

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号  
特許第6443857号  
(P6443857)

(45) 発行日 平成30年12月26日 (2018.12.26)

(24) 登録日 平成30年12月7日 (2018.12.7)

(51) Int.Cl.	F I
G O 6 T 5/00 (2006.01)	G O 6 T 5/00 7 4 0
H O 4 N 1/407 (2006.01)	H O 4 N 1/407
G O 9 G 5/36 (2006.01)	G O 9 G 5/36 5 2 O A
G O 9 G 5/00 (2006.01)	G O 9 G 5/00 5 5 O H
H O 4 N 5/20 (2006.01)	H O 4 N 5/20

請求項の数 21 (全 44 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2014-231639 (P2014-231639)	(73) 特許権者	000001007
(22) 出願日	平成26年11月14日 (2014.11.14)		キヤノン株式会社
(65) 公開番号	特開2016-12336 (P2016-12336A)		東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(43) 公開日	平成28年1月21日 (2016.1.21)	(74) 代理人	110002860
審査請求日	平成29年10月19日 (2017.10.19)		特許業務法人秀和特許事務所
(31) 優先権主張番号	特願2014-116603 (P2014-116603)	(74) 代理人	100085006
(32) 優先日	平成26年6月5日 (2014.6.5)		弁理士 世良 和信
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)	(74) 代理人	100100549
			弁理士 川口 嘉之
		(74) 代理人	100106622
			弁理士 和久田 純一
		(74) 代理人	100131532
			弁理士 坂井 浩一郎
		(74) 代理人	100125357
			弁理士 中村 剛

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 画像処理装置、画像処理方法、及び、プログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

表示用画像データのダイナミックレンジを調整する処理で使用される輝度レンジ値を取得する取得手段と、

第 1 画像データ、前記第 1 画像データよりもダイナミックレンジが広い第 2 画像データ、及び、前記第 1 画像データの階調値と前記第 2 画像データの階調値との対応関係を表す輝度差分データのうちの 2 つ以上のデータと、前記取得手段で取得された輝度レンジ値とを用いて、表示用画像データを生成する生成手段と、を有し、

前記生成手段は、前記取得手段で取得された輝度レンジ値が所定範囲内の値である場合に、前記取得手段で取得された輝度レンジ値が小さいほどダイナミックレンジの最大階調値が前記第 1 画像データのダイナミックレンジの最大階調値に近い表示用画像データを生成する

ことを特徴とする画像処理装置。

【請求項 2】

前記生成手段は、

前記取得手段で取得された輝度レンジ値が第 1 の値である場合に、前記第 2 画像データと同じ表示用画像データを生成し、

前記取得手段で取得された輝度レンジ値が前記第 1 の値よりも小さく且つ第 2 の値以上である場合に、前記取得手段で取得された輝度レンジ値が小さいほどダイナミックレン

ジが狭く、且つ、前記取得手段で取得された輝度レンジ値が小さいほどダイナミックレンジの最大階調値が前記第 1 画像データのダイナミックレンジの最大階調値に近い表示用画像データを生成する

ことを特徴とする請求項 1 に記載の画像処理装置。

【請求項 3】

前記生成手段は、前記取得手段で取得された輝度レンジ値が前記第 2 の値である場合に、前記第 1 画像データと同じ表示用画像データを生成する

ことを特徴とする請求項 2 に記載の画像処理装置。

【請求項 4】

前記生成手段は、前記取得手段で取得された輝度レンジ値が前記第 1 の値よりも大きい場合に、前記取得手段で取得された輝度レンジ値が大きいほどダイナミックレンジの最大階調値が大きい表示用画像データを生成する

ことを特徴とする請求項 2 または 3 に記載の画像処理装置。

【請求項 5】

前記生成手段は、前記取得手段で取得された輝度レンジ値が前記第 2 の値よりも小さい場合に、前記取得手段で取得された輝度レンジ値が小さいほどダイナミックレンジの最大階調値が小さい表示用画像データを生成する

ことを特徴とする請求項 2 ~ 4 のいずれか 1 項に記載の画像処理装置。

【請求項 6】

前記生成手段は、前記取得手段で取得された輝度レンジ値が前記第 1 の値以下且つ前記第 2 の値以上である場合に、前記取得手段で取得された輝度レンジ値に応じた重みで前記第 1 画像データの階調値と前記第 2 画像データの階調値を合成することにより、前記表示用画像データを生成する

ことを特徴とする請求項 2 ~ 5 のいずれか 1 項に記載の画像処理装置。

【請求項 7】

前記生成手段は、前記取得手段で取得された輝度レンジ値が前記第 1 の値以下且つ前記第 2 の値以上である場合に、前記取得手段で取得された輝度レンジ値が大きいほど前記第 2 画像データに近い表示用画像データが生成され、且つ、前記取得手段で取得された輝度レンジ値が小さいほど前記第 1 画像データに近い表示用画像データが生成される重みを使用する

ことを特徴とする請求項 6 に記載の画像処理装置。

【請求項 8】

前記生成手段は、

前記取得手段で取得された輝度レンジ値に応じた重みで前記第 1 画像データの階調値と前記第 2 画像データの階調値を合成することにより、合成画像データを生成し、

前記取得手段で取得された輝度レンジ値に応じた補正值を用いて前記合成画像データの階調値を補正することにより、前記表示用画像データを生成する

ことを特徴とする請求項 1 ~ 5 のいずれか 1 項に記載の画像処理装置。

【請求項 9】

前記生成手段は、前記取得手段で取得された輝度レンジ値が前記第 1 の値以下且つ前記第 2 の値以上である場合に、前記取得手段で取得された輝度レンジ値と前記第 2 画像データの階調値との組み合わせに応じた重みで前記第 1 画像データの階調値と前記第 2 画像データの階調値とを合成する処理を画素毎に行うことにより、前記表示用画像データを生成する

ことを特徴とする請求項 2 ~ 5 のいずれか 1 項に記載の画像処理装置。

【請求項 10】

前記生成手段は、

前記取得手段で取得された輝度レンジ値が前記第 1 の値である場合に、前記第 2 画像データと同じ表示用画像データが生成される重みを使用し、

前記取得手段で取得された輝度レンジ値が前記第 1 の値よりも小さく且つ前記第 2 の

10

20

30

40

50

値以上である場合に、前記第 2 画像データの画素の階調値が小さいほど当該画素の階調値が前記第 2 画像データの当該画素の階調値に近い表示用画像データが生成され、前記取得手段で取得された輝度レンジ値が大きいほど前記第 2 画像データに近い表示用画像データが生成され、且つ、前記取得手段で取得された輝度レンジ値が小さいほどダイナミックレンジの最大階調値が前記第 1 画像データのダイナミックレンジの最大階調値に近い表示用画像データが生成される重みを使用する

ことを特徴とする請求項 9 に記載の画像処理装置。

【請求項 1 1】

前記生成手段は、

前記取得手段で取得された輝度レンジ値と前記第 2 画像データの階調値との組み合わせに応じた重みで前記第 1 画像データの階調値と前記第 2 画像データの階調値とを合成する処理を画素毎に行うことにより、合成画像データを生成し、

前記取得手段で取得された輝度レンジ値に応じた補正值を用いて前記合成画像データの階調値を補正することにより、前記表示用画像データを生成する

ことを特徴とする請求項 1 ~ 5 のいずれか 1 項に記載の画像処理装置。

【請求項 1 2】

前記生成手段は、前記取得手段で取得された輝度レンジ値が大きいときに前記取得手段で取得された輝度レンジ値が小さいときに比べて大きく、且つ、前記第 2 画像データの階調値が小さいときに前記第 2 画像データの階調値が大きいときに比べて大きい重みを、前記第 2 画像データの階調値の重みとして使用して、前記合成画像データを生成する

ことを特徴とする請求項 1 1 に記載の画像処理装置。

【請求項 1 3】

前記生成手段は、

前記取得手段で取得された輝度レンジ値に基づいて前記輝度差分データが表す前記第 2 画像データの階調値を補正することにより、前記第 1 画像データの階調値と前記表示用画像データの階調値との対応関係を表す補正輝度差分データを生成し、

前記補正輝度差分データを用いて前記第 1 画像データの階調値を前記表示用画像データの階調値に変換することにより、前記表示用画像データを生成する

ことを特徴とする請求項 2 ~ 5 のいずれか 1 項に記載の画像処理装置。

【請求項 1 4】

前記生成手段は、

前記取得手段で取得された輝度レンジ値が前記第 1 の値である場合に、前記輝度差分データと同じ補正輝度差分データを生成し、

前記取得手段で取得された輝度レンジ値が前記第 1 の値よりも小さく且つ前記第 2 の値以上である場合に、前記取得手段で取得された輝度レンジ値が小さいほど前記第 1 画像データの取り得る階調値の最大値に対応する前記表示用画像データの階調値が前記最大値に近い補正輝度差分データを生成する

ことを特徴とする請求項 1 3 に記載の画像処理装置。

【請求項 1 5】

前記生成手段は、

前記取得手段で取得された輝度レンジ値に基づいて前記輝度差分データが表す前記第 1 画像データの階調値を補正することにより、前記第 2 画像データの階調値と前記表示用画像データの階調値との対応関係を表す補正輝度差分データを生成し、

前記補正輝度差分データを用いて前記第 2 画像データの階調値を前記表示用画像データの階調値に変換することにより、前記表示用画像データを生成する

ことを特徴とする請求項 2 ~ 5 のいずれか 1 項に記載の画像処理装置。

【請求項 1 6】

前記生成手段は、

前記取得手段で取得された輝度レンジ値が前記第 2 の値である場合に、前記輝度差分データと同じ補正輝度差分データを生成し、

前記取得手段で取得された輝度レンジ値が前記第2の値よりも大きく且つ前記第1の値以下である場合に、前記取得手段で取得された輝度レンジ値が大きいほど前記第2画像データの取り得る階調値の最大値に対応する前記表示用画像データの階調値が前記最大値に近く、且つ、前記取得手段で取得された輝度レンジ値が大きいほど前記第2画像データの取り得る階調値の最小値に対応する前記表示用画像データの階調値が前記最小値に近い補正輝度差分データを生成する

ことを特徴とする請求項15に記載の画像処理装置。

【請求項17】

前記取得手段は、前記第2画像データが明るいほど小さい輝度レンジ値を取得することを特徴とする請求項1～16のいずれか1項に記載の画像処理装置。

10

【請求項18】

前記第1画像データまたは前記第2画像データのシーンの切り替わりを検出する検出手段をさらに有し、

前記生成手段は、前記取得手段で取得された輝度レンジ値に基づく表示用画像データから前記第2画像データと同じ表示用画像データへ表示用画像データが徐々に変化するように、シーンの切り替わり後の各フレームの表示用画像データを生成する

ことを特徴とする請求項17に記載の画像処理装置。

【請求項19】

前記取得手段は、ユーザ操作に応じた輝度レンジ値を取得する

ことを特徴とする請求項1～16のいずれか1項に記載の画像処理装置。

20

【請求項20】

表示用画像データのダイナミックレンジを調整する処理で使用される輝度レンジ値を取得する取得ステップと、

第1画像データ、前記第1画像データよりもダイナミックレンジが広い第2画像データ、及び、前記第1画像データの階調値と前記第2画像データの階調値との対応関係を表す輝度差分データのうちの2つ以上のデータと、前記取得ステップで取得された輝度レンジ値とを用いて、表示用画像データを生成する生成ステップと、

を有し、

前記生成ステップでは、前記取得ステップで取得された輝度レンジ値が所定範囲内の値である場合に、前記取得ステップで取得された輝度レンジ値が小さいほどダイナミックレンジの最大階調値が前記第1画像データのダイナミックレンジの最大階調値に近い表示用画像データを生成する

30

ことを特徴とする画像処理方法。

【請求項21】

請求項20に記載の画像処理方法の各ステップをコンピュータに実行させるためのプログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、画像処理装置、画像処理方法、及び、プログラムに関する。

40

【背景技術】

【0002】

近年、多ビットの画像データを用いて、従来の表示画像（画面に表示された画像）よりもダイナミックレンジが広い表示画像を得るHDR（ハイダイナミックレンジ）表示が行われるようになってきている。

【0003】

ダイナミックレンジが広いHDR画像データ（多ビットの画像データ）の記録方法の1つとして、HDR画像データをベース画像データと輝度差分データに分割し、ベース画像データと輝度差分データを記録する方法が提案されている（特許文献1）。即ち、HDR画像データのデータフォーマットの1つとして、ベース画像データと輝度差分データを用

50

いたフォーマットが提案されている。

【0004】

ベース画像データは、H D R 画像データを階調圧縮（ダウンサンプリング）した少ビットの画像データである。ベース画像データは、例えば、8 b i t 階調程度の画像データである。画像データの制作者は、H D R 画像データの広いダイナミックレンジ（輝度レンジ）のうち、画像データにおいて重要な階調範囲がベース画像データのダイナミックレンジに含まれるように、ベース画像データのダイナミックレンジを決定する。

輝度差分データは、ベース画像データの階調値（輝度値）とH D R 画像データの階調値との対応関係を表すデータである。

輝度差分データを用いてベース画像データの階調値をH D R 画像データの階調値に変換することにより、H D R 画像データを得ることができる。

10

【0005】

また、画像データの内容、ユーザの好み、等に応じて、画像データのダイナミックレンジを調整する種々の技術が提案されている。

例えば、入力画像データの平均輝度レベルに基づいて、平均輝度レベルが大きいときに入力画像データの輝度レベルを下げ、平均輝度レベルが小さいときに入力画像データの輝度レベルを上げる画像表示装置が提案されている（特許文献2）。

【0006】

しかしながら、特許文献2に記載の技術を用いてH D R 画像データの輝度レベルを変更すると、H D R 画像データの高階調値が上限値に制限されることによって、表示画像に白とびが生じてしまうことがある。また、H D R 画像データの低階調値が下限値に制限されることによって、表示画像に黒つぶれが生じてしまうことがある。そして、低コントラストの表示画像が得られてしまうことがある。

20

このように、特許文献2に記載の技術を用いた場合には、ユーザにとって好ましい表示画像が得られないことがある。

ユーザ操作に応じた任意の調整値（輝度レンジ値）を用いて入力画像データのダイナミックレンジを調整する場合にも、上記課題は生じる。

【0007】

また、ダイナミックレンジがベース画像データのダイナミックレンジに近い画像データをユーザが得たい場合がある。しかしながら、従来技術（特許文献2に開示の技術を含む）では、H D R 画像データのダイナミックレンジを調整する際に、画像データとして、H D R 画像データしか使用されない。そのため、従来技術では、H D R 画像データのダイナミックレンジを調整することにより、ダイナミックレンジがベース画像データのダイナミックレンジから大きくかけ離れた画像データが得られてしまう。例えば、H D R 画像データにおいて重要な階調範囲が高階調側の階調範囲（高階調範囲）であり、且つ、ベース画像データのダイナミックレンジが高階調範囲を含む階調範囲であったとする。この場合、従来技術では、高階調範囲を把握することができず、高階調範囲を含まない階調範囲にH D R 画像データのダイナミックレンジが調整されてしまう。

30

このよう、従来技術では、ダイナミックレンジがベース画像データのダイナミックレンジに近い画像データをユーザが得たくても、ダイナミックレンジがベース画像データのダイナミックレンジから大きくかけ離れた画像データが得られてしまう。

40

【0008】

以上述べたように、従来技術では、入力画像データのダイナミックレンジを好適に調整することができない。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0009】

【特許文献1】特開2011-193511号公報

【特許文献2】特開2003-295837号公報

【発明の概要】

50

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0010】

本発明は、画像データのダイナミックレンジを好適に調整することができる技術を提供することを目的とする。

## 【課題を解決するための手段】

## 【0011】

本発明の第1の態様は、

表示用画像データのダイナミックレンジを調整する処理で使用される輝度レンジ値を取得する取得手段と、

第1画像データ、前記第1画像データよりもダイナミックレンジが広い第2画像データ、及び、前記第1画像データの階調値と前記第2画像データの階調値との対応関係を表す輝度差分データのうちの2つ以上のデータと、前記取得手段で取得された輝度レンジ値とを用いて、表示用画像データを生成する生成手段と、  
を有し、

前記生成手段は、前記取得手段で取得された輝度レンジ値が所定範囲内の値である場合に、前記取得手段で取得された輝度レンジ値が小さいほどダイナミックレンジの最大階調値が前記第1画像データのダイナミックレンジの最大階調値に近い表示用画像データを生成する

ことを特徴とする画像処理装置である。

## 【0012】

本発明の第2の態様は、

表示用画像データのダイナミックレンジを調整する処理で使用される輝度レンジ値を取得する取得ステップと、

第1画像データ、前記第1画像データよりもダイナミックレンジが広い第2画像データ、及び、前記第1画像データの階調値と前記第2画像データの階調値との対応関係を表す輝度差分データのうちの2つ以上のデータと、前記取得ステップで取得された輝度レンジ値とを用いて、表示用画像データを生成する生成ステップと、  
を有し、

前記生成ステップでは、前記取得ステップで取得された輝度レンジ値が所定範囲内の値である場合に、前記取得ステップで取得された輝度レンジ値が小さいほどダイナミックレンジの最大階調値が前記第1画像データのダイナミックレンジの最大階調値に近い表示用画像データを生成する

ことを特徴とする画像処理方法である。

## 【0013】

本発明の第3の態様は、上述した画像処理方法の各ステップをコンピュータに実行させるためのプログラムである。

## 【発明の効果】

## 【0014】

本発明によれば、画像データのダイナミックレンジを好適に調整することができる。

## 【図面の簡単な説明】

## 【0015】

【図1】実施例1に係る画像処理装置の機能構成の一例を示す図

【図2】実施例1に係る調整値処理部の機能構成の一例を示す図

【図3】実施例1に係るブレンド特性情報の一例を示す図

【図4】実施例1に係るゲイン特性情報の一例を示す図

【図5】実施例1に係る画像データとダイナミックレンジの一例を示す図

【図6】実施例2に係る調整値処理部の機能構成の一例を示す図

【図7】実施例2に係る第2ブレンド特性情報の一例を示す図

【図8】実施例2に係る輝度レンジ値とブレンド率との対応関係の一例を示す図

【図9】実施例2に係る画像データとダイナミックレンジの一例を示す図

10

20

30

40

50

【図 1 0】実施例 3 に係る画像処理装置の機能構成の一例を示す図  
【図 1 1】実施例 3 に係るルックアップテーブルの一例を示す図  
【図 1 2】実施例 3 に係る輝度差分データ変換部の処理の流れの一例を示す図  
【図 1 3】実施例 3 に係る画像データとダイナミックレンジの一例を示す図  
【図 1 4】実施例 4 に係る画像処理装置の機能構成の一例を示す図  
【図 1 5】実施例 4 に係るルックアップテーブルの一例を示す図  
【図 1 6】実施例 4 に係る第 2 輝度差分データ変換部の処理の流れの一例を示す図  
【図 1 7】実施例 5 に係る画像処理装置の機能構成の一例を示す図  
【図 1 8】実施例 5 に係るオーバーホワイト検出部の処理の流れの一例を示す図  
【図 1 9】実施例 5 に係るブレンド率決定部の処理の流れの一例を示す図  
【図 2 0】実施例 5 に係る画像データとダイナミックレンジの一例を示す図  
【図 2 1】実施例 6 に係る画像処理装置の機能構成の一例を示す図  
【図 2 2】実施例 6 に係るベース画像生成部の機能構成の一例を示す図  
【図 2 3】実施例 1 の効果を説明するための図  
【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 6】

< 実施例 1 >

以下、本発明の実施例 1 に係る画像処理装置及び画像処理方法について説明する。

なお、以下では、画像処理装置が画像表示装置である場合の例を説明するが、これに限らない。画像処理装置は、画像表示装置と別体の装置であってもよい。

なお、以下では、画像データの画素値が Y C b C r 値 ( Y 値、C b 値、及び、C r 値の組み合わせ ) であり、Y 値 ( 輝度値 ) を調整する例を説明するが、これに限らない。例えば、画像データの画素値は、R G B 値 ( R 値、G 値、及び、B 値の組み合わせ ) であってもよい。そして、R 値、G 値、及び、B 値のそれぞれが調整されてもよい。

【 0 0 1 7】

図 1 は、本実施例に係る画像処理装置 ( 画像表示装置 ) 1 0 0 の機能構成の一例を示すブロック図である。

図 1 に示すように、画像処理装置 1 0 0 は、デコード処理部 1 0 2、調整値処理部 1 0 3、ブレンド部 1 0 4、ゲイン調整部 1 0 5、表示部 1 0 6、等を有する。

なお、画像処理装置 1 0 0 が画像表示装置と別体の装置である場合には、表示部 1 0 6 は画像表示装置に設けられる。

【 0 0 1 8】

画像処理装置 1 0 0 には、H D R ファイル 1 0 1 と輝度レンジ値 Y R が入力される。

H D R ファイル 1 0 1 は、第 1 画像データと輝度差分データを含むデータファイルである。

【 0 0 1 9】

第 1 画像データは、第 2 画像データの階調圧縮 ( ダウンサンプリング ) した画像データである。第 1 画像データは、例えば、8 b i t 階調の画像データである。本実施例では、第 1 画像データを “ ベース画像データ ” と記載し、第 2 画像データを “ H D R 画像データ ” と記載する。

【 0 0 2 0】

輝度差分データは、ベース画像データの階調値と H D R 画像データの階調値との対応関係を表す輝度差分データである。輝度差分データは、例えば、輝度比率データ、輝度変換テーブルデータ、等である。輝度比率データは、画素単位 ( 又は所定数の画素からなる領域単位 ) で、ベース画像データの階調値と H D R 画像データの階調値との比率である輝度比率を表すデータである。具体的には、輝度比率データは、画素単位 ( 又は所定数の画素からなる領域単位 ) で、ベース画像データの階調値に対する H D R 画像データの階調値の比率またはその逆数を表すデータである。輝度変換テーブルデータは、ベース画像データのダイナミックレンジを拡大するレンジ拡大処理における入力階調値と出力階調値との対応関係を表すルックアップテーブルデータである。レンジ拡大処理は、ベース画像データ

で表現しきれていない輝度を再現する処理と言うこともできる。本実施例では、輝度差分データとして輝度変換テーブルデータが使用される。

【 0 0 2 1 】

ベース画像データは、例えば、トーンマップを用いてレンジ縮小処理（H D R 画像データのダイナミックレンジを縮小する画像処理）を行うことによって生成された画像データである。トーンマップは、レンジ縮小処理における入力階調値と出力階調値との対応関係を表すルックアップテーブルデータである。そして、上述した輝度変換テーブルデータは、トーンマップの入力階調値と出力階調値を入れ替えたルックアップテーブルデータである。そのため、輝度変換テーブルデータは“逆トーンマップ”と呼ぶことができる。

【 0 0 2 2 】

輝度レンジ値 Y R は、表示用画像データのダイナミックレンジを調整する処理で 사용되는調整値である。本実施例では、ユーザ操作に応じた輝度レンジ値 Y R が取得される。表示用画像データは、表示部 1 0 6（画像表示装置）に入力される画像データである。

【 0 0 2 3 】

なお、輝度差分データは、画素単位（又は所定数の画素からなる領域単位）で、ベース画像データの階調値と H D R 画像データの階調値の一方から他方を減算した差分値である輝度差分値を表すデータであってもよい。

なお、本実施例では、画像処理装置 1 0 0 の外部から H D R ファイル 1 0 1 が取得される例を説明するが、これに限らない。例えば、画像処理装置 1 0 0 は、H D R ファイル 1 0 1 を含む複数のデータを記憶する記憶部を有していてもよい。そして、記憶部から H D R ファイル 1 0 1 が取得されてもよい。例えば、ユーザ操作に応じて、記憶部が記憶している複数のデータの中から H D R ファイル 1 0 1 が選択され、選択された H D R ファイル 1 0 1 が記憶部から取得されてもよい。

【 0 0 2 4 】

デコード処理部 1 0 2 は、H D R ファイル 1 0 1 に含まれるベース画像データに、H D R ファイル 1 0 1 に含まれる逆トーンマップを用いたレンジ拡大処理を施す。それにより、H D R 画像データ（ベース画像データの元画像データ）が生成される。そして、デコード処理部 1 0 2 は、生成した H D R 画像データを出力する。

レンジ拡大処理後の画像データの階調値が表示部 1 0 6 で表示可能な階調値の上限値よりも大きい場合には、デコード処理部 1 0 2 は、上限値よりも大きい階調値を上限値に制限するリミット処理を行う。表示部 1 0 6 で表示可能な階調値は、表示部 1 0 6 に入力可能な階調値と言うこともできる。そして、レンジ拡大処理後の画像データの階調値が表示部 1 0 6 で表示可能な階調値の下限値よりも小さい場合には、デコード処理部 1 0 2 は、下限値よりも小さい階調値を下限値に制限するリミット処理を行う。レンジ拡大処理後の画像データの階調値が上限値よりも大きい場合、及び、レンジ拡大処理後の画像データの階調値が下限値よりも小さい場合には、ベース画像データにレンジ拡大処理とリミット処理を施すことにより、H D R 画像データが生成される。

【 0 0 2 5 】

調整値処理部 1 0 3、ブレンド部 1 0 4、及び、ゲイン調整部 1 0 5 により、表示用画像データが生成される。本実施例では、取得（入力）された輝度レンジ値 Y R に基づいて、輝度レンジ値 Y R が連続的に変化した際に表示用画像データのダイナミックレンジが連続的に変化するよう、表示用画像データが生成される。

【 0 0 2 6 】

調整値処理部 1 0 3 は、輝度レンジ値 Y R を取得し、取得した輝度レンジ値 Y R に応じてブレンド率 B l e n d とゲイン値 G a i n を決定する。そして、調整値処理部 1 0 3 は、決定したブレンド率 B l e n d とゲイン値 G a i n を出力する。

ブレンド率 B l e n d は、ベース画像データの階調値と H D R 画像データの階調値を合成する際の H D R 画像データの階調値の重みを表す。ベース画像データの階調値の重みは、ブレンド率 B l e n d から算出することができる。

ゲイン値 G a i n は、画像データの階調値に乗算する補正值（係数）である。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 2 7 】

なお、調整値処理部 1 0 3 では、H D R 画像データの階調値の重みではなく、ベース画像データの階調値の重みが決定されてもよい。H D R 画像データの階調値の重みと、ベース画像データの階調値の重みと、の両方が決定されてもよい。

また、補正值として、画像データの階調値に乗算する係数ではなく、画像データの階調値に加算する加算値が決定されてもよい。

## 【 0 0 2 8 】

ブレンド部 1 0 4 は、調整値処理部 1 0 3 から出力したブレンド率 B l e n d に応じて、H D R 画像データの階調値と、ベース画像データの階調値と、を合成することにより、合成画像データを生成する（ブレンド処理）。そして、ブレンド部 1 0 4 は、合成画像データを出力する。

10

## 【 0 0 2 9 】

ゲイン調整部 1 0 5 は、ブレンド部 1 0 4 から出力された合成画像データの階調値を、調整値処理部 1 0 3 から出力された補正值（ゲイン値 G a i n ）を用いて補正することにより、表示用画像データを生成する（ゲイン調整処理）。具体的には、ゲイン調整部 1 0 5 は、合成画像データの各階調値にゲイン値 G a i n を乗算することにより、表示用画像データを生成する。そして、ゲイン調整部 1 0 5 は、表示用画像データを出力する。

## 【 0 0 3 0 】

なお、表示用画像データを生成する際に行われる画像処理は、ブレンド処理とゲイン調整処理に限らない。例えば、表示用画像データを生成する際に、エッジ強調処理、ぼかし処理、補間画素生成処理、I P（インタレース - プログレッシブ）変換処理、フレームレート変換処理、等の他の画像処理がさらに実行されてもよい。

20

## 【 0 0 3 1 】

表示部 1 0 6 は、ゲイン調整部 1 0 5 から出力された表示用画像データに基づく画像を画面に表示する。表示部 1 0 6 としては、液晶表示パネル、有機 E L 表示パネル、プラズマ表示パネル、等を使用することができる。

## 【 0 0 3 2 】

本実施例では、ベース画像データの階調値を“ B I ”、H D R 画像データの階調値を“ H I ”、表示用画像データの階調値を“ P I ”と記載する。

本実施例では、表示部 1 0 6 が以下の表示能力を有する場合の例を説明する。

30

・表示画像（画面に表示された画像）の輝度の下限値が  $0.01 \text{ (cd/m}^2\text{)}$  である。

・表示画像の輝度の上限値が  $1000 \text{ (cd/m}^2\text{)}$  である。

・表示画像のコントラスト比の最大値が  $100000:1$  である。

なお、表示部 1 0 6 の表示能力は、上述した表示能力より高くても低くてもよい。

## 【 0 0 3 3 】

本実施例では、ベース画像データの取り得る階調値の最大画を“ B I \_\_ H ”または“ 1 0 0 % 白 ”と記載する。以下では、階調値 B I \_\_ H が  $1.0$  であり、1 0 0 % 白の表示輝度（画面上の輝度）が  $100 \text{ (cd/m}^2\text{)}$  である場合の例を説明する。本実施例では、1 0 0 % 白の表示輝度を“ 標準輝度 ”と記載する。

40

また、本実施例では、ベース画像データの取り得る階調値の最小値を“ B I \_\_ L ”または“ 0 . 1 % 黒 ”と記載する。以下では、階調値 B I \_\_ L が  $0.001$  であり、0 . 1 % 黒の表示輝度が  $0.1 \text{ (cd/m}^2\text{)}$  である場合の例を説明する。

## 【 0 0 3 4 】

なお、階調値 B I \_\_ H は  $1.0$  より大きくても小さくてもよいし、1 0 0 % 白の表示輝度は  $100 \text{ (cd/m}^2\text{)}$  より高くても低くてもよい。

また、階調値 B I \_\_ L は  $0.001$  より大きくても小さくてもよいし、0 . 1 % 黒の表示輝度は  $0.1 \text{ (cd/m}^2\text{)}$  より高くても低くてもよい。

## 【 0 0 3 5 】

表示輝度の上限値に対応する表示用画像データの階調値 P I \_\_ H は、以下の式 1 - 1 を

50

用いて算出することができる。表示輝度の下限値に対応する表示用画像データの階調値  $P I\_L$  は、以下の式 1 - 2 を用いて算出することができる。上述したように、本実施例では、階調値  $B I\_H$  が 1 . 0、標準輝度が 1 0 0、表示輝度の上限値が 1 0 0 0、表示輝度の下限値が 0 . 0 1 である。そのため、本実施例では、階調値  $P I\_H$  は 1 0 であり、階調値  $P I\_L$  は 0 . 0 0 0 1 である。

$$P I\_H = B I\_H \times \text{表示輝度の上限値} / \text{標準輝度} \quad \cdots \text{(式 1 - 1)}$$

$$P I\_L = B I\_H \times \text{表示輝度の下限値} / \text{標準輝度} \quad \cdots \text{(式 1 - 2)}$$

デコード処理部 1 0 2 では、各階調値が 0 . 0 0 0 1  $H I$  1 0 の値である H D R 画像データが生成される。

#### 【 0 0 3 6 】

本実施例では、階調値  $P I = 1 . 0$  よりも大きい階調値を有する画素は、1 0 0 % 白の画素の表示輝度（標準輝度）よりも高い表示輝度で表示される。本実施例では、表示画像の領域のうち、階調値  $P I$  が 1 . 0 よりも大きい領域を“オーバーホワイト領域”と記載する。

また、本実施例では、階調値  $P I = 0 . 0 0 1$  よりも小さい階調値を有する画素は、0 . 1 % 黒の画素の表示輝度よりも低い表示輝度で表示される。本実施例では、表示画像の領域のうち、階調値  $P I$  が 0 . 0 0 1 よりも小さい領域を“アンダーブラック領域”と記載する。

#### 【 0 0 3 7 】

本実施例では、表示画像（表示用画像データ）のダイナミックレンジを調整する処理を“輝度レンジ調整”と呼ぶ。本実施例では、ユーザ操作に応じて表示画像のダイナミックレンジが調整される。また、上述したように、輝度レンジ調整では、輝度レンジ値  $Y R$  が使用される。本実施例では、輝度レンジ値として 0 以上且つ 1 0 0 以下の値が使用される。また、本実施例では、輝度レンジ値の初期値として、7 5 が使用される。

なお、輝度レンジ値の上限値、下限値、及び、初期値は上述した値（0、1 0 0、及び、7 5）より小さくても大きくてもよい。

#### 【 0 0 3 8 】

調整値処理部 1 0 3 は、少なくとも以下の条件 1、2 が満たされるように、ブレンド率  $B l e n d$  とゲイン値  $G a i n$  を決定する。

条件 1：輝度レンジ値  $Y R$  が第 1 の値である場合に、H D R 画像データと同じ表示用画像データが生成される。

条件 2：輝度レンジ値  $Y R$  が第 1 の値よりも小さく且つ第 2 の値以上である場合に、輝度レンジ値  $Y R$  が小さいほどダイナミックレンジが狭く、且つ、輝度レンジ値  $Y R$  が小さいほどダイナミックレンジの最大階調値がベース画像データのダイナミックレンジの最大階調値に近い表示用画像データが生成される。

本実施例では、第 1 の値が 7 5（初期値）であり、第 2 の値が 2 5 である場合の例を説明する。

本実施例では、0  $Y R < 2 5$  を“区間 1”、2 5  $Y R \leq 7 5$  を“区間 2”、7 5  $Y R \leq 1 0 0$  を“区間 3”と記載する。

#### 【 0 0 3 9 】

なお、第 1 の値は 7 5 より大きくても小さくてもよい。また、第 2 の値は 2 5 より大きくても小さくてもよい。初期値は、第 1 の値より大きくても小さくてもよい。第 1 の値は輝度レンジ値  $Y R$  の上限値であってもよいし、第 2 の値は輝度レンジ値  $Y R$  の下限値であってもよい。

#### 【 0 0 4 0 】

調整値処理部 1 0 3、ブレンド部 1 0 4、及び、ゲイン調整部 1 0 5 の処理について、より詳細に説明する。

図 2 は、調整値処理部 1 0 3 の機能構成の一例を示すブロック図である。

図 2 に示すように、調整値処理部 1 0 3 は、ブレンド率決定部 1 0 3 1、ゲイン値決定部 1 0 3 2、等を有する。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 4 1 】

本実施例では、不図示の記憶部に、輝度レンジ値とブレンド率との対応関係を表すルックアップテーブルであるブレンド特性情報が予め記録されている。

ブレンド率決定部 1 0 3 1 は、ブレンド率特性情報から、輝度レンジ値 Y R に対応するブレンド率 B l e n d を読み出し、読み出したブレンド率 B l e n d を出力する。

なお、ブレンド特性情報は、ルックアップテーブルに限らない。例えば、ブレンド特性情報は、輝度レンジ値とブレンド率との対応関係を表す関数であってもよい。そして、ブレンド特性情報を用いて、輝度レンジ値 Y R からブレンド率 B l e n d が算出されてもよい。

## 【 0 0 4 2 】

10

また、本実施例では、不図示の記憶部に、輝度レンジ値とゲイン値との対応関係を表すルックアップテーブルであるゲイン特性情報が予め記録されている。

ゲイン値決定部 1 0 3 2 は、ゲイン特性情報から、輝度レンジ値 Y R に対応するゲイン値 G a i n を読み出し、読み出したゲイン値 G a i n を出力する。

なお、ゲイン特性情報は、ルックアップテーブルに限らない。例えば、ゲイン特性情報は、輝度レンジ値とゲイン値との対応関係を表す関数であってもよい。そして、ゲイン特性情報を用いて、輝度レンジ値 Y R からゲイン値 G a i n が算出されてもよい。

## 【 0 0 4 3 】

ブレンド部 1 0 4 は、ブレンド率決定部 1 0 3 1 から出力されたブレンド率 B l e n d に応じて、H D R 画像データの階調値と、ベース画像データの階調値と、を合成することにより、合成画像データを生成する。具体的には、以下の式 2 を用いて合成画像データの階調値 M I を算出する処理を画素毎に行うことにより、合成画像データが生成される。

20

$$M I = ( B l e n d / 1 0 0 ) \times H I + ( 1 - B l e n d / 1 0 0 ) \times B I \quad \cdots ( 式 2 )$$

## 【 0 0 4 4 】

ゲイン調整部 1 0 5 は、ブレンド部 1 0 4 から出力された合成画像データの階調値を、ゲイン値決定部 1 0 3 2 から出力されたゲイン値 G a i n を用いて補正することにより、表示用画像データを生成する。具体的には、以下の式 3 を用いて表示用画像データの階調値 P I を算出する処理を画素毎に行うことにより、表示用画像データが生成される。なお、上述したように、式 3 から得られた階調値 P I が表示部 1 0 6 で表示可能な階調値の範囲外の値である場合には、リミット処理が行われる。

30

$$P I = G a i n \times M I \quad \cdots ( 式 3 )$$

## 【 0 0 4 5 】

図 3 は、ブレンド特性情報（輝度レンジ値とブレンド率との対応関係）の一例を示す図である。

図 4 は、ゲイン特性情報（輝度レンジ値とゲイン値との対応関係）の一例を示す図である。

本実施例では、図 3 , 4 に示すブレンド特性情報とゲイン特性情報が使用される場合の例を説明する。

## 【 0 0 4 6 】

40

図 3 のブレンド特性情報では、区間 1 のブレンド率として 0（一定値）が設定されている。そして、図 4 のゲイン特性情報では、区間 1 のゲイン値として、輝度レンジ値の増加に伴って 0 . 1 から 1 . 0 に線形に増加するゲイン値が設定されている。

## 【 0 0 4 7 】

そのため、輝度レンジ値 Y R が区間 1 の値（第 2 の値（ 2 5 ）よりも小さい値）である場合には、輝度レンジ値 Y R が小さいほどダイナミックレンジの最大階調値が小さい表示用画像データが生成される。具体的には、輝度レンジ値 Y R が区間 1 の値である場合には、ブレンド率 B l e n d = 0 が使用される。それにより、ベース画像データと同じ合成画像データが生成される。そして、輝度レンジ値 Y R が区間 1 の値である場合には、輝度レンジ値 Y R の増加に伴って増加し、且つ、1 . 0 よりも小さいゲイン値 G a i n が使用さ

50

れる。それにより、輝度レンジ値  $Y_R$  が小さいほど小さい階調値を有する表示用画像データが生成される。換言すれば、輝度レンジ値  $Y_R$  が小さいほど暗い表示用画像データが生成される。また、本実施例では、輝度レンジ値  $Y_R$  が下限値である場合に、ゲイン値  $Gain = 0.1$  が使用される。それにより、ベース画像データの階調値の  $0.1$  倍の階調値を有する表示用画像データが生成される。

なお、ゲイン値の下限值は、 $0.1$  より大きくても小さくてもよい。

#### 【0048】

また、図3のブレンド特性情報では、区間2のブレンド率として、輝度レンジ値の増加に伴って0から100に線形に増加するブレンド率が設定されている。そして、図4のゲイン特性情報では、区間2のゲイン値として1.0（一定値）が設定されている。

10

#### 【0049】

そのため、輝度レンジ値  $Y_R$  が区間2の値（第2の値以上且つ第1の値以下の値）である場合には、ゲイン値  $Gain = 1.0$  が使用される。ゲイン値  $Gain = 1.0$  を使用した場合、合成画像データと同じ表示用画像データが生成される。そのため、輝度レンジ値  $Y_R$  が区間2の値である場合には、輝度レンジ値  $Y_R$  に応じた重みでベース画像データの階調値とHDR画像データの階調値を合成することにより、表示用画像データが生成される。

#### 【0050】

そして、輝度レンジ値  $Y_R$  が区間2の値である場合には、輝度レンジ値  $Y_R$  の増加に伴って0から100に増加するブレンド率  $Blend$  が使用される。それにより、輝度レンジ値  $Y_R$  が大きいほどHDR画像データに近い表示用画像データ（＝合成画像データ）が生成される。また、輝度レンジ値  $Y_R$  が小さいほどベース画像データに近い表示用画像データが生成される。具体的には、輝度レンジ値  $Y_R$  が第1の値（75）である場合には、ブレンド率  $Blend = 100$  が使用される。それにより、HDR画像データと同じ表示用画像データが生成され、条件1が満たされる。輝度レンジ値  $Y_R$  が第2の値（25）である場合には、ブレンド率  $Blend = 0$  が使用される。それにより、ベース画像データと同じ表示用画像データが生成される。そして、輝度レンジ値  $Y_R$  が第2の値より大きく且つ第1の値よりも小さい場合には、輝度レンジ値  $Y_R$  の増加に伴って連続的に増加するブレンド率  $Blend$  が使用される。そのため、表示用画像データの階調値は、輝度レンジ値  $Y_R$  の増加に伴ってベース画像データの階調値からHDR画像データの階調値に連続的に変化する。換言すれば、表示用画像データのダイナミックレンジは、輝度レンジ値  $Y_R$  の増加に伴ってベース画像データのダイナミックレンジからHDR画像データのダイナミックレンジに連続的に変化する。その結果、条件2が満たされる。

20

30

#### 【0051】

また、図3のブレンド特性情報では、区間3のブレンド率として100（一定値）が設定されている。そして、図4のゲイン特性情報では、区間3のゲイン値として、輝度レンジ値の増加に伴って1.0から10に線形に増加するゲイン値が設定されている。

#### 【0052】

そのため、輝度レンジ値  $Y_R$  が区間3の値（第1の値（75）よりも大きい値）である場合には、輝度レンジ値  $Y_R$  が大きいほどダイナミックレンジの最大階調値が大きい表示用画像データが生成される。具体的には、輝度レンジ値  $Y_R$  が区間3の値である場合には、ブレンド率  $Blend = 100$  が使用される。それにより、HDR画像データと同じ合成画像データが生成される。そして、輝度レンジ値  $Y_R$  が区間3の値である場合には、輝度レンジ値  $Y_R$  の増加に伴って増加し、且つ、1.0よりも大きいゲイン値  $Gain$  が使用される。それにより、輝度レンジ値  $Y_R$  が大きいほど大きい階調値を有する表示用画像データが生成される。換言すれば、輝度レンジ値  $Y_R$  が大きいほど明るい表示用画像データが生成される。また、本実施例では、輝度レンジ値  $Y_R$  が上限値である場合に、ゲイン値  $Gain = 10$  が使用される。それにより、HDR画像データの階調値の10倍の階調値を有する表示用画像データが生成される。

40

なお、ゲイン値の上限値は、10より大きくても小さくてもよい。

50

## 【 0 0 5 3 】

図 3 のブレンド特性情報では、輝度レンジ値の連続的な変化に伴って連続的に変化するブレンド率が設定されている。そして、図 4 のゲイン特性情報では、輝度レンジ値の連続的な変化に伴って連続的に変化するゲイン値が設定されている。

そのため、輝度レンジ値 Y R が連続的に変化した場合に、表示用画像データの明るさ、階調値、及び、ダイナミックレンジは連続的に変化する。

## 【 0 0 5 4 】

図 5 ( a ) ~ 5 ( g ) を用いて、本実施例に係る表示用画像データとそのダイナミックレンジについてより詳細に説明する。

図 5 ( a ) ~ 5 ( g ) は、本実施例に係る画像データとそのダイナミックレンジ（輝度レンジ）の一例を示す図である。図 5 ( a ) ~ 5 ( g ) において、画像データ（画像データが表す画像）に記載されている数字は、その数字が記載されている領域の階調値である。

10

図 5 ( a ) ~ 5 ( g ) は、図 3 , 4 に示す情報を使用した場合の例を示す。

## 【 0 0 5 5 】

図 5 ( a ) は、H D R 画像データとそのダイナミックレンジを示す。

図 5 ( b ) は、ベース画像データとそのダイナミックレンジを示す。

図 5 ( c ) は、輝度レンジ値 Y R = 1 0 0 のときの表示用画像データとそのダイナミックレンジを示す。

図 5 ( d ) は、輝度レンジ値 Y R = 7 5 のときの表示用画像データとそのダイナミックレンジを示す。

20

図 5 ( e ) は、輝度レンジ値 Y R = 5 0 のときの表示用画像データとそのダイナミックレンジを示す。

図 5 ( f ) は、輝度レンジ値 Y R = 2 5 のときの表示用画像データとそのダイナミックレンジを示す。

図 5 ( g ) は、輝度レンジ値 Y R = 0 のときの表示用画像データとそのダイナミックレンジを示す。

## 【 0 0 5 6 】

図 5 ( a ) ~ 5 ( g ) から、表示用画像データの階調値の上限値が 1 0 であり、表示用画像データの階調値の下限値が 0 . 0 0 0 1 であることがわかる。即ち、表示用画像データの最大ダイナミックレンジ（最大輝度レンジ）が階調値 = 0 . 0 0 0 1 ~ 1 0 のダイナミックレンジであることがわかる。最大ダイナミックレンジは、取り得るダイナミックレンジの最大レンジである。

30

図 5 ( a ) から、H D R 画像データが、最小階調値 = 0 . 0 0 0 5 且つ最大階調値 = 5 . 0 のダイナミックレンジを有していることがわかる。換言すれば、H D R 画像データの階調値が、0 . 0 0 0 5 以上且つ 5 . 0 以下の値であることがわかる。

図 5 ( b ) から、ベース画像データが、最小階調値 = 0 . 0 0 1 且つ最大階調値 = 1 . 0 のダイナミックレンジを有していることがわかる。

## 【 0 0 5 7 】

輝度レンジ値 Y R が区間 1 の値である場合には、輝度レンジ値 Y R の低下に伴い、表示用画像データのダイナミックレンジが、図 5 ( f ) に示すダイナミックレンジから図 5 ( g ) に示すダイナミックレンジへ連続的に変化する。具体的には、輝度レンジ値 Y R が小さいほど大きいシフト量でベース画像データのダイナミックレンジを低階調側にシフトしたダイナミックレンジを有する表示用画像データが生成される。その結果、輝度レンジ値 Y R の低下に伴い表示用画像データの輝度が連続的に低下する。

40

## 【 0 0 5 8 】

輝度レンジ値 Y R が区間 2 の値である場合には、輝度レンジ値 Y R の低下に伴い、表示用画像データのダイナミックレンジが、図 5 ( d ) に示すダイナミックレンジから図 5 ( f ) に示すダイナミックレンジへ連続的に変化する。図 5 ( d ) に示すダイナミックレンジは H D R 画像データのダイナミックレンジと等しく、図 5 ( f ) に示すダイナミックレ

50

レンジはベース画像データのダイナミックレンジと等しい。図5(e)に示すように、輝度レンジ値Y Rが2.5よりも大きく7.5よりも小さい場合には、HDR画像データのダイナミックレンジよりも狭く且つベース画像データのダイナミックレンジよりも広いダイナミックレンジを有する表示用画像データが生成される。具体的には、輝度レンジ値Y Rが2.5よりも大きく7.5よりも小さい場合には、以下の条件3, 4を満たすダイナミックレンジを有する表示用画像データが生成される。

条件3：最大階調値が、HDR画像データのダイナミックレンジの最大階調値よりも小さく、且つ、ベース画像データのダイナミックレンジの最大階調値よりも大きい。

条件4：最小階調値が、HDR画像データのダイナミックレンジの最小階調値よりも大きく、且つ、ベース画像データのダイナミックレンジの最小階調値よりも小さい。

【0059】

換言すれば、輝度レンジ値Y Rが区間2の値である場合には、輝度レンジ値Y Rの低下に伴い、表示用画像データのダイナミックレンジの最大階調値が、オーバーホワイト領域の階調値から100%白の階調値に連続的に低下する。そして、輝度レンジ値Y Rの低下に伴い、表示用画像データのダイナミックレンジの最小階調値が、アンダーブラック領域の階調値から0.1%黒の階調値に連続的に増加する。

【0060】

輝度レンジ値Y Rが区間3の値である場合には、輝度レンジ値Y Rの増加に伴い、表示用画像データのダイナミックレンジが、図5(d)に示すダイナミックレンジから図5(c)に示すダイナミックレンジへ連続的に変化する。具体的には、輝度レンジ値Y Rが大きいほど大きいシフト量でHDR画像データのダイナミックレンジを高階調側にシフトしたダイナミックレンジを有する表示用画像データが生成される。その結果、輝度レンジ値Y Rの増加に伴い表示用画像データの輝度が連続的に増加する。図5(c)では、ダイナミックレンジの最大階調値が上限値に制限されている。

【0061】

以上述べたように、本実施例によれば、輝度レンジ値に応じたブレンド率とゲイン値を用いて、ベース画像データとHDR画像データとから表示用画像データ生成される。具体的には、上述した条件1, 2を満たすように、表示用画像データが生成される。それにより、表示用画像データのダイナミックレンジを好適に調整することができる。具体的には、HDR画像データと同じ表示用画像データだけでなく、ベース画像データと同じ表示用画像データを得ることができる。さらに、輝度レンジ値が連続的に変化した場合に、表示用画像データのダイナミックレンジを連続的に変更することができる。

【0062】

以下、図23(a)~23(e)を用いて、本実施例の効果についてより詳細に説明する。図23(a)は、HDR画像データとそのダイナミックレンジを示す。図23(b)は、ベース画像データとそのダイナミックレンジを示す。図23(c)は、図23(a)のHDR画像データの各階調値にゲイン値=0.5を乗算することにより生成された画像データとそのダイナミックレンジを示す。図23(d)は、図23(a)のHDR画像データの階調値のうち2.5よりも大きい階調値を2.5にクリップ(制限)した画像データとそのダイナミックレンジを示す。図23(e)は、本実施例で述べた方法で生成された画像データとそのダイナミックレンジを示す。具体的には、図23(e)は、ブレンド率Blend=50とゲイン値Gain=1を用いて図23(a)のHDR画像データと図23(b)のベース画像データから生成された画像データとそのダイナミックレンジを示す。つまり、図23(c), 23(d), 23(e)に示されている画像データは、図23(a)のHDR画像データの高輝度部の輝度を互いに異なる手法でおおよそ半減した画像データである。

【0063】

HDR画像データの各階調値に0.5を乗算するという単純な手法では、高輝度領域(HDR画像データの階調値が5や2.5である領域)以外の領域の輝度がベース画像データに比べ非常に低い値に変換されてしまう。例えば、図23(c)に示すように、HDR

10

20

30

40

50

画像データの階調値 0.5 が、ベース画像データの階調値 0.5 よりも小さい階調値 0.25 に変換されてしまう。その結果、画像全体の印象がベース画像データと大きく異なる画像データが得られてしまう。

【0064】

HDR 画像データの階調値のうち 2.5 よりも大きい階調値を 2.5 にクリップするという単純な手法では、高輝度領域のコントラストが大幅に低減してしまう。例えば、図 23 (d) に示すように、HDR 画像データの階調値 5.0 と、HDR 画像データの階調値 2.5 と、の両方が階調値 2.5 に変換されてしまい、高輝度領域のコントラストが大幅に低減してしまう。その結果、画像全体の印象がベース画像データと大きく異なる画像データが得られてしまう。

10

【0065】

これに対して、本実施例の手法では、ベース画像データの特徴を考慮して画像データが生成される。具体的には、本実施例の手法では、HDR 画像データの階調値とベース画像データの階調値がブレンド率 Blend を用いて合成され、合成後の階調値にゲイン値 Gain が乗算される。それにより、図 23 (e) に示すように、高輝度領域のコントラストの低下を抑制することができると共に、画像全体の印象がベース画像データに近い画像データを得ることができる。

【0066】

以上述べたように、本実施例によれば、ゲイン調整処理のみを行う手法、リミット処理のみを行う手法、といった単純な手法と比較して、高輝度領域のコントラストが高く且つ画像全体の印象がベース画像データに近い画像データを得ることができる。

20

【0067】

なお、本実施例に係る画像データは、静止画像データであってもよいし、動画画像データであってもよい。動画画像データを処理する場合には、動画画像データのフレーム毎にベース画像データと輝度差分データを取得すればよい。輝度差分データは、動画画像データのシーン毎に取得されてもよい。そして、デコード処理部 102 では、フレーム毎に、ベース画像データと輝度差分データとから HDR 画像データが生成されればよい。フレーム毎に輝度差分データが取得される場合には、HDR 画像データを生成するために使用する輝度差分データが、フレーム毎に切り替えられればよい。シーン毎に輝度差分データが取得される場合には、HDR 画像データを生成するために使用する輝度差分データが、シーン毎に切り替えられればよい。

30

【0068】

なお、上述したように、表示部 106 の表示能力は特に限定されない。例えば、表示部 106 は以下の表示能力を有していてもよい。

- ・表示画像の輝度の下限値が  $0.01 \text{ (cd/m}^2\text{)}$  である。
- ・表示画像の輝度の上限値が  $500 \text{ (cd/m}^2\text{)}$  である。
- ・表示画像のコントラスト比の最大値が  $50000:1$  である。

この場合、階調値  $P_{I\_H}$  は 10 となり、階調値  $P_{I\_L}$  は  $0.0001$  となる。

【0069】

なお、輝度レンジ値とブレンド率の対応関係、及び、輝度レンジ値とゲイン値の対応関係は、図 3, 4 に示す対応関係に限らない。上述した条件 1, 2 が満たされれば、どのような対応関係が使用されてもよい。例えば、区間 1, 3 において、輝度レンジ値の変化に伴ってゲイン値が指数関数的に変化してもよい。区間 2 において、輝度レンジ値の変化に伴ってブレンド率が指数関数的に変化してもよい。

40

また、図 3, 4 の例では、ブレンド率とゲイン値の一方が輝度レンジ値の変化に伴って変化する場合に、ブレンド率とゲイン値の他方が一定に保たれる。即ち、輝度レンジ値の変化に伴って、ブレンド率とゲイン値が排他的に変化する。しかしながら、条件 1, 2 を満たせば、輝度レンジ値の変化に伴ってブレンド率とゲイン値の両方が変化する区間が存在していてもよい。例えば、区間 1、区間 2、及び、区間 3 のうちの少なくともいずれかの区間において、輝度レンジ値の変化に伴ってブレンド率とゲイン値の両方が変化しても

50

よい。

【 0 0 7 0 】

なお、上述したように、輝度差分データは、逆トーンマップに限らない。例えば、輝度差分データとして輝度比率データが取得され、輝度比率データを用いてH D R画像データが生成されてもよい。輝度比率データから逆トーンマップが生成され、生成された逆トーンマップを用いてH D R画像データが生成されてもよい。逆トーンマップは生成されずに、輝度比率データからH D R画像データが生成されてもよい。

【 0 0 7 1 】

なお、本実施例では、ユーザ操作に応じた輝度レンジ値を取得する例を説明したが、これに限らない。例えば、画像処理装置や画像表示装置の動作モードに応じて輝度レンジ値が決定されてもよい。具体的には、大電力モード、中電力モード、及び、小電力モードを含む複数の動作モードのいずれかが設定されてもよい。大電力モードは、画像表示装置の消費電力が大きい動作モードであり、中電力モードは、大電力モードよりも消費電力が小さい動作モードであり、小電力モードは、中電力モードよりも消費電力が小さい動作モードである。そして、大電力モードが設定されている場合に輝度レンジ値Y R = 7 5 が設定され、中電力モードが設定されている場合に輝度レンジ値Y R = 5 0 が設定され、小電力モードが設定されている場合に輝度レンジ値Y R = 2 5 が設定されてもよい。

【 0 0 7 2 】

< 実施例 2 >

以下、本発明の実施例 2 に係る画像処理装置及び画像処理方法について説明する。

実施例 1 では、区間 2 において、ベース画像データの階調値とH D R画像データの階調値を合成することにより、表示用画像データが生成される。そのため、実施例 1 では、ベース画像データの重みの増加（輝度レンジ値Y Rの低下）に伴って、低階調側の階調値が増加してしまう。換言すれば、輝度レンジ値Y Rの低下に伴って、低階調側の階調値を有する画像領域（低階調領域）の表示輝度が増加してしまう。

そこで、本実施例では、区間 2 において、輝度レンジ値Y Rに依らず、ダイナミックレンジの最小階調値がH D R画像データのダイナミックレンジの最小階調値と同じ表示用画像データを生成することができる構成について説明する。具体的には、区間 2 において、輝度レンジ値Y Rの低下に伴って表示用画像データの最小階調値が増加せず、輝度レンジ値Y Rの低下に伴って表示用画像データの最大階調値が低下するように、表示用画像データを生成することができる構成について説明する。このような構成によれば、輝度レンジ値Y Rの低下に伴う低階調領域の表示輝度の増加を抑制することができる。

以下では、実施例 1 と異なる構成や処理について詳しく説明し、実施例 1 と同様の構成や処理については説明を省略する。

本実施例に係る画像処理装置は、実施例 1（図 1）と同様の構成を有する。但し、本実施例では、調整値処理部 1 0 3 の処理が実施例 1 と異なる。

【 0 0 7 3 】

図 6 は、本実施例に係る調整値処理部 1 0 3 の機能構成の一例を示すブロック図である。

図 6 に示すように、本実施例に係る調整値処理部 1 0 3 は、第 1 ブレンド率決定部 2 0 1 1、第 2 ブレンド率決定部 2 0 1 2、ブレンド率合成部 2 0 1 3、ゲイン値決定部 2 0 1 4 を備える。

【 0 0 7 4 】

第 1 ブレンド率決定部 2 0 1 1、第 2 ブレンド率決定部 2 0 1 2、及び、ブレンド率合成部 2 0 1 3 により、ブレンド率B l e n dが決定される。本実施例では、画素毎に、輝度レンジ値Y RとH D R画像データの階調値との組み合わせに応じて、ブレンド率B l e n dが決定される。そして、ブレンド部 1 0 4 では、ブレンド率B l e n dを用いてベース画像データの階調値とH D R画像データの階調値とを合成する処理を画素毎に行うことにより、合成画像データが生成される。

【 0 0 7 5 】

本実施例では、不図示の記憶部に、輝度レンジ値と第1ブレンド率との対応関係を表すルックアップテーブルである第1ブレンド特性情報が予め記録されている。

第1ブレンド率決定部2011は、第1ブレンド特性情報から、輝度レンジ値Y Rに対応する第1ブレンド率Blend\_\_1を読み出し、読み出した第1ブレンド率Blend\_\_1を出力する。

なお、第1ブレンド特性情報は、ルックアップテーブルに限らない。例えば、第1ブレンド特性情報は、輝度レンジ値と第1ブレンド率との対応関係を表す関数であってもよい。そして、第1ブレンド特性情報を用いて、輝度レンジ値Y Rから第1ブレンド率Blend\_\_1が算出されてもよい。

【0076】

10

本実施例では、不図示の記憶部に、HDR画像データの取り得る階調値と第2ブレンド率との対応関係を表すルックアップテーブルである第2ブレンド特性情報が予め記録されている。

第2ブレンド率決定部2012は、第2ブレンド特性情報から、HDR画像データの階調値H Iに対応する第2ブレンド率Blend\_\_2を読み出し、読み出した第2ブレンド率Blend\_\_2を出力する処理を、画素毎に行う。

なお、第2ブレンド特性情報は、ルックアップテーブルに限らない。例えば、第2ブレンド特性情報は、階調値と第2ブレンド率との対応関係を表す関数であってもよい。そして、第2ブレンド特性情報を用いて、階調値H Iから第2ブレンド率Blend\_\_2が算出されてもよい。

20

【0077】

ブレンド率合成部2013は、第1ブレンド率決定部2011から出力された第1ブレンド率Blend\_\_1と、第2ブレンド率決定部2012から出力された第2ブレンド率Blend\_\_2と、を合成することにより、ブレンド率Blendを決定する。本実施例では、第1ブレンド率Blend\_\_1に第2ブレンド率Blend\_\_2を加算することにより、ブレンド率Blendが算出される。第1ブレンド率Blend\_\_1に第2ブレンド率Blend\_\_2を加算した合成ブレンド率が100よりも大きい場合には、100よりも大きい合成ブレンド率を100に制限することにより、ブレンド率Blendが決定される。そのため、ブレンド率Blendとして、0以上且つ100以下の値が得られる。そして、ブレンド率合成部2013は、決定したブレンド率Blendを出力する。

30

ブレンド率合成部2013は、ブレンド率Blendを決定して出力する処理を画素毎に行う。

【0078】

なお、ブレンド率の合成方法は上記方法に限らない。例えば、第2ブレンド率Blend\_\_2として、第1ブレンド率Blend\_\_1に乗算する値が取得されてもよい。そして、第1ブレンド率Blend\_\_1に第2ブレンド率Blend\_\_2を乗算することによりブレンド率Blendが算出されてもよい。

【0079】

ゲイン値決定部2014は、実施例1のゲイン値決定部1032と同じ処理を行う。

【0080】

40

図7は、第2ブレンド特性情報（階調値と第2ブレンド率との対応関係）の一例を示す図である。

本実施例では、第1ブレンド特性情報として実施例1（図3）のブレンド特性情報が使用され、ゲイン特性情報として実施例1（図4）のゲイン特性情報が使用される場合の例を説明する。そして、本実施例では、図7に示す第2ブレンド特性情報が使用される場合の例を説明する。

【0081】

第2ブレンド特性情報では、ベース画像データのダイナミックレンジの最小階調値0.001以下の合成画像データの階調値としてHDR画像データの階調値と同じ階調値が得られるように、第2ブレンド率が設定されている。図7の例では、HDR画像データの階

50

調値  $H I = 0.001$  以下の階調範囲の第 2 ブレンド率として  $100\%$  (一定値) が設定されている。階調値  $H I = 0.001$  以上且つ階調値  $H I = 0.1$  以下の階調範囲に対して、階調値の増加に伴って  $100\%$  から  $0\%$  に線形に減少する第 2 ブレンド率が設定されている。そして、階調値  $H I = 0.001$  以上の階調範囲の第 2 ブレンド率として  $0\%$  (一定値) が設定されている。

#### 【0082】

図 3 に示す第 1 ブレンド特性情報と、図 7 に示す第 2 ブレンド特性情報と、を用いた場合の、輝度レンジ値  $Y R$  とブレンド率  $B l e n d$  との対応関係の一例を、図 8 に示す。図 8 には、3 つの階調値  $H I = 0.001, 0.01, 0.1$  について対応関係が示されている。

10

#### 【0083】

HDR 画像データの階調値  $H I = 0.001$  の画素に対しては第 2 ブレンド率として  $100\%$  が得られる。そのため、図 8 の一点鎖線で示すように、階調値  $H I = 0.001$  の画素に対しては、輝度レンジ値  $Y R$  に拘らず、ブレンド率  $B l e n d$  として常に  $100\%$  が得られる。

階調値  $H I = 0.01$  の画素に対しては第 2 ブレンド率として  $50\%$  が得られる。そのため、図 8 の破線で示すように、階調値  $H I = 0.01$  の画素に対しては、輝度レンジ値  $Y R$  が区間 1 の値であるときのブレンド率  $B l e n d$  として  $50\%$  が得られる。

そして、階調値  $H I = 0.1$  の画素に対しては第 2 ブレンド率として  $0\%$  が得られる。そのため、図 8 の実線で示すように、階調値  $H I = 0.1$  の画素に対しては、実施例 1 と同じブレンド率  $B l e n d$  が得られる。

20

#### 【0084】

したがって、HDR 画像データの階調値  $H I = 0.001$  以下の画素については、合成画像データの階調値として、輝度レンジ値に拘らず、階調値  $H I$  と同じ値が設定される。そして、 $0.001 < \text{階調値 } H I < 0.1$  の画素については、輝度レンジ値  $Y R$  が小さい場合に、合成画像データの階調値として、実施例 1 よりも小さい (暗い) 階調値が設定される。そして、階調値  $H I = 0.1$  以上の画素については、合成画像データの階調値として、実施例 1 と同じ階調値が設定される。

#### 【0085】

輝度レンジ値の区間 1 ~ 3 のそれぞれにおける処理について説明する。

30

#### 【0086】

輝度レンジ値  $Y R$  が区間 1 の値 (第 2 の値 (25) よりも小さい値) である場合には、輝度レンジ値  $Y R$  が小さいほどダイナミックレンジの最大階調値が小さい表示用画像データが生成される。

具体的には、輝度レンジ値  $Y R$  が区間 1 の値である場合には、図 8 に示すように、HDR 画像データの画素の階調値が小さいほど大きいブレンド率  $B l e n d$  が使用される。それにより、以下の条件 5, 6 を満たすように、合成画像データが生成される。

条件 5: HDR 画像データの画素の階調値が小さいほど当該画素の階調値が HDR 画像データの当該画素の階調値に近い合成画像データが生成される。

条件 6: HDR 画像データの画素の階調値が大きいほど当該画素の階調値がベース画像データの当該画素の階調値に近い合成画像データが生成される。

40

そして、輝度レンジ値  $Y R$  が区間 1 の値である場合には、実施例 1 と同様に、輝度レンジ値  $Y R$  の増加に伴って増加し、且つ、 $1.0$  よりも小さいゲイン値  $G a i n$  が使用される。それにより、輝度レンジ値  $Y R$  が小さいほど小さい階調値を有する表示用画像データが生成される。

#### 【0087】

輝度レンジ値  $Y R$  が区間 2 の値 (第 2 の値以上且つ第 1 の値以下の値) である場合には、実施例 1 と同様に、ゲイン値  $G a i n = 1.0$  が使用される。そのため、輝度レンジ値  $Y R$  が区間 2 の値である場合には、合成画像データと同じ表示用画像データが生成される。即ち、輝度レンジ値  $Y R$  と HDR 画像データの階調値との組み合わせに応じた重みで

50

ース画像データの階調値とH D R画像データの階調値とを合成する処理を画素毎に行うことにより、表示用画像データが生成される。

【 0 0 8 8 】

輝度レンジ値Y Rが第1の値( 7 5 )である場合には、H D R画像データの階調値H Iに拘らず、ブレンド率B l e n d = 1 0 0が使用される。それにより、H D R画像データと同じ表示用画像データ( = 合成画像データ )が生成され、条件1が満たされる。

そして、輝度レンジ値Y Rが第1の値よりも小さく且つ第2の値以上である場合には、輝度レンジ値Y Rの増加に伴って1 0 0 %まで連続的に増加し、且つ、階調値H Iの低下に伴って1 0 0 %まで連続的に増加するブレンド率B l e n dが使用される。また、H D R画像データの取り得る階調値の最小値と、輝度レンジ値Y Rの下限值と、の組み合わせに対応するブレンド率B l e n dとして、0 %が使用される。それにより、実施例1で述べた上限2と、以下の条件7 , 8と、を満たすように、表示用画像データ( = 合成画像データ )が生成される。条件2 , 7 , 8が満たされることにより、実施例1で述べた条件1も満たされる。

条件7 : H D R画像データの画素の階調値が小さいほど当該画素の階調値がH D R画像データの当該画素の階調値に近い表示用画像データが生成される。

条件8 : 輝度レンジ値Y Rが大きいほどH D R画像データに近い表示用画像データが生成される。

【 0 0 8 9 】

輝度レンジ値Y Rが区間3の値( 第1の値( 7 5 )よりも大きい値 )である場合には、輝度レンジ値Y Rが大きいほどダイナミックレンジの最大階調値が大きい表示用画像データが生成される。

具体的には、輝度レンジ値Y Rが区間3の値である場合には、実施例1と同様に、H D R画像データの階調値H Iに拘らず、ブレンド率B l e n d = 1 0 0が使用される。それにより、H D R画像データと同じ合成画像データが生成される。

そして、輝度レンジ値Y Rが区間3の値である場合には、輝度レンジ値Y Rの増加に伴って増加し、且つ、1 . 0よりも大きいゲイン値G a i nが使用される。それにより、輝度レンジ値Y Rが大きいほど大きい階調値を有する表示用画像データが生成される。

【 0 0 9 0 】

図9 ( a ) ~ 9 ( g )を用いて、本実施例に係る表示用画像データとそのダイナミックレンジについてより詳細に説明する。

図9 ( a ) ~ 9 ( g )は、本実施例に係る画像データとそのダイナミックレンジ( 輝度レンジ )の一例を示す図である。図9 ( a ) ~ 9 ( g )において、画像データ( 画像データが表す画像 )に記載されている数字は、その数字が記載されている領域の階調値である。

図9 ( a ) ~ 9 ( g )は、図3 , 4 , 7に示す情報を使用した場合の例を示す。

【 0 0 9 1 】

図9 ( a )は、H D R画像データとそのダイナミックレンジを示す。

図9 ( b )は、ベース画像データとそのダイナミックレンジを示す。

図9 ( c )は、輝度レンジ値Y R = 1 0 0のときの表示用画像データとそのダイナミックレンジを示す。

図9 ( d )は、輝度レンジ値Y R = 7 5のときの表示用画像データとそのダイナミックレンジを示す。

図9 ( e )は、輝度レンジ値Y R = 5 0のときの表示用画像データとそのダイナミックレンジを示す。

図9 ( f )は、輝度レンジ値Y R = 2 5のときの表示用画像データとそのダイナミックレンジを示す。

図9 ( g )は、輝度レンジ値Y R = 0のときの表示用画像データとそのダイナミックレンジを示す。

【 0 0 9 2 】

10

20

30

40

50

図9(a)~9(g)から、表示用画像データの階調値の上限値が10であり、表示用画像データの階調値の下限値が0.0001であることがわかる。

図9(a)から、HDR画像データが、最小階調値=0.0005且つ最大階調値=5.0のダイナミックレンジを有していることがわかる。

図9(b)から、ベース画像データが、最小階調値=0.001且つ最大階調値=1.0のダイナミックレンジを有していることがわかる。

#### 【0093】

輝度レンジ値Y<sub>R</sub>が区間1の値である場合には、輝度レンジ値Y<sub>R</sub>の低下に伴い、表示用画像データのダイナミックレンジが、図9(f)に示すダイナミックレンジから図9(g)に示すダイナミックレンジへ連続的に変化する。具体的には、輝度レンジ値Y<sub>R</sub>が小さいほど大きいシフト量で図9(f)に示すダイナミックレンジを低階調側にシフトしたダイナミックレンジを有する表示用画像データが生成される。その結果、輝度レンジ値Y<sub>R</sub>の低下に伴い表示用画像データの輝度が連続的に低下する。図9(g)では、ダイナミックレンジの最小階調値が下限値に制限されている。

#### 【0094】

輝度レンジ値Y<sub>R</sub>が区間2の値である場合には、輝度レンジ値Y<sub>R</sub>の低下に伴い、表示用画像データのダイナミックレンジが、図9(d)に示すダイナミックレンジから図9(f)に示すダイナミックレンジへ連続的に変化する。図9(d)に示すダイナミックレンジはHDR画像データのダイナミックレンジと等しい。そして、図9(f)に示すダイナミックレンジの最大階調値はベース画像データのダイナミックレンジの最大階調値と等しく、図9(f)に示すダイナミックレンジの最小階調値はHDR画像データのダイナミックレンジの最小階調値と等しい。図9(e)に示すように、輝度レンジ値Y<sub>R</sub>が25よりも大きく75よりも小さい場合には、HDR画像データのダイナミックレンジよりも狭く且つベース画像データのダイナミックレンジよりも広いダイナミックレンジを有する表示用画像データが生成される。具体的には、輝度レンジ値Y<sub>R</sub>が25よりも大きく75よりも小さい場合には、以下の条件9, 10を満たすダイナミックレンジを有する表示用画像データが生成される。

条件9：最大階調値が、HDR画像データのダイナミックレンジの最大階調値よりも小さく、且つ、ベース画像データのダイナミックレンジの最大階調値よりも大きい。

条件10：最小階調値が、HDR画像データのダイナミックレンジの最小階調値と等しい。

#### 【0095】

換言すれば、輝度レンジ値Y<sub>R</sub>が区間2の値である場合には、輝度レンジ値Y<sub>R</sub>の低下に伴い、表示用画像データのダイナミックレンジの最大階調値が、HDR画像データのダイナミックレンジの最大階調値から100%白の階調値に連続的に低下する。そして、そして、輝度レンジ値Y<sub>R</sub>に拘らず、表示用画像データのダイナミックレンジの最小階調値として、HDR画像データのダイナミックレンジの最小階調値と同じ値が設定される。これは、HDR画像データの階調値が小さいほど大きい第2ブレンド率Blend<sub>2</sub>が取得されることに起因する。

それにより、輝度レンジ値Y<sub>R</sub>が連続的に変化した場合に、HDR画像データと同じ階調値から、ベース画像データに非常に近い階調値まで、表示用画像データの高階調領域の階調値を連続的に変更することができる。高階調領域は、高階調側の階調値を有する画像領域である。表示用画像データのダイナミックレンジの最大階調値と同じ階調値を有する画素については、HDR画像データと同じ階調値から、ベース画像データと同じ階調値まで、表示用画像データの階調値を連続的に変更することができる。

さらに、輝度レンジ値Y<sub>R</sub>の低下に伴う低階調領域の階調値の増加を抑制することができる。

#### 【0096】

輝度レンジ値Y<sub>R</sub>が区間3の値である場合には、輝度レンジ値Y<sub>R</sub>の増加に伴い、表示用画像データのダイナミックレンジが、図9(d)に示すダイナミックレンジから図9(g)に示すダイナミックレンジへ連続的に変化する。具体的には、輝度レンジ値Y<sub>R</sub>が増加するほど大きいシフト量で図9(d)に示すダイナミックレンジを高階調側にシフトしたダイナミックレンジを有する表示用画像データが生成される。その結果、輝度レンジ値Y<sub>R</sub>の増加に伴い表示用画像データの輝度が連続的に増加する。図9(g)では、ダイナミックレンジの最大階調値が上限値に制限されている。

c) に示すダイナミックレンジへ連続的に変化する。具体的には、輝度レンジ値 Y R が大きいほど大きいシフト量で H D R 画像データのダイナミックレンジを高階調側にシフトしたダイナミックレンジを有する表示用画像データが生成される。その結果、輝度レンジ値 Y R の増加に伴い表示用画像データの輝度が連続的に増加する。図 9 ( c ) では、ダイナミックレンジの最大階調値が上限値に制限されている。

【 0 0 9 7 】

以上述べたように、本実施例によれば、実施例 1 で述べた条件 1 , 2 を満たすように、表示用画像データが生成される。さらに、本実施例によれば、表示用画像データを生成する際に、輝度レンジ値と H D R 画像データの階調値との組み合わせに応じたブレンド率を使用される。それにより、表示用画像データのダイナミックレンジを好適に調整することができる。具体的には、H D R 画像データと同じ表示用画像データだけでなく、高階調領域の階調値がベース画像データの階調値に非常に近い表示用画像データを得ることができる。また、輝度レンジ値の低下に伴う低階調領域の階調値の増加を抑制することができる。さらに、輝度レンジ値が連続的に変化した場合に、表示用画像データのダイナミックレンジを連続的に変更することができる。

10

【 0 0 9 8 】

なお、輝度レンジ値と第 1 ブレンド率の対応関係、階調値と第 2 ブレンド率の対応関係、及び、輝度レンジ値とゲイン値の対応関係は、図 3 , 4 , 7 に示す対応関係に限らない。上述した条件 1 , 2 が満たされれば、どのような対応関係が使用されてもよい。

なお、輝度差分データは、逆トーンマップに限らない。例えば、輝度差分データは輝度比率データであってもよい。

20

【 0 0 9 9 】

< 実施例 3 >

以下、本発明の実施例 3 に係る画像処理装置及び画像処理方法について説明する。

実施例 1 , 2 では、ベース画像データと H D R 画像データを用いて表示用画像データを生成する例を説明した。

本実施例では、ベース画像データと輝度差分データを用いて表示用画像データを生成する例を説明する。

【 0 1 0 0 】

図 1 0 は、本実施例に係る画像処理装置 3 0 0 の機能構成の一例を示すブロック図である。

30

図 1 0 に示すように、画像処理装置 3 0 0 は、表示部 1 0 6、輝度差分データ変換部 3 0 1、画像変換部 3 0 2、等を有する。

なお、図 1 0 において、実施例 1 ( 図 1 ) と同じ機能部及びデータには実施例 1 と同じ符号を付し、その説明は省略する。

【 0 1 0 1 】

画像処理装置 3 0 0 には、実施例 1 と同様に、H D R ファイル 1 0 1 と輝度レンジ値 Y R が入力される。

本実施例では、実施例 1 と同様に、H D R ファイル 1 0 1 に含まれている輝度差分データが逆トーンマップである場合の例を説明する。

40

【 0 1 0 2 】

輝度差分データ変換部 3 0 1 と画像変換部 3 0 2 により、ベース画像データ、輝度差分データ、及び、輝度レンジ値 Y R に基づいて、表示用画像データが生成される。

輝度差分データ変換部 3 0 1 は、輝度レンジ値 Y R に基づいて輝度差分データが表す H D R 画像データの階調値を補正することにより、ベース画像データの階調値と表示用画像データの階調値との対応関係を表す補正輝度差分データを生成する。換言すれば、輝度差分データ変換部 3 0 1 は、輝度レンジ値 Y R に基づいて輝度差分データを補正輝度差分データ ( 変換輝度差分データ ) に変換する。そして、輝度差分データ変換部 3 0 1 は、変換輝度差分データ ( 変換逆トーンマップ ) を出力する。

画像変換部 3 0 2 は、輝度差分データ変換部 3 0 1 から出力された変換逆トーンマップ

50

を用いてベース画像データの階調値を表示用画像データの階調値に変換することにより、表示用画像データを生成する。換言すれば、画像変換部 302 は、変換逆トーンマップを用いてベース画像データを表示用画像データに変換する。そして、画像変換部 302 は、表示用画像データを出力する。

#### 【0103】

輝度差分データ変換部 301 の処理についてより詳細に説明する。

本実施例では、不図示の記憶部に、複数のルックアップテーブル（ベース画像データの階調値と表示用画像データの階調値との対応関係を表すルックアップテーブル）が予め記録されている。

そして、予め用意された複数のルックアップテーブルと、HDRファイル 101 に含まれている逆トーンマップと、を用いて、変換逆トーンマップが生成される。

10

#### 【0104】

本実施例では、図 11 に示す 3 つのルックアップテーブル LUT1 ~ LUT3 が予め用意されている場合の例を説明する。図 11 には、HDRファイル 101 に含まれている逆トーンマップ LUT0 も図示されている。

本実施例では、LUT0 ~ 3 を用いて、変換逆トーンマップ LUT4 が生成される。

なお、予め用意されるルックアップテーブルの数は 3 つより多くてもよい。

#### 【0105】

輝度レンジ値 YR が第 1 の値 (75) である場合には、LUT0 と同じ LUT4 が生成される。そのため、輝度レンジ値 YR が第 1 の値 (75) である場合には、HDR画像データと同じ表示用画像データが生成される。

20

LUT0 と同じ LUT4 を用いた場合には、ベース画像データの階調値 BI = 0.001 は、表示用画像データの階調値 PI = 0.0001 に変換される。階調値 BI = 1.0 は、階調値 PI = 5.0 に変換される。そして、階調値 BI の増加に伴って階調値 PI が線形に増加するように、階調値 BI が階調値 PI に変換される。階調値 BI = 0.001 は、ベース画像データの取り得る階調値の最小値であり、階調値 BI = 1.0 は、ベース画像データの取り得る階調値の最大値である。階調値 PI = 0.0001 は、HDR画像データの取り得る階調値の最小値であり、階調値 PI = 5.0 は、HDR画像データの取り得る階調値の最大値である。

以後、ベース画像データの取り得る階調値の最小値を“ベース最小値”と記載し、ベース画像データの取り得る階調値の最大値を“ベース最大値”と記載する。また、HDR画像データの取り得る階調値の最小値を“HDR最小値”と記載し、HDR画像データの取り得る階調値の最大値を“HDR最大値”と記載する。

30

#### 【0106】

輝度レンジ値 YR が 100 である場合には、LUT1 と同じ LUT4 が生成される。

LUT1 と同じ LUT4 を用いた場合には、階調値 BI = 1.0 に対応する階調値 PI として、HDR最大値 (階調値 HI = 5.0) よりも大きい階調値 PI が得られる。具体的には、ベース最大値よりも小さい所定の階調値まで階調値 BI が増加したときに階調値 PI が上限値に達するように、階調値 BI の増加に伴って階調値 PI が増加する。より具体的には、0.001 階調値 BI 0.5 の階調範囲では、階調値 BI の増加に伴って階調値 PI が 0.001 から 10 (上限値) まで線形に増加するように、階調値 BI が階調値 PI に変換される。そして、0.5 階調値 BI の階調範囲では、階調値 BI が階調値 PI = 10 (上限値) に変換される。

40

#### 【0107】

輝度レンジ値 YR が第 2 の値 (25) である場合には、LUT2 と同じ LUT4 が生成される。

LUT2 と同じ LUT4 を用いた場合には、階調値 BI = 0.001 は、階調値 PI = 0.0001 に変換される。階調値 BI = 1.0 は、階調値 PI = 1.0 に変換される。即ち、階調値 BI = 1.0 に対応する階調値 PI として、ベース最大値と等しい階調値 PI が得られる。そして、階調値 BI の増加に伴って階調値 PI が線形に増加するように、

50

階調値 B I が階調値 P I に変換される。

【 0 1 0 8 】

輝度レンジ値 Y R が 0 である場合には、L U T 3 と同じ L U T 4 が生成される。

L U T 3 と同じ L U T 4 を用いた場合には、階調値 B I = 0 . 0 0 1 は、階調値 P I = 0 . 0 0 0 1 に変換される。階調値 B I = 1 . 0 は、階調値 P I = 0 . 1 に変換される。即ち、階調値 B I = 1 . 0 に対応する階調値 P I として、ベース最大値よりも小さい階調値 P I が得られる。そして、階調値 B I の増加に伴って階調値 P I が線形に増加するように、階調値 B I が階調値 P I に変換される。

【 0 1 0 9 】

H D R 最小値は、表示用画像データの階調値の下限值である可能性が高い。そして、表示用画像データの階調値の上限値と下限値、及び、画像処理装置に入力される画像データ（ベース画像データ）のダイナミックレンジは、予め把握することができる。そのため、それらの情報を用いることにより、L U T 1 ~ L U T 3 を予め生成することができる。

なお、複数のルックアップテーブル（ベース画像データの階調値と表示用画像データの階調値との対応関係を表すルックアップテーブル）は予め用意されていなくてもよい。例えば、逆トーンマップ L U T 0 から、ベース画像データのダイナミックレンジと、H D R 画像データのダイナミックレンジと、が把握されてもよい。そして、ベース画像データのダイナミックレンジ、H D R 画像データのダイナミックレンジ、及び、表示用画像データの階調値の上限値と下限値、に基づいて、複数のルックアップテーブルが生成されてもよい。それにより、H D R 画像データのダイナミックレンジやベース画像データのダイナミックレンジが変化する場合において、より好ましい複数のルックアップテーブルを生成することが可能となる。

【 0 1 1 0 】

図 1 2 を用いて、輝度差分データ変換部 3 0 1 の処理の流れの一例について説明する。図 1 2 は、輝度差分データ変換部 3 0 1 の処理の流れの一例を示すフローチャートである。

【 0 1 1 1 】

まず、輝度差分データ変換部 3 0 1 が、第 1 の値（ 7 5 ） < 輝度レンジ値 Y R 1 0 0 であるか否かを判断する（ S 3 0 1 1 ）。即ち、輝度レンジ値 Y R が区間 3 の値であるか否かが判断される。輝度レンジ値 Y R が区間 3 の値である場合には、S 3 0 1 2 に処理が進められ、輝度レンジ値 Y R が区間 3 の値でない場合には、S 3 0 1 4 に処理が進められる。

【 0 1 1 2 】

S 3 0 1 2 では、輝度差分データ変換部 3 0 1 が、L U T 0 と L U T 1 を選択する。そして、S 3 0 1 3 に処理が進められる。

S 3 0 1 3 では、輝度差分データ変換部 3 0 1 が、輝度レンジ値 Y R に応じた重みで L U T 0 と L U T 1 を合成することにより、L U T 4 を生成する。具体的には、以下の式 4 を用いて L U T 4 が生成される。

L U T 4 =

$$\left( (YR - 75) / 25 \right) \times LUT1 + \left( (100 - YR) / 25 \right) \times LUT0 \quad \cdots (式4)$$

【 0 1 1 3 】

S 3 0 1 4 では、輝度差分データ変換部 3 0 1 が、第 2 の値（ 2 5 ） 輝度レンジ値 Y R 第 1 の値（ 7 5 ）であるか否かを判断する。即ち、輝度レンジ値 Y R が区間 2 の値であるか否かが判断される。輝度レンジ値 Y R が区間 2 の値である場合には、S 3 0 1 5 に処理が進められ、輝度レンジ値 Y R が区間 2 の値でない場合には、S 3 0 1 7 に処理が進められる。

【 0 1 1 4 】

S 3 0 1 5 では、輝度差分データ変換部 3 0 1 が、L U T 0 と L U T 2 を選択する。そして、S 3 0 1 6 に処理が進められる。

S 3 0 1 6 では、輝度差分データ変換部 3 0 1 が、輝度レンジ値 Y R に応じた重みで L U T 0 と L U T 2 を合成することにより、L U T 4 を生成する。具体的には、以下の式 5 を用いて L U T 4 が生成される。

$$L U T 4 = ( ( Y R - 2 5 ) / 5 0 ) \times L U T 0 + ( ( 7 5 - Y R ) / 5 0 ) \times L U T 2 \quad \cdots ( 式 5 )$$

#### 【 0 1 1 5 】

S 3 0 1 7 では、輝度差分データ変換部 3 0 1 が、0 輝度レンジ値 Y R < 第 2 の値 ( 2 5 ) であると判断し、L U T 2 と L U T 3 を選択する。即ち、S 3 0 1 7 では、輝度レンジ値 Y R が区間 1 の値であると判断され、L U T 2 と L U T 3 が選択される。そして、S 3 0 1 8 に処理が進められる。

10

S 3 0 1 8 では、輝度差分データ変換部 3 0 1 が、輝度レンジ値 Y R に応じた重みで L U T 2 と L U T 3 を合成することにより、L U T 4 を生成する。具体的には、以下の式 6 を用いて L U T 4 が生成される。

$$L U T 4 = ( Y R / 2 5 ) \times L U T 2 + ( ( 2 5 - Y R ) / 2 5 ) \times L U T 3 \quad \cdots ( 式 6 )$$

#### 【 0 1 1 6 】

画像変換部 3 0 2 では、以下の式 7 を用いて、ベース画像データの階調値 B I が表示用画像データの階調値 P I に変換される。式 7 において、L U T 4 ( x ) の x は、L U T 4 の入力階調値である。

20

$$P I = L U T 4 ( B I ) \quad \cdots ( 式 7 )$$

#### 【 0 1 1 7 】

このように、本実施例では、予め用意された複数の L U T と、H D R ファイル 1 0 1 に含まれている L U T ( 逆トーンマップ ) と、の中から 2 つの L U T ( 第 1 L U T と第 2 L U T ) が選択される。そして、輝度レンジ値 Y R に応じた重みで第 1 L U T と第 2 L U T を合成することにより、L U T 4 ( 変換逆トーンマップ ) が生成される。

#### 【 0 1 1 8 】

それにより、L U T 4 として、第 1 L U T、第 2 L U T、または、中間 L U T を生成することができる。中間 L U T は、第 1 L U T の変換特性 ( 階調値 B I の変化に対する階調値 P I の変化を表す特性 ) と、第 2 L U T の変換特性と、の間の変換特性を有する L U T である。

30

#### 【 0 1 1 9 】

輝度レンジ値 Y R が区間 1 の値である場合には、以下の条件 1 1 , 1 2 を満たす変換逆トーンマップが生成される。

条件 1 1 : ベース最大値に対応する表示用画像データの階調値が H D R 画像データの取り得る階調値の最大値よりも小さい。

条件 1 2 : 輝度レンジ値 Y R が小さいほどベース最大値に対応する表示用画像データの階調値が小さい。

#### 【 0 1 2 0 】

40

輝度レンジ値 Y R が区間 2 の値である場合には、輝度レンジ値 Y R が小さいほどベース最大値に対応する表示用画像データの階調値がベース最大値に近い逆トーンマップが生成される。なお、輝度レンジ値 Y R が第 1 の値 ( 7 5 ) である場合には、H D R ファイル 1 0 1 に含まれている逆トーンマップと同じ変換逆トーンマップが生成される。

#### 【 0 1 2 1 】

輝度レンジ値 Y R が区間 3 の値である場合には、以下の条件 1 3 , 1 4 を満たす変換逆トーンマップが生成される。

条件 1 3 : ベース最大値に対応する表示用画像データの階調値が H D R 最大値以上である。

条件 1 4 : 輝度レンジ値 Y R が大きいほどベース最大値に対応する表示用画像データの

50

階調値が大きい。

【 0 1 2 2 】

図 1 3 ( a ) ~ 1 3 ( g ) を用いて、本実施例に係る表示用画像データとそのダイナミックレンジについてより詳細に説明する。

図 1 3 ( a ) ~ 1 3 ( g ) は、本実施例に係る画像データとそのダイナミックレンジ（輝度レンジ）の一例を示す図である。図 1 3 ( a ) ~ 1 3 ( g ) において、画像データ（画像データが表す画像）に記載されている数字は、その数字が記載されている領域の階調値である。

図 1 3 ( a ) ~ 1 3 ( g ) は、図 1 1 に示す L U T を使用した場合の例を示す。

【 0 1 2 3 】

図 1 3 ( a ) は、H D R 画像データとそのダイナミックレンジを示す。

図 1 3 ( b ) は、ベース画像データとそのダイナミックレンジを示す。

図 1 3 ( c ) は、輝度レンジ値  $Y R = 100$  のときの表示用画像データとそのダイナミックレンジを示す。

図 1 3 ( d ) は、輝度レンジ値  $Y R = 75$  のときの表示用画像データとそのダイナミックレンジを示す。

図 1 3 ( e ) は、輝度レンジ値  $Y R = 50$  のときの表示用画像データとそのダイナミックレンジを示す。

図 1 3 ( f ) は、輝度レンジ値  $Y R = 25$  のときの表示用画像データとそのダイナミックレンジを示す。

図 1 3 ( g ) は、輝度レンジ値  $Y R = 0$  のときの表示用画像データとそのダイナミックレンジを示す。

【 0 1 2 4 】

図 1 3 ( a ) ~ 1 3 ( g ) から、表示用画像データの階調値の上限値が 10 であり、表示用画像データの階調値の下限値が 0 . 0001 であることがわかる。

図 1 3 ( a ) から、H D R 画像データが、最小階調値 = 0 . 0005 且つ最大階調値 = 5 . 0 のダイナミックレンジを有していることがわかる。

図 1 3 ( b ) から、ベース画像データが、最小階調値 = 0 . 001 且つ最大階調値 = 1 . 0 のダイナミックレンジを有していることがわかる。

【 0 1 2 5 】

輝度レンジ値  $Y R$  が区間 1 の値である場合には、輝度レンジ値  $Y R$  の低下に伴い、表示用画像データのダイナミックレンジが、図 1 3 ( f ) に示すダイナミックレンジから図 1 3 ( g ) に示すダイナミックレンジへ連続的に変化する。具体的には、輝度レンジ値  $Y R$  の低下に伴い、表示用画像データのダイナミックレンジの最大階調値が、100% 白の階調値から連続的に低下する。そして、輝度レンジ値  $Y R$  に拘らず、表示用画像データのダイナミックレンジの最小階調値として、H D R 画像データのダイナミックレンジの最小階調値と同じ値が設定される。その結果、輝度レンジ値  $Y R$  の低下に伴い表示用画像データの輝度が連続的に低下する。

【 0 1 2 6 】

輝度レンジ値  $Y R$  が区間 2 の値である場合には、輝度レンジ値  $Y R$  の低下に伴い、表示用画像データのダイナミックレンジが、図 1 3 ( d ) に示すダイナミックレンジから図 1 3 ( f ) に示すダイナミックレンジへ連続的に変化する。図 1 3 ( d ) に示すダイナミックレンジは H D R 画像データのダイナミックレンジと等しい。そして、図 1 3 ( f ) に示すダイナミックレンジの最大階調値はベース画像データのダイナミックレンジの最大階調値と等しく、図 1 3 ( f ) に示すダイナミックレンジの最小階調値は H D R 画像データのダイナミックレンジの最小階調値と等しい。図 1 3 ( e ) に示すように、輝度レンジ値  $Y R$  が 25 よりも大きく 75 よりも小さい場合には、H D R 画像データのダイナミックレンジよりも狭く且つベース画像データのダイナミックレンジよりも広いダイナミックレンジを有する表示用画像データが生成される。具体的には、輝度レンジ値  $Y R$  が 25 よりも大きく 75 よりも小さい場合には、以下の条件 15 , 16 を満たすダイナミックレンジを有

10

20

30

40

50

する表示用画像データが生成される。

条件 15：最大階調値が、H D R 画像データのダイナミックレンジの最大階調値よりも小さく、且つ、ベース画像データのダイナミックレンジの最大階調値よりも大きい。

条件 16：最小階調値が、H D R 画像データのダイナミックレンジの最小階調値と等しい。

#### 【 0 1 2 7 】

換言すれば、輝度レンジ値 Y R が区間 2 の値である場合には、輝度レンジ値 Y R の低下に伴い、表示用画像データのダイナミックレンジの最大階調値が、H D R 画像データのダイナミックレンジの最大階調値から 1 0 0 % 白の階調値に連続的に低下する。そして、そして、輝度レンジ値 Y R に拘らず、表示用画像データのダイナミックレンジの最小階調値として、H D R 画像データのダイナミックレンジの最小階調値と同じ値が設定される。

10

それにより、輝度レンジ値 Y R が連続的に変化した場合に、H D R 画像データと同じ階調値から、ベース画像データに非常に近い階調値まで、表示用画像データの高階調領域の階調値を連続的に変更することができる。表示用画像データのダイナミックレンジの最大階調値と同じ階調値を有する画素については、H D R 画像データと同じ階調値から、ベース画像データと同じ階調値まで、表示用画像データの階調値を連続的に変更することができる。

さらに、輝度レンジ値 Y R の低下に伴う低階調領域の階調値の増加を抑制することができる。

#### 【 0 1 2 8 】

20

輝度レンジ値 Y R が区間 3 の値である場合には、輝度レンジ値 Y R の増加に伴い、表示用画像データのダイナミックレンジが、図 1 3 ( d ) に示すダイナミックレンジから図 1 3 ( c ) に示すダイナミックレンジへ連続的に変化する。具体的には、輝度レンジ値 Y R の増加に伴い、表示用画像データのダイナミックレンジの最大階調値が、H D R 画像データのダイナミックレンジの最大階調値から連続的に増加する。そして、輝度レンジ値 Y R に拘らず、表示用画像データのダイナミックレンジの最小階調値として、H D R 画像データのダイナミックレンジの最小階調値と同じ値が設定される。その結果、輝度レンジ値 Y R の増加に伴い表示用画像データの輝度が連続的に増加する。

#### 【 0 1 2 9 】

以上述べたように、本実施例によれば、輝度レンジ値 Y R に応じて輝度差分データが補正輝度差分データに補正される。そして、補正輝度差分データを用いてベース画像データが表示用画像データに変換される。それにより、表示用画像データのダイナミックレンジを好適に調整することができる。

30

#### 【 0 1 3 0 】

なお、逆トーンマップと複数のルックアップテーブルは、図 1 1 に示す L U T 0 ~ 4 に限らない。実施例 1 で述べた条件 1 , 2 が満たされれば、どのような変換特性を有するルックアップテーブル（逆トーンマップを含む）が使用されてもよい。逆トーンマップと複数のルックアップテーブルが示す階調値 B I と階調値 P I の対応関係は、階調値 B I の増加に伴って階調値 P I が非線形に増加する対応関係であってもよい。

なお、輝度差分データの補正方法は、上述した方法に限らない。例えば、複数の L U T を用いずに、輝度差分データを輝度レンジ値 Y R に応じた補正值で補正することにより、補正輝度差分データが生成されてもよい。

40

なお、輝度差分データは、逆トーンマップに限らない。例えば、輝度差分データは輝度比率データであってもよい。

#### 【 0 1 3 1 】

##### < 実施例 4 >

以下、本発明の実施例 4 に係る画像処理装置及び画像処理方法について説明する。

実施例 3 では、ベース画像データと輝度差分データを用いて表示用画像データを生成する例を説明した。

本実施例では、H D R 画像データと輝度差分データを用いて表示用画像データを生成す

50

る例を説明する。

【 0 1 3 2 】

図 1 4 は、本実施例に係る画像処理装置 4 0 0 の機能構成の一例を示すブロック図である。

図 1 4 に示すように、画像処理装置 4 0 0 は、デコード処理部 1 0 2、表示部 1 0 6、第 1 輝度差分データ変換部 4 0 1、第 2 輝度差分データ変換部 4 0 2、画像変換部 4 0 3、等を有する。

なお、図 1 4 において、実施例 1（図 1）と同じ機能部及びデータには実施例 1 と同じ符号を付し、その説明は省略する。

【 0 1 3 3 】

画像処理装置 4 0 0 には、実施例 1 と同様に、H D R ファイル 1 0 1 と輝度レンジ値 Y R が入力される。

本実施例では、実施例 1 と同様に、H D R ファイル 1 0 1 に含まれている輝度差分データ（第 1 輝度差分データ）が逆トーンマップである場合の例を説明する。

【 0 1 3 4 】

第 1 輝度差分データ変換部 4 0 1 は、第 1 輝度差分データの入力階調値と出力階調値を入れ替えることにより、第 2 輝度差分データを生成する。そして、第 1 輝度差分データ変換部 4 0 1 は、第 2 輝度差分データを出力する。本実施例では、逆トーンマップがトーンマップに変換される。

なお、画像処理装置 4 0 0 には、H D R ファイル 1 0 1 ではなく、H D R 画像データと第 2 輝度差分データとを含むデータファイルが入力されてもよい。その場合には、デコード処理部 1 0 2 と第 1 輝度差分データ変換部 4 0 1 は不要となる。

【 0 1 3 5 】

第 2 輝度差分データ変換部 4 0 2 と画像変換部 4 0 3 により、H D R 画像データ、第 2 輝度差分データ、及び、輝度レンジ値 Y R に基づいて、表示用画像データが生成される。

第 2 輝度差分データ変換部 4 0 2 は、輝度レンジ値 Y R に基づいて第 2 輝度差分データが表すベース画像データの階調値を補正することにより、H D R 画像データの階調値と表示用画像データの階調値との対応関係を表す補正輝度差分データを生成する。換言すれば、第 2 輝度差分データ変換部 4 0 2 は、輝度レンジ値 Y R に基づいて第 2 輝度差分データを補正輝度差分データ（変換輝度差分データ）に変換する。そして、第 2 輝度差分データ変換部 4 0 2 は、変換輝度差分データ（変換トーンマップ）を出力する。

画像変換部 4 0 3 は、第 2 輝度差分データ変換部 4 0 2 から出力された変換トーンマップを用いて H D R 画像データの階調値を表示用画像データの階調値に変換することにより、表示用画像データを生成する。換言すれば、画像変換部 4 0 3 は、変換トーンマップを用いて H D R 画像データを表示用画像データに変換する。そして、画像変換部 4 0 3 は、表示用画像データを出力する。

【 0 1 3 6 】

第 2 輝度差分データ変換部 4 0 2 の処理についてより詳細に説明する。

本実施例では、不図示の記憶部に、複数のルックアップテーブル（H D R 画像データの階調値と表示用画像データの階調値との対応関係を表すルックアップテーブル）が予め記録されている。

そして、予め用意された複数のルックアップテーブルと、第 1 輝度差分データ変換部 4 0 2 で生成されたトーンマップと、を用いて、変換トーンマップが生成される。

【 0 1 3 7 】

本実施例では、図 1 5 に示す 3 つのルックアップテーブル L U T 6 ~ L U T 8 が予め用意されている場合の例を説明する。図 1 5 には、第 1 輝度差分データ変換部 4 0 2 で生成されたトーンマップ L U T 5 も図示されている。

本実施例では、L U T 5 ~ 8 を用いて、変換トーンマップ L U T 9 が生成される。

なお、予め用意されるルックアップテーブルの数は 3 つより多くてもよい。

【 0 1 3 8 】

10

20

30

40

50

輝度レンジ値  $Y_R$  が第 2 の値 ( 2 5 ) である場合には、 $LUT5$  と同じ  $LUT9$  が生成される。そのため、輝度レンジ値  $Y_R$  が第 2 の値 ( 2 5 ) である場合には、ベース画像データと同じ表示用画像データが生成される。

$LUT5$  と同じ  $LUT9$  を用いた場合には、 $HDR$  画像データの階調値  $H_I = 0.0001$  は、表示用画像データの階調値  $P_I = 0.0001$  に変換される。階調値  $H_I = 1.0$  は、階調値  $P_I = 1.0$  に変換される。そして、階調値  $H_I$  の増加に伴って階調値  $P_I$  が線形に増加するように、階調値  $H_I$  が階調値  $P_I$  に変換される。階調値  $H_I = 0.0001$  は、 $HDR$  最小値であり、階調値  $H_I = 1.0$  は、 $HDR$  最大値であり、表示用画像データの階調値の上限値である。階調値  $P_I = 0.0001$  は、ベース最小値であり、階調値  $P_I = 1.0$  は、ベース最大値である。

10

#### 【 0 1 3 9 】

輝度レンジ値  $Y_R$  が 1 0 0 である場合には、 $LUT6$  と同じ  $LUT9$  が生成される。

$LUT6$  と同じ  $LUT9$  を用いた場合には、 $HDR$  最大値よりも小さい所定の階調値まで階調値  $H_I$  が増加したときに階調値  $P_I$  が上限値に達するように、階調値  $H_I$  の増加に伴って階調値  $P_I$  が増加する。具体的には、0.0001 階調値  $H_I$  1.0 の階調範囲では、階調値  $H_I$  の増加に伴って階調値  $P_I$  が 0.0001 から 1.0 ( 上限値 ) まで線形に増加するように、階調値  $H_I$  が階調値  $P_I$  に変換される。そして、1.0 階調値  $H_I$  の階調範囲では、階調値  $H_I$  が階調値  $P_I = 1.0$  ( 上限値 ) に変換される。

#### 【 0 1 4 0 】

輝度レンジ値  $Y_R$  が第 1 の値 ( 7 5 ) である場合には、 $LUT7$  と同じ  $LUT9$  が生成される。

20

$LUT7$  と同じ  $LUT9$  を用いた場合には、階調値  $H_I = 0.0001$  は、階調値  $P_I = 0.0001$  に変換される。階調値  $H_I = 1.0$  は、階調値  $P_I = 1.0$  に変換される。そして、階調値  $H_I$  の増加に伴って階調値  $H_I$  が線形に増加するように、階調値  $H_I$  が階調値  $P_I$  に変換される。即ち、 $LUT7$  と同じ  $LUT9$  を用いた場合には、階調値  $H_I$  は変換されず、階調値  $P_I$  として階調値  $H_I$  と同じ値が得られる。そのため、 $LUT7$  と同じ  $LUT9$  を用いた場合には、 $HDR$  画像データと同じ表示用画像データが生成される。

#### 【 0 1 4 1 】

輝度レンジ値  $Y_R$  が 0 である場合には、 $LUT8$  と同じ  $LUT9$  が生成される。

$LUT8$  と同じ  $LUT9$  を用いた場合には、階調値  $H_I = 0.0001$  は、階調値  $P_I = 0.0001$  に変換される。階調値  $H_I = 1.0$  は、階調値  $P_I = 0.1$  に変換される。即ち、階調値  $H_I = 1.0$  に対応する階調値  $P_I$  として、ベース最大値よりも小さい階調値  $P_I$  が得られる。そして、階調値  $H_I$  の増加に伴って階調値  $P_I$  が線形に増加するように、階調値  $H_I$  が階調値  $P_I$  に変換される。

30

#### 【 0 1 4 2 】

$HDR$  最小値は、表示用画像データの階調値の下限値である可能性が高く、 $HDR$  最大値は、表示用画像データの階調値の上限値である可能性が高い。ベース最大値は、所定値 ( 1.0 ) である可能性が高い。そして、表示用画像データの階調値の上限値と下限値は、予め把握することができる。そのため、それらの情報を用いることにより、 $LUT6 \sim LUT8$  を予め生成することができる。

40

なお、複数のルックアップテーブル (  $HDR$  画像データの階調値と表示用画像データの階調値との対応関係を表すルックアップテーブル ) は予め用意されていなくてもよい。例えば、トーンマップ  $LUT5$  から、ベース画像データのダイナミックレンジと、 $HDR$  画像データのダイナミックレンジと、が把握されてもよい。そして、ベース画像データのダイナミックレンジ、 $HDR$  画像データのダイナミックレンジ、及び、表示用画像データの階調値の上限値と下限値、に基づいて、複数のルックアップテーブルが生成されてもよい。それにより、 $HDR$  画像データのダイナミックレンジやベース画像データのダイナミックレンジが変化する場合において、より好ましい複数のルックアップテーブルを生成することが可能となる。

#### 【 0 1 4 3 】

50

図16を用いて、第2輝度差分データ変換部402の処理の流れの一例について説明する。図16は、第2輝度差分データ変換部402の処理の流れの一例を示すフローチャートである。

#### 【0144】

まず、第2輝度差分データ変換部402が、第1の値(75) < 輝度レンジ値YR 100であるか否かを判断する(S4021)。即ち、輝度レンジ値YRが区間3の値であるか否かが判断される。輝度レンジ値YRが区間3の値である場合には、S4022に処理が進められ、輝度レンジ値YRが区間3の値でない場合には、S4024に処理が進められる。

#### 【0145】

S4022では、第2輝度差分データ変換部402が、LUT6とLUT7を選択する。そして、S4023に処理が進められる。

S4023では、第2輝度差分データ変換部402が、輝度レンジ値YRに応じた重みでLUT6とLUT7を合成することにより、LUT9を生成する。具体的には、以下の式8を用いてLUT9が生成される。

$$\begin{aligned} \text{LUT9} = \\ ((YR - 75) / 25) \times \text{LUT6} + ((100 - YR) / 25) \times \text{LUT7} \\ \dots (\text{式8}) \end{aligned}$$

#### 【0146】

S4024では、第2輝度差分データ変換部402が、第2の値(25) 輝度レンジ値YR 第1の値(75)であるか否かを判断する。即ち、輝度レンジ値YRが区間2の値であるか否かが判断される。輝度レンジ値YRが区間2の値である場合には、S4025に処理が進められ、輝度レンジ値YRが区間2の値でない場合には、S4027に処理が進められる。

#### 【0147】

S4025では、第2輝度差分データ変換部402が、LUT5とLUT7を選択する。そして、S4026に処理が進められる。

S4026では、第2輝度差分データ変換部402が、輝度レンジ値YRに応じた重みでLUT5とLUT7を合成することにより、LUT9を生成する。具体的には、以下の式9を用いてLUT9が生成される。

$$\begin{aligned} \text{LUT9} = \\ ((YR - 25) / 50) \times \text{LUT7} + ((75 - YR) / 50) \times \text{LUT5} \\ \dots (\text{式9}) \end{aligned}$$

#### 【0148】

S4027では、第2輝度差分データ変換部402が、0 輝度レンジ値YR < 第2の値(25)であると判断し、LUT5とLUT8を選択する。即ち、S4027では、輝度レンジ値YRが区間1の値であると判断され、LUT5とLUT8が選択される。そして、S4028に処理が進められる。

S4028では、第2輝度差分データ変換部402が、輝度レンジ値YRに応じた重みでLUT5とLUT8を合成することにより、LUT9を生成する。具体的には、以下の式10を用いてLUT9が生成される。

$$\begin{aligned} \text{LUT9} = \\ (YR / 25) \times \text{LUT5} + ((25 - YR) / 25) \times \text{LUT8} \\ \dots (\text{式10}) \end{aligned}$$

#### 【0149】

画像変換部302では、以下の式11を用いて、HDR画像データの階調値HIが表示用画像データの階調値PIに変換される。式11において、LUT9(x)のxは、LUT9の入力階調値である。

$$PI = \text{LUT9}(HI) \dots (\text{式11})$$

#### 【0150】

10

20

30

40

50

このように、本実施例では、予め用意された複数のLUTと、第1輝度差分データ変換部402で生成されたLUT(トーンマップ)と、の中から2つのLUT(第1LUTと第2LUT)が選択される。そして、輝度レンジ値Y<sub>R</sub>に応じた重みで第1LUTと第2LUTを合成することにより、LUT9(変換トーンマップ)が生成される。

それにより、LUT9として、第1LUT、第2LUT、または、中間LUTを生成することができる。

#### 【0151】

輝度レンジ値Y<sub>R</sub>が区間1の値である場合には、以下の条件17, 18を満たす変換トーンマップが生成される。

条件17: HDR最大値に対応する表示用画像データの階調値がベース最大値よりも小さい。

条件18: 輝度レンジ値Y<sub>R</sub>が小さいほどHDR最大値に対応する表示用画像データの階調値が小さい。

#### 【0152】

輝度レンジ値Y<sub>R</sub>が区間2の値である場合には、以下の条件19, 20を満たす変換トーンマップが生成される。なお、輝度レンジ値Y<sub>R</sub>が第2の値(25)である場合には、第1輝度差分データ変換部402で生成されたトーンマップと同じ変換トーンマップが生成される。

条件19: 輝度レンジ値Y<sub>R</sub>が大きいほどHDR最大値に対応する表示用画像データの階調値がHDR最大値に近い。

条件20: 輝度レンジ値Y<sub>R</sub>が大きいほどHDR最小値に対応する表示用画像データの階調値がHDR最小値に近い。

#### 【0153】

輝度レンジ値Y<sub>R</sub>が区間3の値である場合には、以下の条件21, 22を満たす変換逆トーンマップが生成される。

条件21: HDR最大値に対応する表示用画像データの階調値がHDR最大値以上である。

条件22: 輝度レンジ値Y<sub>R</sub>が大きいほどHDR最大値に対応する表示用画像データの階調値が大きい。

#### 【0154】

以上述べたように、本実施例によれば、輝度レンジ値Y<sub>R</sub>に応じて輝度差分データ(第2輝度差分データ)が補正輝度差分データに補正される。そして、補正輝度差分データを用いてHDR画像データが表示用画像データに変換される。それにより、表示用画像データのダイナミックレンジを好適に調整することができる。

#### 【0155】

なお、トーンマップと複数のルックアップテーブルは、図15に示すLUT5~8に限らない。実施例1で述べた条件1, 2が満たされれば、どのような変換特性を有するルックアップテーブル(トーンマップを含む)が使用されてもよい。トーンマップと複数のルックアップテーブルが示す階調値H<sub>I</sub>と階調値P<sub>I</sub>の対応関係は、階調値H<sub>I</sub>の増加に伴って階調値P<sub>I</sub>が非線形に増加する対応関係であってもよい。

なお、第2輝度差分データの補正方法は、上述した方法に限らない。例えば、複数のLUTを用いずに、第2輝度差分データを輝度レンジ値Y<sub>R</sub>に応じた補正值で補正することにより、補正輝度差分データが生成されてもよい。

なお、輝度差分データは、逆トーンマップやトーンマップに限らない。例えば、輝度差分データは輝度比率データであってもよい。

#### 【0156】

##### <実施例5>

以下、本発明の実施例5に係る画像処理装置及び画像処理方法について説明する。

実施例1~4では、ユーザ操作に応じて輝度レンジ値Y<sub>R</sub>が決定される例を説明した。

本実施例では、HDR画像データの明るさに応じて輝度レンジ値Y<sub>R</sub>を決定する例を説

10

20

30

40

50

明する。

【0157】

図17は、本実施例に係る画像処理装置500の機能構成の一例を示すブロック図である。

図17に示すように、画像処理装置500は、デコード処理部102、ブレンド部104、表示部106、オーバーホワイト検出部501、シーンチェンジ検出部502、ブレンド率決定部503、等を有する。

なお、図17において、実施例1(図1)と同じ機能部及びデータには実施例1と同じ符号を付し、その説明は省略する。

【0158】

画像処理装置500には、HDRファイル101が入力される。

本実施例では、動画像データを処理する例を説明する。具体的には、動画像データのフレーム毎にベース画像データと輝度差分データが取得される例を説明する。また、本実施例では、実施例1と同様に、HDRファイル101に含まれている輝度差分データが逆トーンマップである場合の例を説明する。

なお、輝度差分データは、動画像データのシーン毎に取得されてもよい。

なお、画像処理装置500には、HDRファイル101ではなく、HDR画像データと輝度差分データとを含むデータファイルが入力されてもよい。その場合には、デコード処理部102は不要となる。

【0159】

オーバーホワイト検出部501は、フレーム毎に、デコード処理部102から出力されたHDR画像データの明るさに応じて、輝度レンジ値YRを決定する。そして、オーバーホワイト検出部501は、輝度レンジ値YRを出力する。

【0160】

非常に明るい表示画像の急な表示は、ユーザの目に大きく且つ急な刺激を与えるため、好ましくない。

そこで、本実施例では、オーバーホワイト検出部501は、HDR画像データが明るいほど小さい輝度レンジ値を取得する。具体的には、オーバーホワイト検出部501は、HDR画像データの明るさが“非常に眩しい”、“眩しい”、“明るい”、及び、“ベース画像データよりも明るい”のいずれであるかを判断する。そして、オーバーホワイト検出部501は、HDR画像データの明るさの判断結果に応じて、輝度レンジ値YRとして0、1、2、及び、3のいずれかを取得する。“非常に眩しい”は“眩しい”よりも明るいことを意味し、“眩しい”は“明るい”よりも明るいことを意味し、“明るい”は“ベース画像データよりも明るい”よりも明るいことを意味する。判断結果が“非常に眩しい”である場合にはYR=0が取得され、判断結果が“眩しい”である場合にはYR=1が取得される。そして、判断結果が“明るい”である場合にはYR=2が取得され、判断結果が“ベース画像データよりも明るい”である場合にはYR=3が取得される。

なお、明るさの指標の数及び輝度レンジ値YRの取り得る値の数は、4つより多くても少なくてもよい。

【0161】

シーンチェンジ検出部502は、ベース画像データに基づいて、ベース画像データのシーンの切り替わりを検出する。具体的には、シーンチェンジ検出部502は、フレーム毎に、そのフレームのベース画像データを不図示の記憶部に記録する。そして、シーンチェンジ検出部502は、フレーム毎に、記憶部に記録されている前フレームのベース画像データと、現フレームのベース画像データと、の差分に基づいて、前フレームから現フレームにかけてシーンの切り替わりが生じたか否かを判断する。現フレームは、現在のフレームであり、前フレームは、現フレームの1つ前のフレームである。そして、シーンチェンジ検出部502は、シーンの切り替わりが検出された場合に、シーンチェンジ検出信号SC=1を出力し、シーンの切り替わりが検出されなかった場合に、シーンチェンジ検出信号SC=0を出力する。

## 【 0 1 6 2 】

なお、シーンの切り替わりの検出方法は、上記方法に限らない。例えば、ベース画像データではなく、H D R 画像データに基づいて、ベース画像データのシーンの切り替わりが検出されてもよい。また、シーン毎に輝度差分データが取得される場合には、輝度差分データが取得されたタイミングで、シーンの切り替わりが生じたと判断されてもよい。H D R ファイル 1 0 1 にシーンの切り替わりを示すメタデータが含まれている場合には、当該メタデータを用いてシーンの切り替わりが検出されてもよい。

## 【 0 1 6 3 】

ブレンド率決定部 5 0 3 は、輝度レンジ値 Y R とシーンチェンジ検出信号 S C に基づいて、ブレンド率 B l e n d を決定する。そして、ブレンド率決定部 5 0 3 は、ブレンド率 B l e n d を出力する。

10

## 【 0 1 6 4 】

図 1 8 を用いて、オーバーホワイト検出部 5 0 1 の処理の流れの一例について説明する。図 1 8 は、オーバーホワイト検出部 5 0 1 の処理の流れの一例を示すフローチャートである。オーバーホワイト検出部 5 0 1 は、図 1 8 のフローチャートをフレーム毎に繰り返し実行する。

## 【 0 1 6 5 】

まず、オーバーホワイト検出部 5 0 1 が、H D R 画像データの画素のうち、オーバーホワイト領域の画素の平均階調値（階調値の平均値）O W a v e を算出する（S 5 0 1 1）。オーバーホワイト領域の画素は、階調値 H I が 1 . 0 よりも大きい画素である。

20

次に、オーバーホワイト検出部 5 0 1 が、H D R 画像データの画素のうち、オーバーホワイト領域の画素の最大階調値（階調値の最大値）O W m a x を検出する（S 5 0 1 2）。

## 【 0 1 6 6 】

そして、オーバーホワイト検出部 5 0 1 が、平均階調値 O W a v e が閾値 A 以上か否かを判断する（S 5 0 1 3）。平均階調値 O W a v e が閾値 A 以上である場合には、S 5 0 1 4 に処理が進められ、平均階調値 O W a v e が閾値 A 未満である場合には、S 5 0 1 9 に処理が進められる。本実施例では、閾値 A として 2 が使用される。

なお、閾値 A は、メーカー等によって予め定められた値であってもよいし、ユーザが変更可能な値であってもよい。

30

## 【 0 1 6 7 】

S 5 0 1 4 では、オーバーホワイト検出部 5 0 1 が、最大階調値 O W m a x が閾値 B 1 以上であるか否かを判断する。最大階調値 O W m a x が閾値 B 1 以上である場合には、S 5 0 1 5 に処理が進められ、最大階調値 O W m a x が閾値 B 1 未満である場合には、S 5 0 1 6 に処理が進められる。本実施例では、閾値 B 1 として 5 が使用される。

なお、閾値 B 1 は、メーカー等によって予め定められた値であってもよいし、ユーザが変更可能な値であってもよい。

## 【 0 1 6 8 】

S 5 0 1 6 では、オーバーホワイト検出部 5 0 1 が、最大階調値 O W m a x が閾値 B 2 以上であるか否かを判断する。最大階調値 O W m a x が閾値 B 2 以上である場合には、S 5 0 1 7 に処理が進められ、最大階調値 O W m a x が閾値 B 2 未満である場合には、S 5 0 1 8 に処理が進められる。本実施例では、閾値 B 2 として 3 が使用される。

40

なお、閾値 B 2 は、メーカー等によって予め定められた値であってもよいし、ユーザが変更可能な値であってもよい。

## 【 0 1 6 9 】

S 5 0 1 5 では、オーバーホワイト検出部 5 0 1 が、H D R 画像データの明るさが“非常に眩しい”であると判断し、輝度レンジ値 Y R = 0 を出力する。

S 5 0 1 7 では、オーバーホワイト検出部 5 0 1 が、H D R 画像データの明るさが“眩しい”であると判断し、輝度レンジ値 Y R = 1 を出力する。

S 5 0 1 8 では、オーバーホワイト検出部 5 0 1 が、H D R 画像データの明るさが“明

50

るい”であると判断し、輝度レンジ値 $Y R = 2$ を出力する。

S 5 0 1 9では、オーバーホワイト検出部5 0 1が、H D R画像データの明るさが“ベース画像データよりも明るい”であると判断し、輝度レンジ値 $Y R = 3$ を出力する。

【0 1 7 0】

なお、輝度レンジ値 $Y R$ の決定方法は、上記方法に限らない。

例えば、平均階調値 $O W a v e$ と最大階調値 $O W m a x$ の一方のみを用いて輝度レンジ値 $Y R$ が決定されてもよい。平均階調値 $O W a v e$ が閾値 $A 1$ 以下の場合に輝度レンジ値 $Y R = 3$ が取得され、平均階調値 $O W a v e$ が閾値 $A 1$ よりも大きく且つ閾値 $A 2$ 以下の場合に輝度レンジ値 $Y R = 2$ が取得されてもよい。そして、平均階調値 $O W a v e$ が閾値 $A 2$ よりも大きく且つ閾値 $A 3$ 以下の場合に輝度レンジ値 $Y R = 1$ が取得され、平均階調値 $O W a v e$ が閾値 $A 3$ よりも大きい場合に輝度レンジ値 $Y R = 0$ が取得されてもよい。

また、H D R画像データが有するオーバーホワイト領域の画素の総数に基づいて輝度レンジ値 $Y R$ が決定されてもよい。具体的には、オーバーホワイト領域の画素の総数が多いほど小さい輝度レンジ値 $Y R$ が取得されてもよい。

【0 1 7 1】

図19を用いて、ブレンド率決定部5 0 3の処理の流れの一例について説明する。図19は、ブレンド率決定部5 0 3の処理の流れの一例を示すフローチャートである。

【0 1 7 2】

まず、ブレンド率決定部5 0 3が、シーンチェンジ検出部5 0 2から出力されたシーンチェンジ検出信号 $S C$ が1であるか否かを判断する(S 5 0 3 1)。シーンチェンジ検出信号 $S C = 1$ である場合には、S 5 0 3 2に処理が進められ、シーンチェンジ検出信号 $S C = 0$ である場合には、S 5 0 4 0に処理が進められる。

【0 1 7 3】

S 5 0 3 2では、ブレンド率決定部5 0 3が、オーバーホワイト検出部5 0 1から出力された輝度レンジ値 $Y R$ が0であるか否かを判断する。輝度レンジ値 $Y R = 0$ である場合には、S 5 0 3 3に処理が進められ、輝度レンジ値 $Y R = 0$ でない場合には、S 5 0 3 4に処理が進められる。

S 5 0 3 4では、ブレンド率決定部5 0 3が、輝度レンジ値 $Y R$ が1であるか否かを判断する。輝度レンジ値 $Y R = 1$ である場合には、S 5 0 3 5に処理が進められ、輝度レンジ値 $Y R = 1$ でない場合には、S 5 0 3 6に処理が進められる。

S 5 0 3 6では、ブレンド率決定部5 0 3が、輝度レンジ値 $Y R$ が2であるか否かを判断する。輝度レンジ値 $Y R = 2$ である場合には、S 5 0 3 7に処理が進められ、輝度レンジ値 $Y R = 3$ である場合には、S 5 0 3 8に処理が進められる。

【0 1 7 4】

S 5 0 3 3では、ブレンド率決定部5 0 3が、ブレンド率 $B l e n d = 0 \%$ を出力する。それにより、シーンの切り替わり直後の表示用画像データ(=合成画像データ)として、ベース画像データと同じ画像データが生成される。その後、S 5 0 3 9に処理が進められる。

S 5 0 3 5では、ブレンド率決定部5 0 3が、ブレンド率 $B l e n d = 3 0 \%$ を出力する。それにより、シーンの切り替わり直後の表示用画像データとして、ベース画像データ：H D R画像データ = 3 0 % : 7 0 %の重みでベース画像データとH D R画像データを重みづけ合成した画像データが生成される。その後、S 5 0 3 9に処理が進められる。

S 5 0 3 7では、ブレンド率決定部5 0 3が、ブレンド率 $B l e n d = 6 0 \%$ を出力する。それにより、シーンの切り替わり直後の表示用画像データとして、ベース画像データ：H D R画像データ = 6 0 % : 4 0 %の重みでベース画像データとH D R画像データを重みづけ合成した画像データが生成される。その後、S 5 0 3 9に処理が進められる。

S 5 0 3 8では、ブレンド率決定部5 0 3が、ブレンド率 $B l e n d = 1 0 0 \%$ を出力する。それにより、シーンの切り替わり直後の表示用画像データ(=合成画像データ)として、H D R画像データと同じ画像データが生成される。その後、S 5 0 3 9に処理が進められる。

10

20

30

40

50

## 【 0 1 7 5 】

S 5 0 3 9では、ブレンド率決定部 5 0 3 が、切り替わり後のシーンのフレーム数のカウント値 C n t を 0 にリセットする。その後、処理対象のフレームが次のフレームに切り替えられ、S 5 0 3 1 に処理が戻される。

## 【 0 1 7 6 】

S 5 0 4 0では、ブレンド率決定部 5 0 3 が、カウント値 C n t が閾値 C 以下か否かを判断する。カウント値 C n t が閾値 C 以下である場合には、S 5 0 4 1 に処理が進められ、カウント値 C n t が閾値 C よりも大きい場合には、処理対象のフレームが次のフレームに切り替えられ、S 5 0 3 1 に処理が戻される。本実施例では、閾値 C として 5 0 が使用される。

10

なお、閾値 C は、メーカー等によって予め定められた値であってもよいし、ユーザが変更可能な値であってもよい。

## 【 0 1 7 7 】

S 5 0 4 1では、ブレンド率決定部 5 0 3 が、前フレームのブレンド率 B l e n d に加算値 D を加算することにより、現フレームのブレンド率 B l e n d を算出する。本実施例では、加算値 D として 2 % が使用される。

なお、加算値 D は、メーカー等によって予め定められた値であってもよいし、ユーザが変更可能な値であってもよい。

なお、現フレームのブレンド率 B l e n d の決定方法は上記方法に限らない。例えば、前フレームのブレンド率 B l e n d に係数 ( > 1 ) を乗算することにより、現フレームのブレンド率 B l e n d が算出されてもよい。

20

## 【 0 1 7 8 】

次に、ブレンド率決定部 5 0 3 が、S 5 0 4 1 で算出されたブレンド率 B l e n d が上限値 ( 1 0 0 % ) より大きい場合に、ブレンド率 B l e n d を 1 0 0 % に制限するリミット処理を行う ( S 5 0 4 2 )。そして、ブレンド率決定部 5 0 3 が、ブレンド率 B l e n d を出力する。S 5 0 4 1 で算出されたブレンド率 B l e n d が上限値 ( 1 0 0 % ) 以下である場合には、S 5 0 4 1 で算出されたブレンド率 B l e n d が出力される。S 5 0 4 1 で算出されたブレンド率 B l e n d が上限値 ( 1 0 0 % ) より大きい場合には、ブレンド率 B l e n d = 1 0 0 % が出力される。

## 【 0 1 7 9 】

30

そして、ブレンド率決定部 5 0 3 が、カウント値 C n t を 1 だけインクリメントする ( S 5 0 4 3 )。その後、処理対象のフレームが次のフレームに切り替えられ、S 5 0 3 1 に処理が戻される。

## 【 0 1 8 0 】

本実施例では、シーンの切り替わり後に S 5 0 4 0 ~ S 5 0 4 3 の処理が繰り返し行われる。それにより、輝度レンジ値 Y R に基づく表示用画像データから H D R 画像データと同じ表示用画像データへ表示用画像データが徐々に変化するように、シーンの切り替わり後の各フレームの表示用画像データが生成される。

## 【 0 1 8 1 】

図 2 0 ( a ) ~ 2 0 ( e ) を用いて、本実施例に係る表示用画像データとそのダイナミックレンジについてより詳細に説明する。

40

図 2 0 ( a ) ~ 2 0 ( e ) は、本実施例に係る画像データとそのダイナミックレンジ ( 輝度レンジ ) の一例を示す図である。図 2 0 ( a ) ~ 2 0 ( e ) において、画像データ ( 画像データが表す画像 ) に記載されている数字は、その数字が記載されている領域の階調値である。

## 【 0 1 8 2 】

図 2 0 ( a ) は、H D R 画像データとそのダイナミックレンジを示す。

図 2 0 ( b ) は、ベース画像データとそのダイナミックレンジを示す。

図 2 0 ( c ) は、シーンの切り替わり直後のフレーム ( シーンチェンジフレーム ) の表示用画像データとそのダイナミックレンジを示す。

50

図20(d)は、シーンチェンジフレームから25フレーム後のフレームの表示用画像データとそのダイナミックレンジを示す。

図20(e)は、シーンチェンジフレームから50フレーム後のフレームの表示用画像データとそのダイナミックレンジを示す。

【0183】

図20(a)のHDR画像データを使用した場合、図18のS5011において平均階調値 $OWave = 5$ が算出され、図18のS5012において最大階調値 $OWmax = 5$ が算出される。その結果、HDR画像データの明るさが“非常に眩しい”であると判断され、輝度レンジ値 $YR = 0$ が設定される。

シーンの切り替わり直後のHDR画像データとして図20(a)のHDR画像データが取得された場合、図19のS5033においてブレンド率 $Blend = 0\%$ が設定される。その結果、図20(c)に示すように、シーンの切り替わり直後の表示用画像データとして、ベース画像データと同じ画像データが生成される。

【0184】

その後、S5040～S5043の処理が繰り返し行われることにより、ブレンド率 $Blend$ が徐々に増加する。その結果、図20(c)～20(e)に示すように、表示用画像データのダイナミックレンジがHDR画像データのダイナミックレンジまで徐々に拡大される。

例えば、シーンチェンジフレームから25フレーム後のフレームでは、ブレンド率 $Blend = 50\%$ を使用して表示用画像データが生成される。それにより、ベース画像データ：HDR画像データ = 50%：50%の重みでベース画像データとHDR画像データを重みづけ合成した表示用画像データが生成される。その結果、図20(c)に示すように、表示用画像データのダイナミックレンジの最小階調値として、ベース画像データのダイナミックレンジの最小階調値にHDR画像データのダイナミックレンジの最小階調値を加算した値の $1/2$ の値が設定される。そして、図20(c)に示すように、表示用画像データのダイナミックレンジの最大階調値として、ベース画像データのダイナミックレンジの最大階調値にHDR画像データのダイナミックレンジの最大階調値を加算した値の $1/2$ の値が設定される。

また、シーンチェンジフレームから50フレーム後のフレームでは、ブレンド率 $Blend = 100\%$ を使用して表示用画像データが生成される。それにより、図20(e)に示すように、表示用画像データとして、HDR画像データと同じ画像データが生成される。

【0185】

図20(c)～20(e)の例では、輝度レンジ値 $YR = 0$ が設定されるため、50フレームかけて表示用画像データのダイナミックレンジがHDR画像データのダイナミックレンジまで徐々に拡大される。

輝度レンジ値 $YR = 1$ の場合には、35フレームかけて表示用画像データのダイナミックレンジがHDR画像データのダイナミックレンジまで徐々に拡大される。

輝度レンジ値 $YR = 2$ の場合には、20フレームかけて表示用画像データのダイナミックレンジがHDR画像データのダイナミックレンジまで徐々に拡大される。

輝度レンジ値 $YR = 3$ の場合には、シーンの切り替わり直後のフレームの表示用画像データとして、HDR画像データと同じ画像データが生成される。

【0186】

以上述べたように、本実施例によれば、シーンの切り替わり直後に、HDR画像データが明るいほど小さい輝度レンジ値 $YR$ に基づいて表示用画像データが生成される。そして、輝度レンジ値 $YR$ に基づく表示用画像データからHDR画像データと同じ表示用画像データへ表示用画像データが徐々に変化するように、シーンの切り替わり後の各フレームの表示用画像データが生成される。それにより、表示用画像データのダイナミックレンジを好適に調整することができる。具体的には、急激に変化しないようにダイナミックレンジを調整することができる。その結果、ユーザの目に大きく且つ急な刺激を与えることなく

10

20

30

40

50

、ダイナミックレンジが広い表示画像をユーザに見せることができる。

【 0 1 8 7 】

なお、本実施例では、フレーム毎に輝度レンジ値 Y R を取得する例を説明したが、これに限らない。例えば、シーンの切り替わり直後のフレームに対してのみ、輝度レンジ値 Y R が取得されてもよい。

なお、シーンの切り替わりを検出し、輝度レンジ値 Y R に基づく表示用画像データから H D R 画像データと同じ表示用画像データへ表示用画像データを徐々に変更する処理は、行われなくてもよい。H D R 画像データが明るいほど小さい輝度レンジ値 Y R に基づいて表示用画像データが生成されれば、急激に変化しないようにダイナミックレンジを調整することができる。その結果、ユーザの目に大きく且つ急な刺激が与えられることを抑制することができる。

10

なお、輝度差分データは、逆トーンマップに限らない。例えば、輝度差分データは輝度比率データであってもよい。

なお、輝度レンジ値 Y R に基づく表示用画像データの生成方法は、上記方法に限らない。例えば、実施例 1 ~ 4 で述べた方法で表示用画像データが生成されてもよい。

【 0 1 8 8 】

< 実施例 6 >

以下、本発明の実施例 6 に係る画像処理装置及び画像処理方法について説明する。

実施例 1 ~ 5 では、画像処理装置に H D R ファイルが入力される例を説明した。

本実施例では、画像処理装置に H D R ファイルが入力されず、画像処理装置に H D R 画像データが入力される例を説明する。

20

【 0 1 8 9 】

図 2 1 は、本実施例に係る画像処理装置 6 0 0 の機能構成の一例を示すブロック図である。図 2 1 に示すように、実施例 6 における画像処理装置 6 0 0 は、調整値処理部 1 0 3 、ブレンド部 1 0 4 、ゲイン調整部 1 0 5 、表示部 1 0 6 、ベース画像生成部 6 0 2 、等を有する。

なお、図 2 1 において、実施例 1 ( 図 1 ) と同じ機能部及びデータには実施例 1 と同じ符号を付し、その説明は省略する。

画像処理装置 6 0 0 には、H D R 画像データ 6 0 1 と輝度レンジ値 Y R が入力される。

【 0 1 9 0 】

30

ベース画像生成部 6 0 2 は、H D R 画像データ 6 0 1 に基づいて、ベース画像データを生成する。換言すれば、ベース画像生成部 6 0 2 は、H D R 画像データ 6 0 1 をベース画像データに変換する。

図 2 2 は、ベース画像生成部 6 0 2 の機能構成の一例を示すブロック図である。図 2 2 に示すように、ベース画像生成部 6 0 2 は、トーンマップ生成部 6 0 2 1 、画像変換部 6 0 2 2 、等を有する。

【 0 1 9 1 】

トーンマップ生成部 6 0 2 1 は、H D R 画像データ 6 0 1 に基づいて、H D R 画像データの階調値とベース画像データの階調値との対応関係を表す輝度差分データを生成する。本実施例では、H D R 画像データの階調値をベース画像データの階調値に変換するトーンマップが生成される。

40

まず、トーンマップ生成部 6 0 2 1 は、H D R 画像データ 6 0 1 から、各階調値の画素数を表す階調ヒストグラムを生成する。

次に、トーンマップ生成部 6 0 2 1 は、階調ヒストグラムの度数を低階調側から累積加算することにより、累積ヒストグラムを生成する。

そして、トーンマップ生成部 6 0 2 1 は、累積ヒストグラムの度数の最小値がベース最小値に一致し、且つ、累積ヒストグラムの度数の最大値がベース最大値に一致するように、累積ヒストグラムの度数を正規化する。この正規化により、累積ヒストグラムの度数がベース画像データの階調値に変換される。それにより、H D R 画像データをベース画像データに変換するトーンマップが生成される。

50

なお、ベース最小値とベース最大値は、不図示の制御部から取得される。

【0192】

画像変換部6022は、トーンマップ生成部6021で生成されたトーンマップを用いて、HDR画像データ601をベース画像データに変換する。

【0193】

以上述べたように、本実施例によれば、HDR画像データに基づいて、輝度差分データとベース画像データが生成される。それにより、画像処理装置にHDRファイルが入力されず、画像処理装置にHDR画像データのみが入力された場合であっても、表示用画像データを生成する生成処理として、実施例1～5で述べた処理と同じ処理が実行可能となる。即ち、HDR画像データ、ベース画像データ、及び、輝度差分データのうちの少なくとも2つ以上のデータに基づいて表示用画像データを生成することが可能となる。

10

【0194】

なお、本実施例では、HDR画像データに基づいて輝度差分データが生成される例を説明したが、これに限らない。例えば、輝度差分データが記憶部に予め記録されていてもよい。

また、本実施例では、累積ヒストグラムの度数の最小値と最大値から、HDR画像データをベース画像データに変換するトーンマップが生成される例を説明したが、これに限らない。例えば、ユーザが入力した任意の設定値に応じてトーンマップが生成されてもよい。具体的には、「コントラスト：高」という設定値が設定されている場合に、ベース画像データよりもコントラストが高い（明と暗の差が大きい）画像データにHDR画像データを変換するトーンマップが生成されてもよい。そして、「コントラスト：低」という設定値が設定されている場合に、ベース画像データよりもコントラストが低い（明と暗の差が小さい）画像データにHDR画像データを変換するトーンマップが生成されてもよい。

20

【0195】

<その他の実施例>

記憶装置に記録されたプログラムを読み込み実行することで前述した実施例の機能を実現するシステムや装置のコンピュータ（又はCPU、MPU等のデバイス）によっても、本発明を実施することができる。また、例えば、記憶装置に記録されたプログラムを読み込み実行することで前述した実施例の機能を実現するシステムや装置のコンピュータによって実行されるステップからなる方法によっても、本発明を実施することができる。この目的のために、上記プログラムは、例えば、ネットワークを通じて、又は、上記記憶装置となり得る様々なタイプの記録媒体（つまり、非一時的にデータを保持するコンピュータ読取可能な記録媒体）から、上記コンピュータに提供される。したがって、上記コンピュータ（CPU、MPU等のデバイスを含む）、上記方法、上記プログラム（プログラムコード、プログラムプロダクトを含む）、上記プログラムを非一時的に保持するコンピュータ読取可能な記録媒体は、いずれも本発明の範疇に含まれる。

30

【符号の説明】

【0196】

100, 300, 400, 500, 600 : 画像処理装置

103 : 調整値処理部    104 : ブレンド部    105 : ゲイン調整部

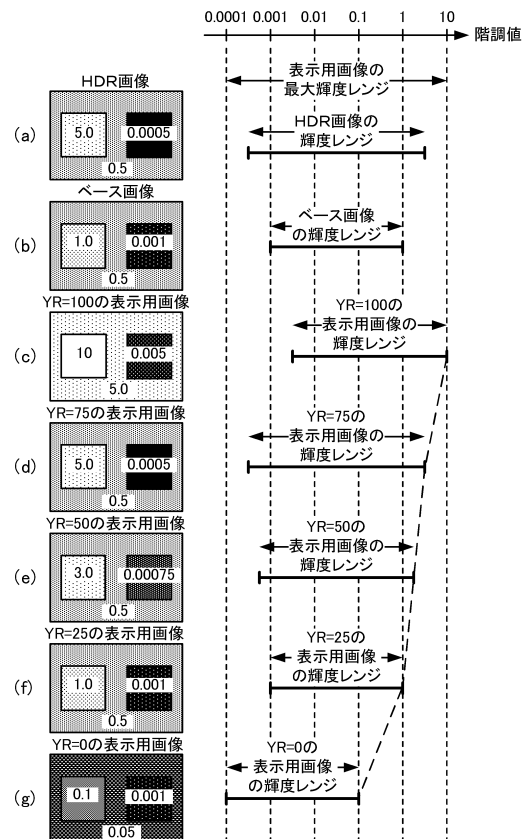
301 : 輝度差分データ変換部    302 : 画像変換部

402 : 第2輝度差分データ変換部    403 : 画像変換部

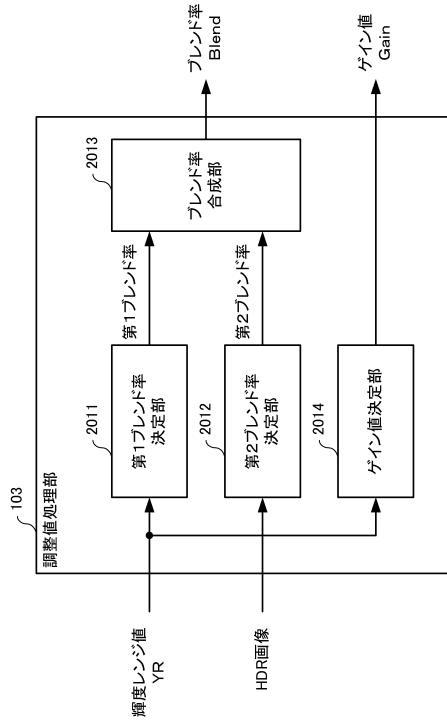
501 : オーバーホワイト検出部    503 : ブレンド率決定部

40

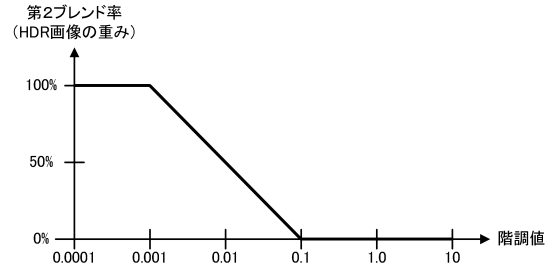
【 図 1 】



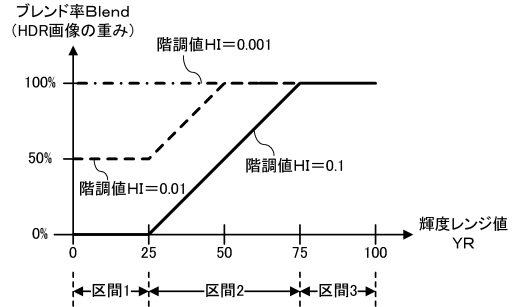
【図 6】



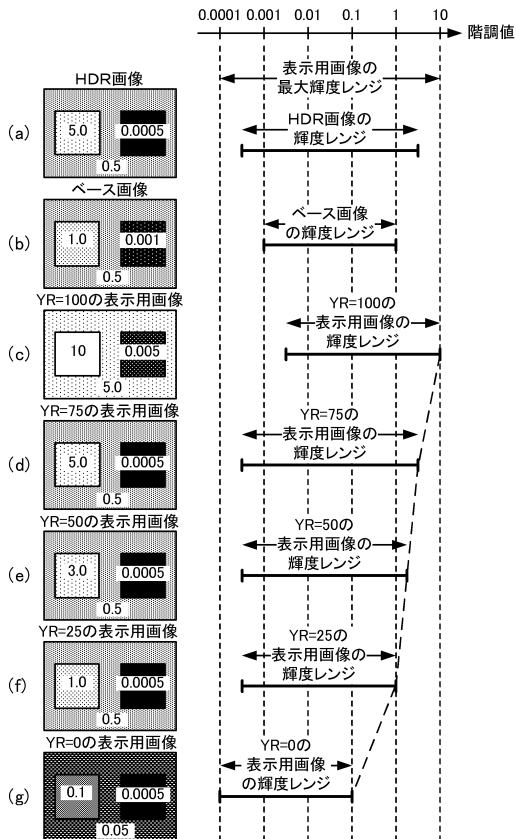
【図 7】



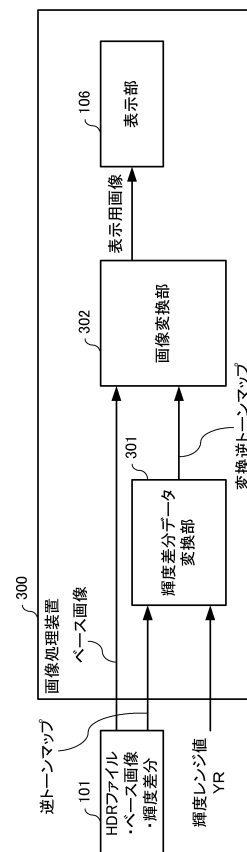
【図 8】



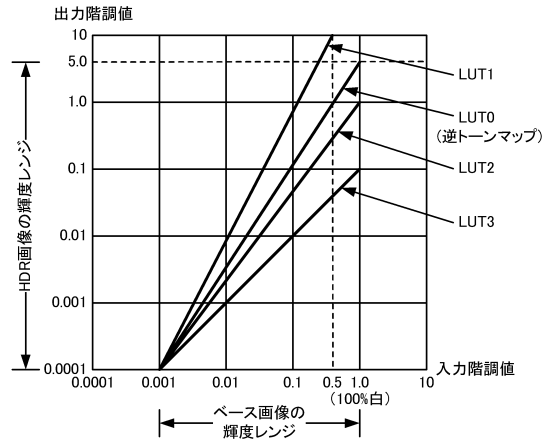
【図 9】



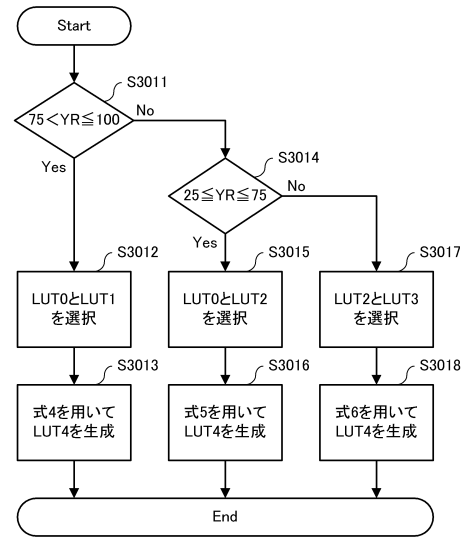
【図 10】



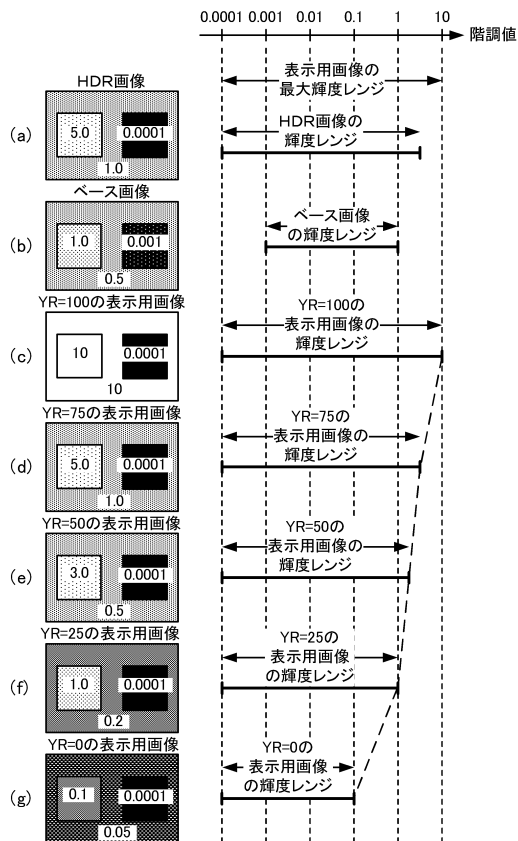
【図 1 1】



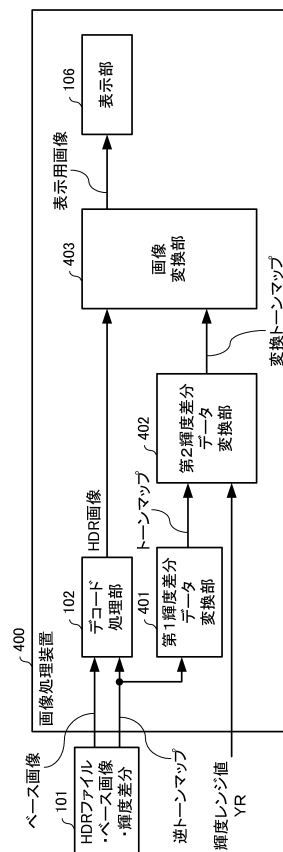
【図 1 2】



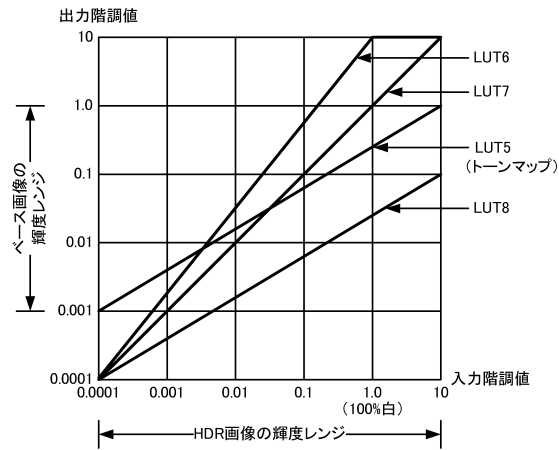
【図 1 3】



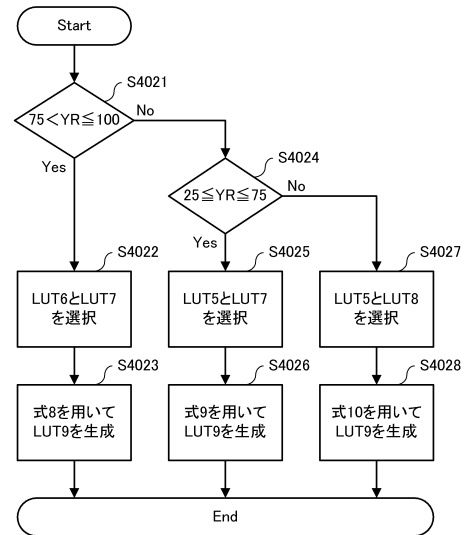
【図 1 4】



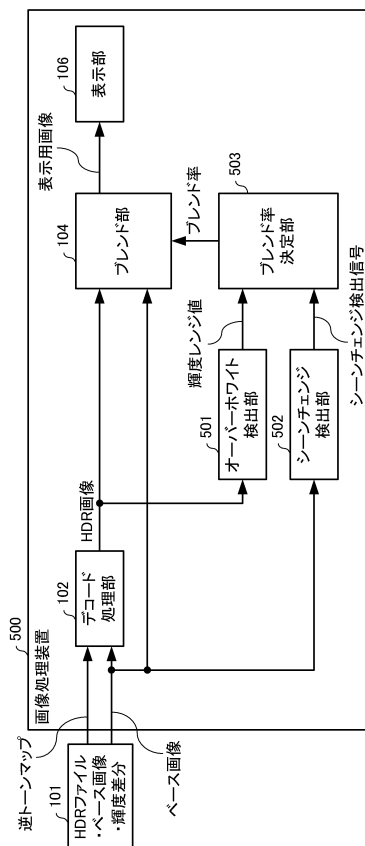
【図 15】



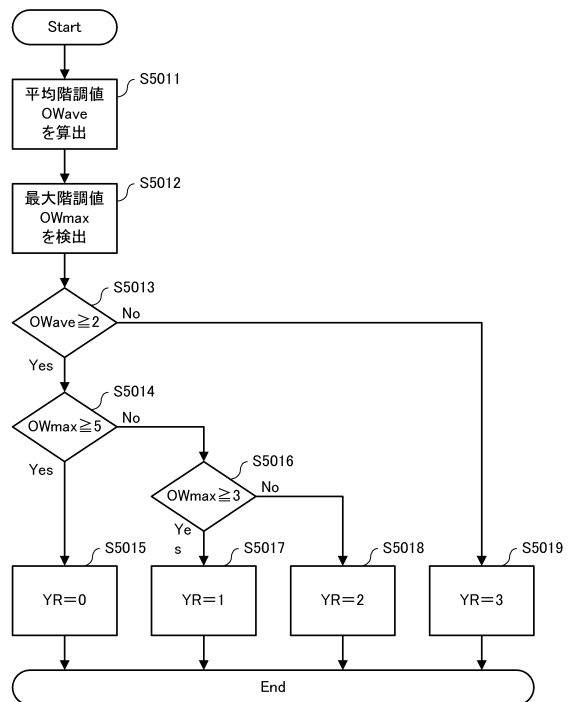
【図 16】



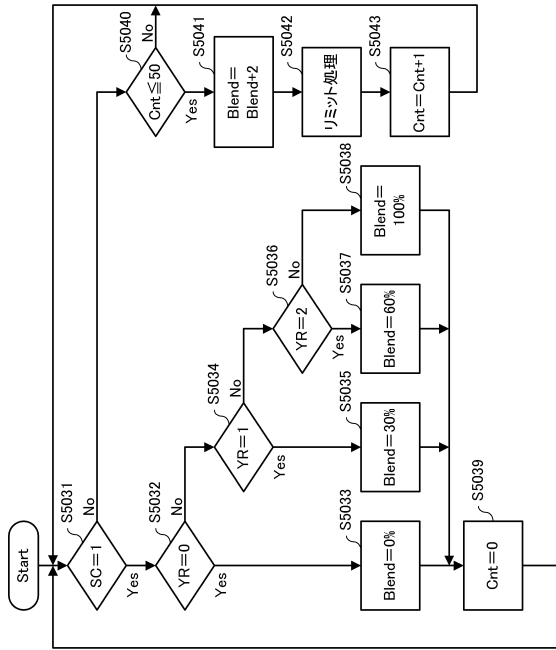
【図 17】



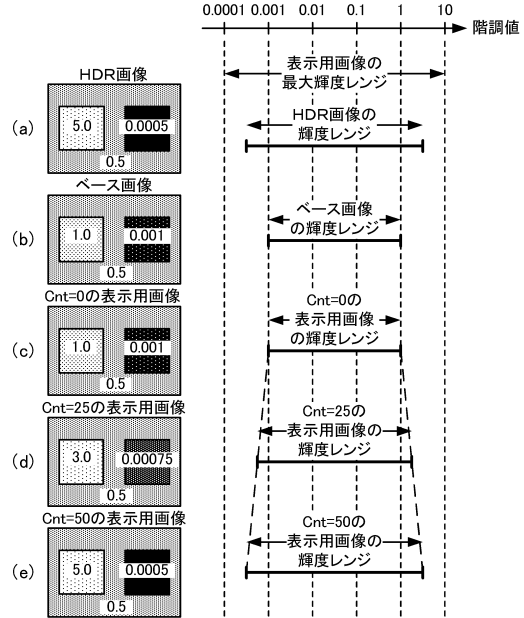
【図 18】



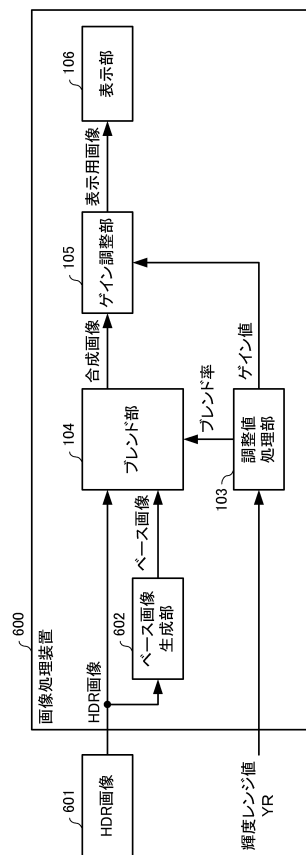
【 図 1 9 】



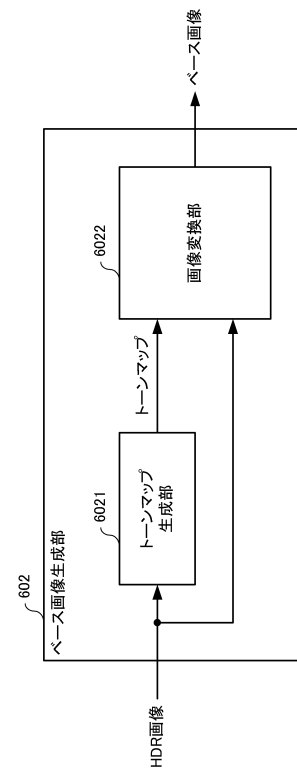
【 図 2 0 】



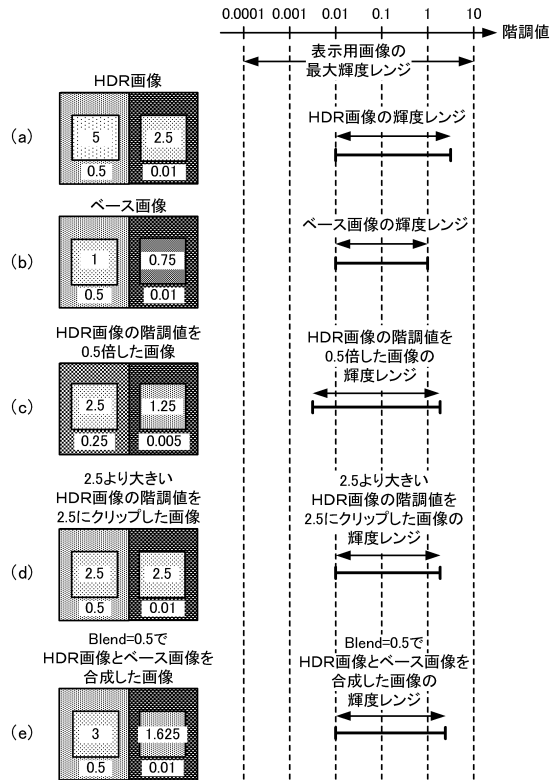
【 図 2 1 】



【 図 2 2 】



【図 23】



## フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I  
G 0 9 G 5/00 5 2 0 A

(74)代理人 100131392

弁理士 丹羽 武司

(72)発明者 山岸 正治

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社 内

(72)発明者 中谷 敏樹

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社 内

審査官 千葉 久博

(56)参考文献 特開2011-193511(JP,A)

特開2004-221928(JP,A)

特開2003-309763(JP,A)

特開2003-295837(JP,A)

特開平8-340523(JP,A)

米国特許出願公開第2014/0333673(US,A1)

米国特許出願公開第2012/0236020(US,A1)

米国特許出願公開第2012/0183210(US,A1)

葉山書緯, 外2名, “ノンローカルミーンフィルタのためのHDR画像とLDR画像の協調法”, 映像情報メディア学会技術報告, 日本, (一社)映像情報メディア学会, 2014年 1月14日, 第37巻, 第56号, p.45-48

Di Xu, 外2名, “Correction of Clipped Pixels in Color Images”, IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics, 2011年, 第17巻, 第3号, p.333-344

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G 0 6 T 5 / 0 0

G 0 9 G 5 / 0 0

G 0 9 G 5 / 3 6

H 0 4 N 1 / 4 0 7

H 0 4 N 5 / 2 0