版された雑誌SPIEの「Evaluation of smoothness tonal change reproduction on multi-primary display: Comparison of color conversion algorithm, Proc. SPIE, Vol. 5289, pp: 275-283 (2004)」という科学技術関係論文として発表された。色域拡張ユニット104は、ユーザーが色域拡張係数入力ユニット109で自由設定した値を取込んで、aとbに対して色域拡張計算を行い、 a_{new} と b_{new} を算
20
出する。そして、線形化Lab色空間逆変換ユニット105は、色域拡張後の a_{new} および b_{new} ならびにそのL値をXYZシステムの刺激値 X_{new} 、 Y_{new} および Z_{new} に返還する。広色域XYZ逆変換ユニット106は、 X_{new} 、 Y_{new} および Z_{new} を広色域RGBシステムの R_{new} 、 G_{new} および B_{new} に変換し、RGB信号出力ユニット107を経由して R_{new} 、 G_{new} および B_{new} 信号を出力する。

【0022】

実施例2

本発明の2番目の実施例では、連続調節可能である色域拡張方法を示す。当該方法の詳細な内容は次の通りである。

プロセス201：RGB信号入力ユニット101は、所定のカラーコード基準に従うビデオ信号を入力して、ビデオ信号の中に含まれるすべての画素ドットに赤緑青3原色刺激値の情報が付けられR、GおよびBを設定する。
30

プロセス202：ユーザーは、ユーザー選択ユニット2の色温度選択ユニット108により、いくつかの色温度の値の中から一つを選ぶ。

プロセス203：XYZ表色系順方向変換ユニット102は、ユーザーが選択した色温度の値に基づいておよび対応するカラーコード規格に従って、R、GおよびBをX、YおよびZに変換する。

【0023】

前記プロセス203に関する具体的なプロセスは次の通りである。

プロセス2031：赤緑青3原色に対応する三つの1次元ルックアップテーブルによって、R、GおよびBを線形色データRs、GsおよびBsに変換する。変換関係は使用するカラーコード規格に従うが、例えばBT.709規格の場合、公式(1-1)を採用する。
40

【数1】

$$\begin{cases} V=1.099M^{0.45}-0.099 & 0.018 \leq M \leq 1 \\ V=4.500M & 0 \leq M \leq 0.018 \end{cases} \quad \text{公式 (1-1)}$$

ここで、Mは正規化信号強度、Vは線形化データの結果である。RGB色信号をn桁の2進法データで表示し、 $M=R/2^n$ 、 $M=G/2^n$ 、 $M=B/2^n$ で、R、G、B値の採用範囲が $0 \sim (2^n-1)$ の場合、 $V=Rs$ 、 $V=Gs$ 、 $V=Bs$ に対応する。そして、すべてのV値は予め計算済みで、ルックアップテーブルの形でXYZ表色系順方向変換ユニット102のメモリー内に保存される。
50

【 0 0 2 4 】

プロセス2032: XYZ表色系順方向変換ユニット102は、色温度選択ユニット108を利用して選択することができるすべての色温度の値に対応する順方向変換マトリックスを保存する。ユーザーが選択した色温度の値によって、XYZ表色系順方向変換ユニット102は、当該色温度の値に対応する順方向変換マトリックス、

【数 2】

$$\begin{bmatrix} C11 & C12 & C13 \\ C21 & C22 & C23 \\ C31 & C32 & C33 \end{bmatrix},$$

10

を検索して、公式(1-2)によりX、YおよびZを算出する。

【数 3】

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} C11 & C12 & C13 \\ C21 & C22 & C23 \\ C31 & C32 & C33 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} R_s \\ G_s \\ B_s \end{bmatrix} \quad \text{公式(1-2)}$$

例えば、ユーザーが設定した色温度が6500Kである場合、その順方向変換関係は、

【数 4】

20

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.4124 & 0.3576 & 0.1805 \\ 0.2126 & 0.7152 & 0.0722 \\ 0.0193 & 0.1192 & 0.9505 \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} R_s \\ G_s \\ B_s \end{bmatrix} \quad \text{公式(1-3)}$$

となる。

【 0 0 2 5 】

プロセス204: 線形化Lab色空間順方向変換ユニット103は、公式(1-4)によってX、YおよびZを線形化Lab色空間のL、aおよびbに変換する。

【数 5】

30

$$\begin{bmatrix} L \\ a \\ b \end{bmatrix} = T_{Lab} * \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 100/Y_n & 0 \\ 500/X_n & -500/Y_n & 0 \\ 0 & 200/Y_n & -200/Z_n \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} \quad \text{公式(1-4)}$$

ここで、異なる色温度は、異なる T_{lab} に対応する。ユーザーが色温度選択ユニット108で選択し設定した色温度の各値は、一つの T_{lab} に対応する。全ての T_{lab} は線形化Lab色空間順方向変換ユニット103に保存され、線形化Lab色空間順方向変換ユニット103は、ユーザーが設定した色温度の値を読み取ることによって、対応する T_{lab} を簡単に検索することができる。 T_{lab} の X_n 、 Y_n および Z_n は、後述のように決められ、ユーザーが設定した全ての色温度の値は対応する色度座標をもつ。例えば、ユーザーが設定した色温度の値が T_A の場合、 T_A に対応する色度座標は (x_A, y_A, z_A) となり、公式(1-5)により X_n 、 Y_n および Z_n が求められる。

40

【数 6】

$$\begin{cases} X_n = \frac{x_A}{y_A} * 100 \\ Y_n = 100 \\ Z_n = \frac{z_A}{y_A} * 100 \end{cases} \quad \text{公式(1-5)}$$

例えば、ユーザーが設定した色温度が6500Kである場合、その色度座標は(0.3127、0.3290、0.3583)であり、公式(1-5)によって $(X_n, Y_n, Z_n) = (95.04, 100, 108.89)$ を算出する。また、公式(1-4)によって、当該色温度におけるXYZ表色系から線形化Lab色空間への変換公式(1-6)が求められる。

10

【数 7】

$$\begin{bmatrix} L \\ a \\ b \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 1.0 & 0 \\ 5.2609 & -5.0 & 0 \\ 0 & 2.0 & -1.8367 \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} \quad \text{公式(1-6)}$$

【0026】

20

本実施例では、線形Lab色空間において色域拡張処理を行う。線形Lab色空間は、標準Lab色空間に最も似ているものである。標準Lab色空間は、国際照明委員会CIEが定めた均等色空間であり、色管理における標準的な色空間である。均等色空間とは、空間の中の各色区間において人間の目による感知差が同じである色空間である。しかし、ビデオの色信号をLab色空間に変換するための計算方法はとても複雑で、リアルタイム処理に不向きである。本実施例で述べた色域拡張方法では、使用する空間を線形Lab色空間に規定することによって、計算方法を簡略化して、計算量を減少する。さらに、本実施例では、均等色空間に類似する線形Lab色空間の中で色域拡張計算を行うため、色差信号に基づく調整方法に比べて、色相のシフトを効果的に防ぎ、精度および正確性が改善され得る。

プロセス205：色域拡張ユニット104は、ユーザーが色域拡張係数入力ユニット109で自由に設定した色域拡張係数VGEを取込み、線形化Lab色空間の中でaとbに対して拡張処理を行い、 a_{new} と b_{new} を得る。計算方法は、公式(1-7)を用いる。

30

【数 8】

$$\begin{cases} a_{new} = a * VGE; \\ b_{new} = b * VGE; \end{cases} \quad \text{公式(1-7)}$$

【0027】

プロセス206：線形化Lab色空間逆変換ユニット105は、L、 a_{new} および b_{new} をXYZ空間に返還して、 X_{new} 、 Y_{new} および Z_{new} を得る。この変換は以下の公式(1-8)で行う。

40

【数 9】

$$\begin{bmatrix} X_{new} \\ Y_{new} \\ Z_{new} \end{bmatrix} = T_{Lab}^{-1} \begin{bmatrix} L \\ a_{new} \\ b_{new} \end{bmatrix} \quad \text{公式(1-8)}$$

ここで

【数 10】

$$T_{Lab}^{-1}$$

50

は、プロセス204にある T_{Lab} の逆マトリックスであるから、異なる色温度の値は、異なる
【数 1 1】

$$T_{Lab}^{-1}$$

に対応する。全ての

【数 1 2】

$$T_{Lab}^{-1}$$

は、線形化Lab色空間逆変換ユニット105のメモリーに保存される。線形化Lab色空間逆変換ユニット105は、ユーザーが設定した色温度の値によって対応する

10

【数 1 3】

$$T_{Lab}^{-1}$$

を読み取り、公式(1-8)を用いて設定色温度下の X_{new} 、 Y_{new} および Z_{new} を算出する。

【0 0 2 8】

プロセス207：広色域XYZ逆変換ユニット106は、 X_{new} 、 Y_{new} および Z_{new} をRGBシステムの刺激値 R_{new} 、 G_{new} および B_{new} に変換する。

前記プロセス207の詳しい手順は、次の通りである。

プロセス2071：広色域ディスプレイ装置のXYZ表色系逆方向変換マトリックス

【数 1 4】

20

$$\begin{bmatrix} T11 & T12 & T13 \\ T21 & T22 & T23 \\ T31 & T32 & T33 \end{bmatrix}$$

を利用する。当該マトリックスは、広色域ディスプレイ装置の三原色色度座標およびディスプレイ装置の最も白い色に対応する色温度によって決まる。計算方法は、色度関係の知識から得られる。 X_{new} 、 Y_{new} および Z_{new} を線形色データ R_{new} 、 G_{new} および B_{new} に変換する公式(1-9)は、

30

【数 1 5】

$$\begin{bmatrix} R_{new} \\ G_{new} \\ B_{new} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} T11 & T12 & T13 \\ T21 & T22 & T23 \\ T31 & T32 & T33 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_{new} \\ Y_{new} \\ Z_{new} \end{bmatrix} \quad \text{公式(1-9)}$$

である。

プロセス2072：予め決められた線形色データからRGBシステム刺激値へのルックアップテーブルを使って、 $R_{s_{new}}$ 、 $G_{s_{new}}$ および $B_{s_{new}}$ をRGBシステムの刺激値 R_{new} 、 G_{new} および B_{new} に変換する。

40

前記変換プロセスにおいて、プロセス206およびプロセス207を一つにあわせてもよい。

【0 0 2 9】

プロセス208：RGB信号出力ユニット107は、 R_{new} 、 G_{new} および B_{new} を出力する。

本実施例の色域拡張システムおよびその方法に関するすべての変換プロセスに必要なマトリックスは、予め計算してメモリーに記録しておくので、マトリックス関係の乗法演算は、わずかな線形計算だけを必要とする。さらに、本実施例に採用する計算方法において非線型計算が必要ないため、計算効率が高く、大きなデータ量のビデオ情報のリアルタイム処理への要求を満たせる。

本実施例では、入力された画素の色情報はRGB信号であるが、本発明において、例えばYCbCr信号のようなその他の信号を画素の色情報としてもよい。この点は、この分野の技術

50

者には理解されることである。

【0030】

実施例3

図2は、本発明による3つ目の実施例を示す。以下に図にあわせて、本実施例を詳しく説明する。

本実施例は、重要色という概念に関連するので、最初に重要色という概念を簡単に紹介する。

重要色とは、人間の目でよく見え比較的敏感に感知できる色である。例えば、人間の目は肌色に敏感なので、ディスプレイ技術は、優れた肌色再現能力を備えなければならない。そのため重要色管理は、ディスプレイ効果をさらに高めることができる。

重要色管理を行うためには、まず重要色および非重要色の範囲が区分されなければならない。言い換えれば、重要色の境目が決められなければならない。色は3次元の物理量であり、関心のある重要色の範囲は色空間の中で閉鎖された不規則な立体形として存在し、その境目を正しく確かめることは複雑な仕事であるため、通常は異なる色空間で（たとえばRGB空間、Lab空間、YCbCr空間）異なる判断式を採用した総合的な結果で表示する。また、確定する重要色の範囲は一つに止まらないかもしれない、各重要色の範囲の形も異なっているかもしれないので、入力した色が重要色の範囲にあるかを計算する複雑性が高くなる。

前記複雑性のため、従来のディスプレイ技術で飽和度調節を行う場合、重要色に対して有効な保護をあまり行っていないので、画面全体の飽和度は全体的に変化する。結果として、画面の中に重要色（例えば、肌色）が存在する場合、重要色（肌色）の明らかなシフトが感知される。前記課題に対して、実施例3および実施例4は、重要色管理を含む色管理方案を提供する。

【0031】

図2は、本実施例の連続調節可能である色域拡張装置の概要図を示す。当該装置は、ユーザー選択ユニット2および制御システム1を含む。当該制御システム1は、ユーザー選択ユニット2からの信号を受信し、色域拡張を行う。ユーザー選択ユニット2は、ユーザーが色温度の値を選択できる色温度選択ユニット210およびユーザーが色域拡張係数を自由に設定できる色域拡張係数入力ユニット211を含む。色温度選択ユニット210は、ユーザー選択のための例えば5400K、6500K、9300Kなどのいくつかの色温度の値を提供する。制御システム1は、RGB信号入力ユニット201、XYZ表色系順方向変換ユニット202、線形化Lab色空間順方向変換ユニット203、色度座標計算ユニット205および弱化係数計算ユニット206からなる重要色管理ユニット3、色域拡張ユニット204、線形化Lab色空間逆変換ユニット207、広色域XYZ逆変換ユニット208、RGB信号出力ユニット209を含む。前記RGB信号は、ビデオデータの画素の色情報を示すデジタル信号である。RGB信号入力ユニット201は、指定するカラーコード基準（例えばRec. ITU-R BT.709規格）に従うビデオ信号を受信して、信号の中に含まれる全ての画素ドットに赤緑青3原色の刺激値情報を組み込み、R、GおよびBを設定する。XYZ表色系順方向変換ユニット202は、R、G、B三刺激値をXYZ表色系の三刺激値に変換する。その変換プロセスは色温度によって異なる。色温度の値はユーザーが色温度選択ユニット210で選択する。線形化Lab色空間順方向変換ユニット203は、XYZ三刺激値を線形化Lab色空間のL、aおよびbへ変換する。当該変換プロセスも色温度の値により決められる。前記線形化Lab色空間の定義およびXYZ三刺激値から線形化Lab色空間への変換プロセスは“Evaluation of smoothness tonal change reproduction on multi-primary display: Comparison of color conversion algorithm, Proc. SPIE, Vol. 5289, pp. 275-283 (2004)”という科学技術論文として発表されている。本実施例の前記重要色管理ユニット3は、現在の色が重要色範囲内にあるか判断し、判断結果により弱化係数を計算することに用いられる。前記重要色管理ユニット3は、色度座標計算ユニット205および弱化係数計算ユニット206を含む。色度座標計算ユニット205は、XYZ三刺激値を色度座標システムの色度座標(x, y)に変換する。弱化係数計算ユニット206は、色度座標(x, y)が重要色範囲内にあるか判断して、判断結果によって弱化係数を算出する。色域拡張ユニット204は、

ユーザーが色域拡張係数入力ユニット211で自由に設定した値および弱化係数を受信し、aおよびbに対して色域拡張計算を行い a_{new} および b_{new} を算出する。そして、線形化Lab色空間逆変換ユニット207は、色域拡張後の a_{new} および b_{new} ならびにそのLをXYZ表色系の刺激値 X_{new} 、 Y_{new} および Z_{new} に返還する。広色域XYZ逆変換ユニット208は、 X_{new} 、 Y_{new} および Z_{new} を広色域RGBシステムの R_{new} 、 G_{new} および B_{new} に変換して、RGB信号出力ユニット209を経由して R_{new} 、 G_{new} および B_{new} 信号を出力する。

【0032】

実施例4

本発明の4番目の実施例では、連続調節可能である色域拡張方法が示される。当該方法の詳細な内容は次の通りである。

10

プロセス401：RGB信号入力ユニット201は、所定のカラーコード基準に従うビデオ信号を入力する。そのビデオ信号に含まれる全ての画素ドットに赤緑青3原色の刺激値の情報を含む、R、GおよびBを設定する。

プロセス402：ユーザーは、ユーザー選択ユニット2にある色温度選択ユニット210でいくつかの色温度の値から一つを選ぶ。

プロセス403：XYZ表色系順方向変換ユニット202は、ユーザーが選択した色温度の値によって、R、GおよびBを対応するカラーコード基準に基づいてX、YおよびZに変換する。

【0033】

前記プロセス403の具体的なプロセスは次の通りである。

プロセス4031：赤緑青3原色に対応する三つの1次元ルックアップテーブルによって、R、GおよびBを線形色データ R_s 、 G_s および B_s に変換する。変換関係は使用するカラーコード規格に従うが、例えばBT.709規格の場合、公式(2-1)を採用する。

20

【数16】

$$\begin{cases} V = 1.099M^{0.45} - 0.099 & 0.018 \leq M \leq 1 \\ V = 4.500M & 0 \leq M < 0.018 \end{cases} \quad \text{公式(2-1)}$$

ここで、Mは正規化信号強度、Vは線形化データ結果である。RGB色信号をn桁の2進法データで表示すると、 $M=R/2^n$ の場合は、 $V=R_s$ に、 $M=G/2^n$ の場合は、 $V=G_s$ に、 $M=B/2^n$ の場合は、 $V=B_s$ に対応する。R、G、B値の採用範囲は $0 \sim (2^n - 1)$ となる。すべてのV値は予め計算済みで、ルックアップテーブルの形でXYZ表色系順方向変換ユニット202のメモリーに保存される。

30

プロセス4032：XYZ表色系順方向変換ユニット202は、色温度選択ユニット210を利用して選択できるすべての色温度の値が対応する順方向変換マトリックス

【数17】

$$\begin{bmatrix} C11 & C12 & C13 \\ C21 & C22 & C23 \\ C31 & C32 & C33 \end{bmatrix},$$

40

を保存する。ユーザーが選択した色温度の値によって、XYZ表色系順方向変換ユニット202は、当該色温度の値に対応する順方向変換マトリックスを、検索して、公式(2-2)からX、YおよびZを算出する。

【数18】

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} C11 & C12 & C13 \\ C21 & C22 & C23 \\ C31 & C32 & C33 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} R_s \\ G_s \\ B_s \end{bmatrix} \quad \text{公式(2-2)}$$

例えば、ユーザーが設定した色温度が6500Kである場合、その順方向変換関係は、

【数 1 9】

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.4124 & 0.3576 & 0.1805 \\ 0.2126 & 0.7152 & 0.0722 \\ 0.0193 & 0.1192 & 0.9505 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} R_s \\ G_s \\ B_s \end{bmatrix} \quad \text{公式 (2-3)}$$

となる。

【 0 0 3 4 】

プロセス404：線形化Lab色空間順方向変換ユニット203は、公式(2-4)でX、YおよびZを線形化Lab色空間のL、aおよびbに変換する。

10

【数 2 0】

$$\begin{bmatrix} L \\ a \\ b \end{bmatrix} = T_{Lab} \cdot \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 100/Y_n & 0 \\ 500/X_n & -500/Y_n & 0 \\ 0 & 200/Y_n & -200/Z_n \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} \quad \text{公式(2-4)}$$

ここで、異なる色温度は、異なる T_{lab} に対応する。ユーザーが色温度選択ユニット210で選択し設定したすべての色温度の値は、それぞれ一つずつの T_{lab} に対応して、全ての T_{lab} は線形化Lab色空間順方向変換ユニット203の中に保存される。線形化Lab色空間順方向変換ユニット203は、ユーザーが設定した色温度の値を読み取ることによって、対応する T_{lab} を簡単に検索できる。 T_{lab} の X_n 、 Y_n および Z_n は、次のように決められ、ユーザーが設定した全ての色温度の値は対応する色度座標をもつ。例えば、ユーザーが設定した色温度の値が T_A の場合、 T_A が対応する色度座標は (x_A, y_A, z_A) となり、公式(2-5)で X_n 、 Y_n および Z_n が求められる。

20

【数 2 1】

$$\begin{cases} X_n = \frac{x_A}{y_A} \cdot 100 \\ Y_n = 100 \\ Z_n = \frac{z_A}{y_A} \cdot 100 \end{cases} \quad \text{公式(2-5)}$$

30

例えば、ユーザーが設定した色温度が6500Kである場合、その色度座標は $(0.3127, 0.3290, 0.3583)$ となり、公式(2-5)で計算すれば $(X_n, Y_n, Z_n) = (95.05, 100, 108.91)$ となる。それによって、公式(2-4)で当該色温度でのXYZ表色系から線形化Lab色空間への変換公式(2-6)が求められる。

【数 2 2】

$$\begin{bmatrix} L \\ a \\ b \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 1.0 & 0 \\ 5.2604 & -5.0 & 0 \\ 0 & 2.0 & -1.8364 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} \quad \text{公式 (2-6)}$$

40

【 0 0 3 5 】

本実施例では、線形Lab色空間で色域拡張処理を行う。線形Lab色空間は、標準Lab色空間に最も似ているものである。標準Lab色空間は、国際照明委員会CIEが定めた均等色空間であり、色管理における標準的な色空間である。均等色空間とは、空間の中の各色区間において人間の目による感知差が同じである色空間である。しかし、ビデオの色信号をLab色空間に変換するための計算方法はとても複雑で、リアルタイム処理に不向きである。本実施例で述べた色域拡張方法では、使用する空間を線形Lab色空間に規定することによって、計算方法を簡略化して、計算量を減少する。さらに、本実施例では、均等色空間に類

50

似する線形Lab色空間の中で色域拡張計算を行うため、色差信号に基づく調整方法に比べて、色相のシフトを効果的に防ぎ、精度および正確性が改善され得る。

プロセス405：色度座標計算ユニット205は、X、YおよびZから対応するRGB色度座標（x，y）を算出し、そのxおよびyは公式（2-7）から算出できる。

【数 2 3】

$$\begin{cases} x = X / (X + Y + Z) \\ y = Y / (X + Y + Z) \end{cases} \quad \text{公式(2-7)}$$

【 0 0 3 6 】

10

プロセス406：弱化係数計算ユニット206は、xおよびyを受信して、当該RGB色度座標（x，y）が、重要色の対応する色度座標であるか、およびその周囲範囲内（重要色範囲）にあるかを判断して、判断結果によって弱化係数Kを算出する。

前記プロセス406は、次のプロセス（ただし、これに限らない）により実現することができる。

まず、RGB色度座標（x，y）が、重要色範囲内にあるか判断する。その中で、重要色範囲は、以下の2種類のパターンに分けられる。重要色色度座標が3つであれば、別々に（x1，y1）、（x2，y2）、（x3，y3）として記す。

パターン1：重要色の色度座標を正方形の中心にして、一定の距離を伸ばした正方形の範囲を重要色範囲として定める。図3に示されるように、正方形の辺は、色度座標システムの座標軸に平行または垂直である。

20

パターン2：重要色の色度座標を正方形の中心にして、一定の距離を伸ばした正方形の範囲を重要色範囲として定める。図4に示されるように、正方形の辺は、色度座標システムの座標軸に45度の角となる。

【 0 0 3 7 】

パターン1を例にする場合、前記プロセス406は、次のプロセス（ただし、これに限らない）により実現することができる。

プロセス4061：図5に示されるように、重要色色度座標を中心とする実線で示される正方形で重要色の範囲が決められ、これらの正方形の辺の長さはaであり、辺の長さの半分の閾値とすると、当該閾値はa/2である。言い換えれば、重要色範囲を定めるこれらの正方形の幾何寸法は、当該閾値に限られる。

30

プロセス4062：プロセス405で算出したRGB色度座標（x，y）（図5の中のP）の位置が、色度座標システムで見つけれ、Pと記される。それから、Pから全ての重要色の色度座標への横方向と縦方向の距離が計算される。図5のように、重要色色度座標が3つである場合は、公式（2-8）により計算される。

【数 2 4】

$$\begin{cases} dx1 = |x1 - x|; dy1 = |y1 - y|; \\ dx2 = |x2 - x|; dy2 = |y2 - y|; \\ dx3 = |x3 - x|; dy3 = |y3 - y|; \end{cases} \quad \text{公式(2-8)}$$

40

プロセス4063：公式（2-9）によりd1、d2およびd3が求められる。

【数 2 5】

$$d1 = \max(dx1, dy1); d2 = \max(dx2, dy2); d3 = \max(dx3, dy3) \quad \text{公式(2-9)}$$

図5を参照して、d1、d2およびd3は、それぞれ3つの重要色の色度座標を中心にする、外側の辺がカレントRGB色度座標（x，y）を通りその辺が色度座標システムの座標軸に平行または垂直する3つの正方形（図5の中で点線部分）の辺の長さの半分である。

【 0 0 3 8 】

プロセス4064：d1、d2およびd3を比べて最も小さいものを取ってdとすれば、すなわちd

50

$=\min(d_1, d_2, d_3)$ となる。ここで、 $2d$ はプロセス4063の3つの正方形の中で辺の長さが最も短いものと同じであることが分かる。つまり、辺の長さが一番短い正方形が選ばれる。 $d_1 < d_2 < d_3$ である場合、図5に示されるように、 $2d$ は、図5でC1を中心に点線で表示される正方形の辺の長さ $2d_1$ に等しい。このようなプロセスを進める目的は、カレントRGB色度座標 (x, y) がどちらの重要色の色度座標を基にして次のプロセスに使う弱化係数 K を計算すればよいかを確認することである。

プロセス4065：弱化係数 K が次のように計算される。 d が閾値より大きいかどうか判断する。つまり、 $d > a/2$ であるか判断し、 $d > a/2$ である場合、RGB色度座標が重要色範囲外にあり、 $K=1$ 、 $d \leq a/2$ である場合、RGB色度座標が重要色範囲内にあり、 $K=2d/a$ であるとする。当然ながら、弱化係数の計算は、プロセス4063の3つの正方形の中で辺の長さが一番短い正方形（一番小さい正方形）に基づいて行われている。さらに、RGB色度座標が重要色範囲内にある場合の弱化係数の算式によって、当該弱化係数は、プロセス4063の中で一番小さい正方形の辺の長さ a と重要色範囲を示す前記閾値に限定される正方形の辺の長さとの比に等しいことが導き出される。

プロセス406のRGB色度座標 (x, y) が重要色範囲内にあるかの判断方法および弱化係数の計算方法では、図4のパターン2に定められた重要色範囲パターンによって扱ってもかまわないが、プロセス4061～プロセス4065のプロセスを次のような具体的なプロセスに変えてもよい。

【0039】

プロセス40611：図6に示されるように、実線で示される重要色色度座標を中心にする正方形は、重要色の範囲を定める。これらの正方形の対角線の長さは b であり、その長さの半分を閾値とすれば、当該閾値は $b/2$ である。言い換えれば、重要色範囲を定めるこれらの正方形の幾何寸法は、当該閾値に限られる。

プロセス40621：前記プロセス4062の過程と同じである。

プロセス40631：公式(2-10)で l_1 、 l_2 および l_3 を算出する。

【数26】

$$l_1 = dx_1 + dy_1; l_2 = dx_2 + dy_2; l_3 = dx_3 + dy_3 \quad \text{公式(2-10)}$$

図6に示されるように、 l_1 、 l_2 および l_3 は、それぞれ3つの重要色の色度座標を中心とする、外側の辺がカレントRGB色度座標 (x, y) （図6のP）を通り、その辺が色度座標システムの座標軸に対して45度の角となる3つの正方形（図6の点線部分）の対角線の長さの半分である。

プロセス40641： l_1 、 l_2 および l_3 を比べて最も小さいものを取って l とすれば、 $l = \min(l_1, l_2, l_3)$ である。ここで、 $2l$ はプロセス40631の3つの正方形の中で対角線の長さが最も短いものであることが分かる。つまり、対角線の長さが一番短い正方形が選ばれる。 $l_1 < l_2 < l_3$ であれば、図6に示すように、 $2l$ は図6でC1を中心に点線で表示される正方形の対角線の長さ $2l_1$ に等しい。このようなプロセスを進める目的は、カレントRGB色度座標 (x, y) が、どちらの重要色の色度座標を基にして次のプロセスに使う弱化係数 K を計算すればよいか確認することである。

【0040】

プロセス40651：弱化係数 K を計算するプロセスは以下の通りである。 l が閾値より大きいかが判断する。つまり、 $l > b/2$ であるか判断し、 $l > b/2$ である場合は、RGB色度座標が重要色範囲外にあり、 $K=1$ 、 $l \leq b/2$ である場合は、RGB色度座標が重要色範囲内にあり、 $K=2l/b$ であるとする。当然ながら、弱化係数 K の計算はプロセス40631の3つの正方形の中で対角線の長さが一番短い正方形（一番小さい正方形）に基づいてすすめられている。さらに、幾何学的には正方形の対角線の長さ d と正方形の辺の長さ a との比が一定であること、およびRGB色度座標が重要色範囲内にある場合の弱化係数の算式から、次の結論が得られる。RGB色度座標が重要色範囲内にある場合の弱化係数は、プロセス40631の一番小さい正方形の対角線の長さ d および重要色範囲を示す前記閾値に限定される正方形の対角線の長さ a との比に等しい。また、プロセス40631の一番小さい正方形の辺の長さ a および重要色範囲を示

す前記閾値に限定される正方形の辺の長さとの比にも等しい。

プロセス407：色域拡張ユニット204は、ユーザーが色域拡張係数入力ユニット211で自由に設定した色域拡張係数VGEを受信して、プロセス406で算出した弱化係数Kを考慮して、修正後のVGE_{new}を得る。ここで、VGE_{new}=(VGE-1)*K+1であり、線形化Lab色空間でaおよびbに対して拡張処理を行い、a_{new}およびb_{new}を求める。計算は公式(2-11)で行う。

【数27】

$$\begin{cases} a_{new} = a \cdot VGE_{new}; \\ b_{new} = b \cdot VGE_{new}; \end{cases} \quad \text{公式(2-11)}$$

10

このようにして、重要色範囲内にない色に対して、K=1であるから、VGE_{new}はVGEと同じであり、その色域拡張効果は、実施例1および/または実施例2の効果と同じである。一方、重要色範囲内にある色に対して、K<1であるから、VGE_{new}<VGEである。さらに、色度座標が重要色の色度座標に近づくほど、VGE_{new}が1に近づくため、色域拡張における重要色に対する拡張は弱化するようになる。このようにすれば、重要色の色域拡張での原色との違いをある程度減少できて、重要色を保護することができる。

【0041】

本実施例で提案した重要色管理の考え方は次のメリットがある。

- 1、同一物体の色は強度の異なる照明の下で異なる明るさを持つが、その色度座標は基本的に安定するので、色の知覚は不変であり、本実施例の色度座標は、望ましい正確性で重要色の範囲中心を記す。
- 2、本実施例では、複数の重要色範囲を簡単に設定することができ、各重要色範囲の大きさも柔軟に設定できる。
- 3、本実施例では、二次元平面で計算を行い、定義する重要色範囲の境を統一されたシンプルな幾何図形にする。正方形の形状（特に前記パターン1）により、計算方法についての記述が非常に簡潔になり、計算量を減少して、計算スピードおよびリアルタイム性能を高める。
- 4、本実施例で設定する色域拡張の弱化係数Kは、重要色の中心から外側の境目へ逐次変化する値（0から1まで）を取得するため、色域拡張の程度が非重要色と重要色との間でスムーズに遷移する。

20

30

【0042】

プロセス408：線形化Lab色空間逆変換ユニット207は、L、a_{new}およびb_{new}をXYZ表色系に返還して、X_{new}、Y_{new}およびZ_{new}を得る。変換は次の公式(2-12)で行う。

【数28】

$$\begin{bmatrix} X_{new} \\ Y_{new} \\ Z_{new} \end{bmatrix} = T_{Lab}^{-1} \begin{bmatrix} L \\ a_{new} \\ b_{new} \end{bmatrix} \quad \text{公式(2-12)}$$

ここで

【数29】

$$T_{Lab}^{-1}$$

40

は、プロセス404のT_{Lab}の逆マトリックスであるから、異なる色温度の値が対応する

【数30】

$$T_{Lab}^{-1}$$

も異なる。全ての

【数31】

$$T_{Lab}^{-1}$$

50

は、線形化Lab色空間逆変換ユニット207のメモリーに保存される。線形化Lab色空間逆変換ユニット207は、ユーザーが設定した色温度の値によって、対応する

【数 3 2】

$$T_{Lab}^{-1}$$

を読み取って、公式(2-12)により設定色温度下の X_{new} 、 Y_{new} および Z_{new} を算出する。
プロセス409：広色域XYZ逆変換ユニット208は、 X_{new} 、 Y_{new} および Z_{new} をRGBシステムの刺激値 R_{new} 、 G_{new} および B_{new} に返還する。

【0 0 4 3】

前記プロセス409は、次のプロセス（ただし、これに限らない）で実現することができ 10
る。

プロセス4091：広色域ディスプレイ装置のXYZ表色系逆方向変換マトリックス

【数 3 3】

$$\begin{bmatrix} T11 & T12 & T13 \\ T21 & T22 & T23 \\ T31 & T32 & T33 \end{bmatrix}$$

で、 X_{new} 、 Y_{new} および Z_{new} を線形色空間の R_{snew} 、 G_{snew} および B_{snew} に変換する。変換は 20
公式(2-13)で行う。当該広色域ディスプレイ装置のXYZ表色系逆方向変換マトリックス

【数 3 4】

$$\begin{bmatrix} T11 & T12 & T13 \\ T21 & T22 & T23 \\ T31 & T32 & T33 \end{bmatrix}$$

は、広色域ディスプレイ装置の三原色色度座標および当該ディスプレイ装置の最も白い色
が対応する色温度によって決められる。計算方法は色度関係の知識から得られる。

【数 3 5】

30

$$\begin{bmatrix} R_{snew} \\ G_{snew} \\ B_{snew} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} T11 & T12 & T13 \\ T21 & T22 & T23 \\ T31 & T32 & T33 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} X_{new} \\ Y_{new} \\ Z_{new} \end{bmatrix} \quad \text{公式(2-13)}$$

プロセス4092：予め決められた線形化Lab色空間刺激値からRGBシステム刺激値へのルックアップテーブルを使って、 R_{snew} 、 G_{snew} および B_{snew} をRGBシステムの刺激値 R_{new} 、 G_{new} および B_{new} に変換する。

前記プロセスにおいて、プロセス408およびプロセス409を一つにあわせてもよい。

プロセス410：RGB信号出力ユニット209は、 R_{new} 、 G_{new} および B_{new} を出力する。

40

本実施例の色域拡張システムおよびその方法に関するすべての変換プロセスに必要なマトリックスは、予め計算して、メモリーに記録しておくので、マトリックス関係の乗法演算は、わずかな線形計算のみであり、しかも本実施例に採用する計算方法には非線型計算がないため、計算効率はとても高く、大きなデータ量のビデオ情報に対するリアルタイム処理への要求を満たせる。

本実施例では、入力した画素の色情報はRGB信号であるが、本発明において、例えばYCbCr信号のようなその他の信号を画素の色情報としてもよい。この点は、この分野の技術者には理解されることである。

【0 0 4 4】

本発明の技術的効果は、次の内容を含む。

50

- 1、 本発明の色域拡張システムおよびその方法で色域拡張係数の連続調節を実現できる。
- 2、 本発明の色域拡張方法の計算方法は効率が高く、システムリソースに対する要求が低いため、大量のデータを有するビデオ信号に対するリアルタイム処理への要求を満たせる。
- 3、 本発明では線形Lab色空間で色域拡張処理を行う。それは標準Lab色空間に最も似ているものである。標準Lab色空間は国際照明委員会CIEが定めた均等色空間であり、色管理における標準的な色空間である。均等色空間とは、空間の中の各色区間において人間の目による感知差が同じである色空間である。しかし、ビデオの色信号をLab色空間に変換するための計算方法はとても複雑で、リアルタイム処理に不向きである。本発明で述べた色域拡張方法では、使用する空間を線形Lab色空間に規定することによって、計算方法を簡略化して、計算量を減少する。さらに、本発明では、均等色空間に類似する線形Lab色空間の中で色域拡張計算を行うため、色差信号に基づく調整方法に比べて、色相のシフトを効果的に防ぎ、精度および正確性が改善され得る。
- 4、 本発明の色域拡張システムおよびその方法に重要色管理のプロセスを導入して、色域拡張にあたって重要色の原色に過大な歪みを発生することがない。

10

以上、実施例の詳細説明により本発明の目的、技術方案および効果を詳しく紹介した。理解されるように、前記内容は、本発明の実施例であり、本発明を制限するものではない。本発明の精神と原則に沿って行うどのような変更、同等レベルの交替および改善などは、すべて本発明の保護範囲である。

【図 1】

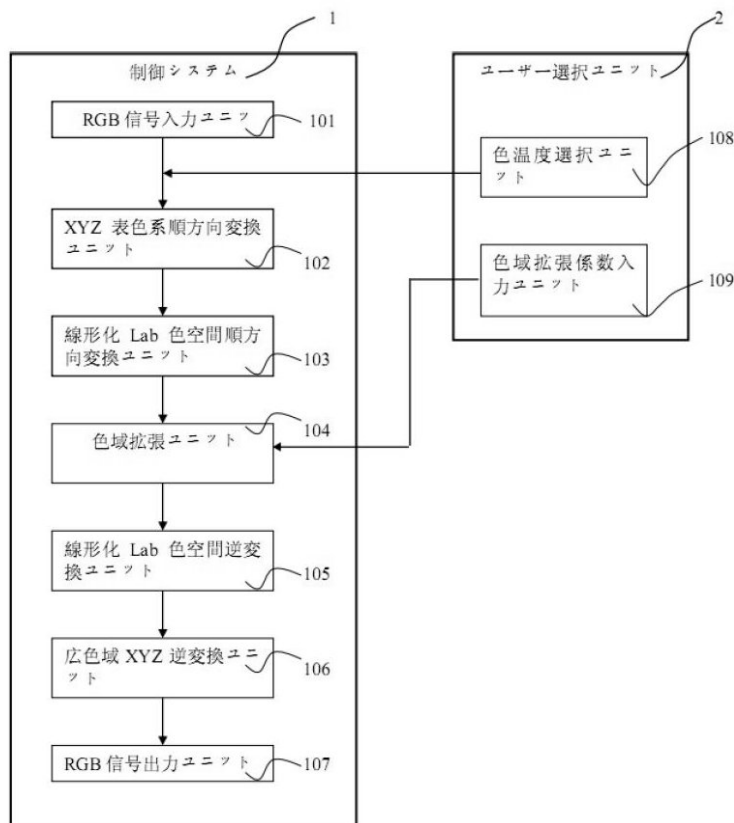


図 1

【図 2】

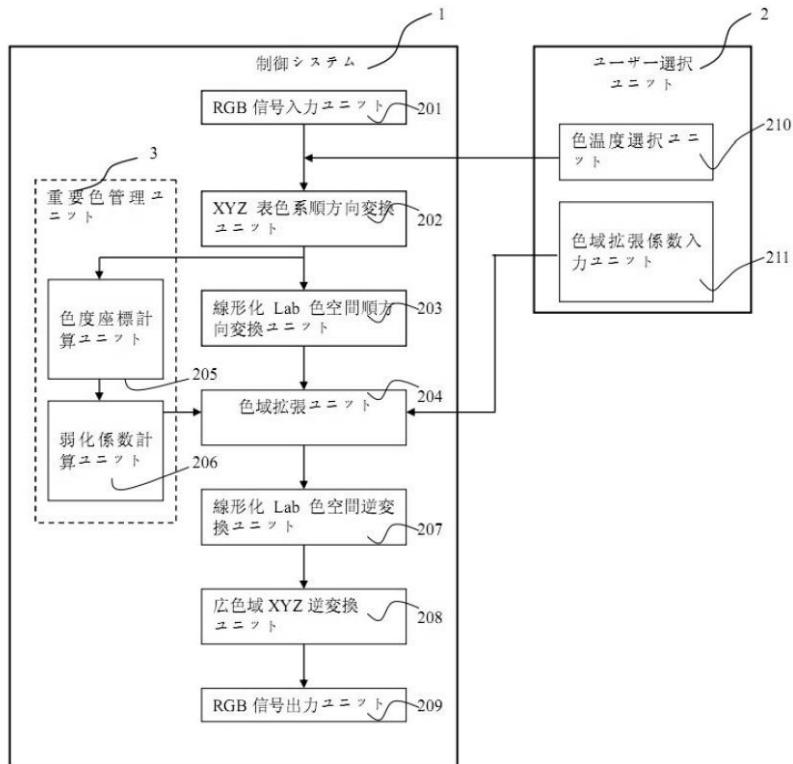


図 2

【図 3】

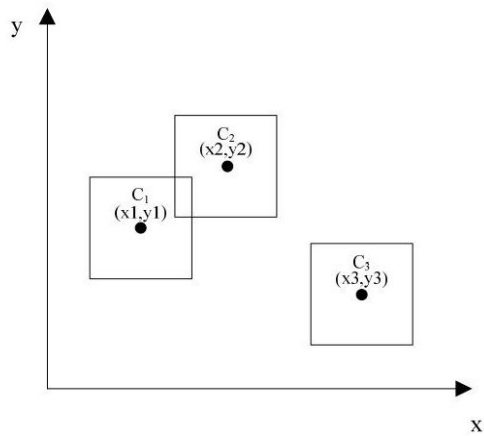


図 3

【 図 4 】

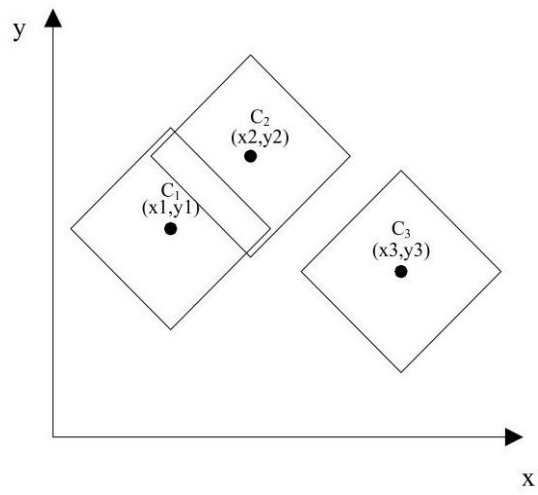


図 4

【 図 5 】

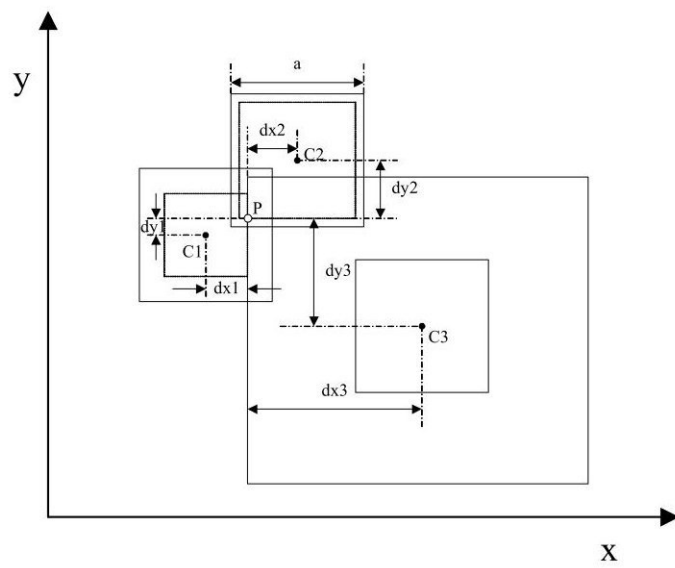


図 5

【図 6】

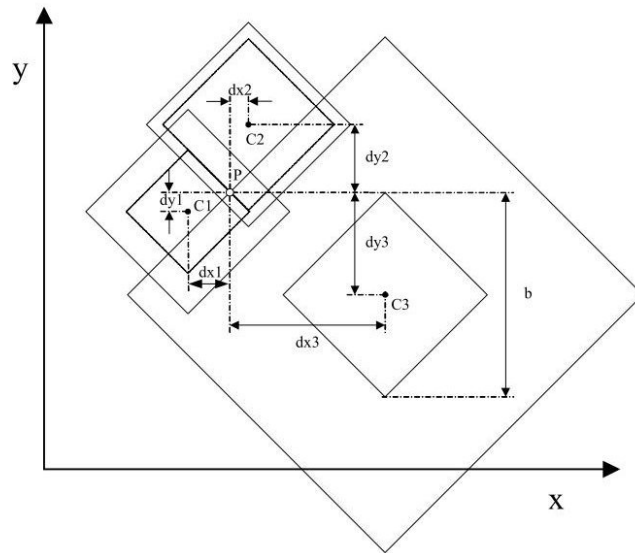


図 6

フロントページの続き

(73)特許権者 510312949

ポイボス ビジョン オプト-エレクトロニクス テクノロジー リミテッド
PHOEBUS VISION OPTO-ELECTRONICS TECHNOLOGY LTD.

中華人民共和国、北京 100094、ハイディエン ディストリクト、ヨンフェン インダストリアル ベース、ヨンジェ ノース ロード ナンバー3、モダン エンターライズ アクセラレーター、ビルディング ビー、5ス フロア
5th Floor, Building B Modern Enterprise Accelerator, Yongfeng Industrial Base, No.3 Yongjie North Road, Haidian District, Beijing 100094 China

(74)代理人 100102842

弁理士 葛和 清司

(72)発明者 チャン, ミンヨン

中華人民共和国、北京 100094、ハイディエン ディストリクト、ヨンジェ ノース ロード ナンバー3、レーザー ディスプレイ インダストリー パーク、ビルディング ビー、フロア 4-5#

(72)発明者 ワン, ヤンウェイ

中華人民共和国、北京 100094、ハイディエン ディストリクト、ヨンジェ ノース ロード ナンバー3、レーザー ディスプレイ インダストリー パーク、ビルディング ビー、フロア 4-5#

(72)発明者 ビイ, ヨン

中華人民共和国、北京 100094、ハイディエン ディストリクト、ヨンジェ ノース ロード ナンバー3、レーザー ディスプレイ インダストリー パーク、ビルディング ビー、フロア 4-5#

審査官 益戸 宏

(56)参考文献 特開2005-027161(JP, A)

特開2004-166045(JP, A)

特開平06-124329(JP, A)

特開2007-104151(JP, A)

特開平11-146219(JP, A)

特開2005-260693(JP, A)

特開2008-116941(JP, A)

特開平09-107484(JP, A)

特開2000-138948(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04N 9/64

H04N 9/04

H04N 1/40

H04N 1/46

G06T 1/00

G09G 1/00-5/00