

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6779695号
(P6779695)

(45) 発行日 令和2年11月4日 (2020.11.4)

(24) 登録日 令和2年10月16日 (2020.10.16)

(51) Int. Cl.

F I

G09G 5/00 (2006.01)
G09G 5/391 (2006.01)
G09G 5/10 (2006.01)
H04N 5/66 (2006.01)

G09G 5/00 X
 G09G 5/00 520A
 G09G 5/00 520V
 G09G 5/00 550C
 G09G 5/10 B

請求項の数 15 (全 17 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2016-148940 (P2016-148940)
 (22) 出願日 平成28年7月28日 (2016.7.28)
 (65) 公開番号 特開2018-17931 (P2018-17931A)
 (43) 公開日 平成30年2月1日 (2018.2.1)
 審査請求日 令和1年6月26日 (2019.6.26)

(73) 特許権者 000001007
 キヤノン株式会社
 東京都大田区下丸子3丁目30番2号
 (74) 代理人 100126240
 弁理士 阿部 琢磨
 (74) 代理人 100124442
 弁理士 黒岩 創吾
 (72) 発明者 永嶋 義行
 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 斎藤 厚志

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 画像処理装置及びその制御方法、表示装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

表示手段に表示される画像の輝度を測定するための測定手段から測定値を取得する第1取得手段と、

前記測定値に基づいて出力ダイナミックレンジを設定する設定手段と、

前記出力ダイナミックレンジに基づいて入力画像の階調値を変換して、出力画像を生成する画像処理手段と、

前記出力画像を前記表示手段に出力する出力手段と、
 を備え、

前記画像処理手段は、前記出力ダイナミックレンジの取り得る最大の輝度関連値および前記測定値のうち少なくとも一方を示すグラフィック画像を前記出力画像に合成することを特徴とする画像処理装置。

【請求項 2】

前記画像処理手段は、前記入力画像の階調値のうち、前記出力ダイナミックレンジに含まれない輝度に対応する階調値を、所定の階調値に変換し、前記出力ダイナミックレンジに含まれる輝度に対応する階調値を前記所定の階調値以下の階調値に変換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】

前記所定の階調値は、前記出力画像がとりうる最大の階調値であることを特徴とする請求項 2 に記載の画像処理装置。

10

20

【請求項 4】

前記測定値は、少なくとも前記測定手段が前記輝度を測定する位置に全白画像が表示される画像を前記表示手段が表示している場合に、前記測定手段が取得した測定値であることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 3 のいずれか 1 項に記載の画像処理装置。

【請求項 5】

前記入力画像のとりうる輝度関連値の範囲である入力ダイナミックレンジを示す情報を取得する第 2 取得手段をさらに備えることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 4 のいずれか 1 項に記載の画像処理装置。

【請求項 6】

前記設定手段は、前記表示手段における表示輝度と前記輝度関連値との関係を示す情報に基づいて、前記測定値に対応する輝度関連値を上限とする前記出力ダイナミックレンジを決定することを特徴とする請求項 5 に記載の画像処理装置。

10

【請求項 7】

前記画像処理手段は、前記入力画像のうち前記出力ダイナミックレンジに含まれる輝度関連値に対応する領域の前記出力画像における階調特性が、前記入力画像のうち前記出力ダイナミックレンジに含まれない輝度関連値に対応する領域の前記出力画像における階調特性よりも、前記入力画像における階調特性に近くなるように、前記出力画像を生成することを特徴とする請求項 5 または請求項 6 に記載の画像処理装置。

【請求項 8】

前記画像処理手段は、前記入力画像のうち前記出力ダイナミックレンジより狭い対象ダイナミックレンジに含まれる輝度関連値に対応する領域の前記出力画像における階調特性が、前記入力画像のうち前記対象ダイナミックレンジに含まれない輝度関連値に対応する領域の前記出力画像における階調特性を、前記対象ダイナミックレンジに含まれる輝度関連値に対応する領域よりも、前記入力画像における階調特性に近くなるように、前記出力画像を生成することを特徴とする請求項 5 乃至請求項 7 のいずれか 1 項に記載の画像処理装置。

20

【請求項 9】

前記輝度関連値は、光が物体で反射する際の反射率であることを特徴とする請求項 5 乃至請求項 8 のいずれか 1 項に記載の画像処理装置。

【請求項 10】

30

前記輝度関連値は、輝度を示す値であることを特徴とする請求項 5 乃至請求項 8 のいずれか 1 項に記載の画像処理装置。

【請求項 11】

請求項 1 乃至請求項 10 のいずれか 1 項に記載の前記画像処理装置と、
前記表示手段と、
を備える表示装置。

【請求項 12】

前記測定手段をさらに備える請求項 11 に記載の表示装置。

【請求項 13】

表示手段に表示される画像の輝度を測定するための測定手段から測定値を取得する取得工程と、

40

前記測定値に基づいて出力ダイナミックレンジを設定する設定工程と、

前記出力ダイナミックレンジに基づいて入力画像の階調値を変換して出力画像を生成する画像処理工程と、

前記出力画像を前記表示手段に出力する出力工程と、
を備え、

前記画像処理工程は、前記出力ダイナミックレンジの取り得る最大の輝度関連値および前記測定値のうち少なくとも一方を示すグラフィック画像を前記出力画像に合成することを特徴とする画像処理装置の制御方法。

【請求項 14】

50

請求項 1 乃至請求項 1 2 のいずれか 1 項に記載の画像処理装置の動作を実現するために演算処理装置が実行するプログラム。

【請求項 1 5】

請求項 1 4 に記載のプログラムを記憶し、演算処理装置が読取可能な記憶媒体。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、画像処理装置及びその制御方法、表示装置に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、撮像装置の受光性能の向上に伴い、一般的なビデオガンマとして用いられている BT.709 よりも対応する輝度の範囲（ダイナミックレンジ）が広い画像が生成されるようになってきている。このような、広いダイナミックレンジを、High Dynamic Range（HDR）と記載し、HDR に対応した画像を HDR 画像と記載する。

【0003】

一方で、表示装置で HDR 画像を視聴する場合、ユーザの好みに応じて、入力された HDR 画像のうち、指定された輝度に忠実に表示する範囲（表示レンジ）を設定して表示する場合がある。この様な場合、HDR 画像のダイナミックレンジを表示レンジに狭める画像処理（圧縮処理）を HDR 画像に施して、表示画像を生成することがある。

【0004】

圧縮処理に関する従来技術は、例えば、特許文献 1 に開示されている。特許文献 1 に開示の技術では、所定の輝度以下の画素の輝度は維持しつつ、所定の輝度以上の画素が表示レンジの上限値で飽和させて表示されるように、表示画像が生成される。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献 1】特開 2004 - 220438 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

特許文献 1 に開示された技術で生成した表示画像に基づいて、表示装置で画像を表示した場合、表示画像において最大の階調値が指定された領域は、表示装置の表示輝度の最大値で表示される。

【0007】

しかしながら、表示装置が表示可能な最大の表示輝度は、例えば、表示装置が液晶ディスプレイである場合には、バックライトの光源の経年劣化等により、低下することがあった。表示装置が表示可能な最大の表示輝度が、ユーザが指定した表示レンジの最大値を下回る場合、ユーザが意図した表示輝度で、画像を表示することができない場合があった。

【0008】

本発明は、表示装置が表示可能な最大の表示輝度が変化する場合に、入力画像のうち、ユーザが指定した表示レンジに対応する領域の表示輝度が変化することを抑制することが可能な画像処理装置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】

【0009】

本発明の画像処理装置は、表示手段に表示される画像の輝度を測定するための測定手段から測定値を取得する第 1 取得手段と、前記測定値に基づいて出力ダイナミックレンジを設定する設定手段と、前記出力ダイナミックレンジに基づいて入力画像の階調値を変換して、出力画像を生成する画像処理手段と、前記出力画像を前記表示手段に出力する出力手段と、を備え、前記画像処理手段は、前記出力ダイナミックレンジの取り得る最大の輝度関連値および前記測定値のうち少なくとも一方を示すグラフィック画像を前記出力画像に

10

20

30

40

50

合成することを特徴とする。

【発明の効果】

【0010】

本発明の画像処理装置によれば、表示装置が表示可能な最大の表示輝度が変化する場合に、入力画像のうち、ユーザが指定した表示レンジに対応する領域の表示輝度が変化することを抑制することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】第1の実施例に係る画像処理装置と測定装置と表示部とを示す装置構成図である。

10

【図2】表示部に入力される画像の階調値と、表示輝度との関係を示す模式図である。

【図3】画像表示装置の構成の一例を示すブロック図である。

【図4】入力画像に指示された輝度関連値と表示輝度との対応関係を示す情報示す表である。

【図5】反射率と、入力画像の階調値との関係を示す模式図である。

【図6】反射率と、リニア画像の階調値との関係を示す模式図である。

【図7】入力階調値および入力画像の反射率と、出力階調値および表示輝度と、の対応関係の一例を示す模式図である。

【図8】入力画像の反射率に対する出力画像の階調値を示す模式図である。

【図9】出力画像に基づいて表示部に画像を表示した場合の、入力画像の反射率と表示輝度との関係を示す模式図である。

20

【図10】画像処理部が生成する表示レンジを示すOSD画像を示す模式図である。

【図11】第2の実施例における入力画像の反射率と、表示輝度との関係を示す模式図である。

【図12】第2の実施例における表示部の輝度低下前後での入力画像の反射率に対する表示輝度の変化を示す模式図である。

【発明を実施するための形態】

【0012】

(第1の実施例)

以下に、本発明の第1の実施例に係る画像処理装置及びその制御方法について説明する。なお、本発明は、画像処理装置と、画像処理装置が生成した画像を表示するディスプレイを含む表示装置にも適用可能である。例えば、本発明は、液晶表示装置、有機EL表示装置、プラズマ表示装置、等に適用することができる。また、本実施例では、画像表示装置に入力される画像データ(入力画像データ)が、画像処理装置が備える記憶媒体に記憶された画像データである場合の例を説明するが、入力画像データは撮像装置を用いた撮影によって得られた撮影画像データであってもよい。

30

【0013】

図1は、第1の実施例に係る画像処理装置1と測定装置2と表示部3とを示す装置構成図である。図1に示すように、画像処理装置1は、測定装置2と表示部3とに接続可能である。例えば、画像処理装置1は、パーソナルコンピュータ(Personal Computer、PC)であるとする。画像処理装置1は、測定装置2の動作を制御し、かつ、測定装置2が測定した輝度測定値を取得する。また、画像処理装置1は、輝度測定値に基づいて、表示部3に出力する出力画像のダイナミックレンジを決定し、入力画像のダイナミックレンジを変換して、出力画像を生成して、表示部3に出力する。

40

【0014】

測定装置2は、表示部3から照射される光の輝度を測定する光センサを備える測定器である。

【0015】

表示部3は、画像処理装置1が出力した画像データに基づいて、画像を表示するディスプレイである。表示部3は、マトリクス状に配置された複数の画素を有する画面に、取得

50

した画像データに基づく画像を表示する。例えば、表示部 3 は、液晶パネルとバックライトとを備える液晶表示装置であるとする。なお、画像処理装置 1 と表示部 3 とで表示装置を構成してもよい。

【0016】

図 2 は、表示部 3 に入力される画像の階調値と、表示輝度との関係を示す模式図である。図 2 は、表示部 3 の表示特性を示す。表示部 3 は、階調値に対して線形に、表示輝度が対応する表示特性を有するとする。表示部 3 は、入力される画像の階調値の取り得る値の最大値に対して、表示可能な最大の表示輝度が対応するとする。

【0017】

図 2 の直線 2 1 は、表示部 3 の表示輝度の最大値が低下する前（輝度低下前）の表示特性を示す。輝度低下前の表示部 3 は、1000 cd/m² までの表示輝度を表示可能であるとする。また、図 2 の直線 2 2 は、表示部 3 の表示輝度の最大値が低下した場合（輝度低下時）の表示特性を示す。輝度低下時の表示部 3 の表示輝度の最大値は、800 cd/m² まで低下する。「cd/m²」は、輝度の絶対値を示す単位である。表示部 3 は、階調値に対して、表示輝度が線形に対応する表示特性を有することから、輝度低下時の表示部 3 の表示特性は、輝度低下前の表示部 3 の表示特性に比べて、階調値に対する表示輝度が低下する。表示部 3 の表示特性は、後述する画像処理装置 1 の記憶部 200 に記憶されているとする。

【0018】

測定装置 2 は、画像処理装置 1 が出力した校正画像に基づいて表示部 3 が画像を表示した場合に、表示部 3 から照射される光の輝度を測定する。測定装置 2 は、測定した輝度を、画像処理装置 1 に出力する。

【0019】

校正画像は、測定装置 2 が、表示部 3 の表示可能な最大の輝度を測定するために用いる画像である。校正画像は、測定装置 2 が輝度を測定する位置において、表示部 3 が表示可能な最大の階調値を、所定の大きさ以上で表示する画像である。例えば、表示部 3 が、赤色（R）、緑色（G）、および青色（B）の各色に対応する副画素を有し、各副画素に対して 10 ビットデータで階調値が表される画像データに基づいて画像を表示可能であるとする。この場合、校正画像は、各画素の副画素に対して、1023 の階調値を指定した画像である。つまり、校正画像は、測定装置 2 が輝度を測定する表示部 3 の画面の位置において、全白画像が表示される画像である。

【0020】

つまり、測定装置 2 は、校正画像に基づいて画像を表示した表示部 3 の輝度を測定することにより、表示部 3 が表示可能な最大の表示輝度を示す表示最大輝度を測定する。

【0021】

画像処理装置 1 は、校正処理（キャリブレーション）を実行する場合、記憶部 200 から校正画像を読み出して、表示部 3 に出力する。例えば、画像処理装置 1 は、測定装置 2 の光センサが対向する表示部 3 の画面の位置（測定位置）に、全白画像が表示されるように予め生成された校正画像を、表示部 3 に出力するとする。なお、校正画像は、校正処理を実行する際に設定された測定位置に基づいて、生成されるものであってもよい。

【0022】

図 3 は、第 1 の実施例に係る画像処理装置 1 の構成の一例を示すブロック図である。図 3 に示すように、画像処理装置 1 は、制御部 100、記憶部 200、および操作部 300 を有する。

【0023】

制御部 100 は、記憶部 200 から取得した入力画像のダイナミックレンジを、測定装置 2 から取得した輝度測定値に基づいて決定された表示レンジに変換して、出力画像を生成し、表示部 3 に出力する制御回路基板である。制御部 100 は、後述する各機能ブロックの全てもしくは一部の処理を実行するための Central Processing Unit（CPU）や、Micro Processing Unit（MPU）等の演

10

20

30

40

50

算処理装置を備える。また、制御部 100 は、後述する各機能ブロックの一部の処理を実行するための電子回路等のハードウェアを備えていてもよい。また、制御部 100 の演算処理装置は、記憶部 200 から読み取ったプログラムを実行することにより、後述の処理を実行する。

【0024】

記憶部 200 は、制御部 100 が生成する出力画像のもととなる画像データ、制御部 100 の演算処理装置が実行するプログラム、およびプログラムの実行に用いるパラメータを記憶する演算処理装置が読取可能な記憶媒体である。例えば、記憶部 200 は、ハードディスク等の不揮発性の記憶媒体であるとする。記憶部 200 は、半導体メモリ等の揮発性の記憶媒体を備えていてもよい。また、記憶部 200 は、測定装置 2 から取得した検出輝度を記憶する。

10

【0025】

操作部 300 は、ユーザが、画像処理装置 1 に対して、指示を入力するための操作部材である。例えば、操作部 300 は、キーボードやマウス等の物理的に信号を入力するための入力装置であるとする。また、操作部 300 は、表示部 3 に表示された Graphical User Interface (GUI) を操作して、ユーザの指示を入力するものであってもよい。例えば、操作部 300 は、画像処理装置 1 に対して、キャリブレーションの実行の指示や、表示レンジ設定値の入力が可能であるとする。

【0026】

制御部 100 は、画像処理部 101、入力レンジ取得部 102、表示レンジ取得部 103、測定輝度取得部 104、表示レンジ決定部 105、出力部 106、および校正制御部 107 を備える。さらに、画像処理部 101 は、リニア変換部 108 とレンジ変換部 109 とを備える。

20

【0027】

画像処理部 101 は、出力画像の対象とするダイナミックレンジが表示レンジ決定部 105 から取得した表示レンジになるように、入力画像の階調値を変換して、出力画像を生成する。画像処理部 101 は、画像処理部 101 は、出力画像を出力部 106 に出力する。画像処理部 101 の具体的な処理は、後述する。

【0028】

入力レンジ取得部 102 は、入力画像のダイナミックレンジ（入力レンジ）を取得する。具体的には、入力レンジは、入力画像が対象とする輝度関連値の範囲である。入力レンジは、入力画像取り得る輝度関連値の範囲とも言える。入力レンジ取得部 102 は、取得した入力レンジを示す情報を画像処理部 101 に出力する。

30

【0029】

例えば、入力レンジは、入力画像のデータに付加された情報であるとする。この場合、入力レンジ取得部 102 は、入力画像から、入力レンジを示す情報を分離する処理を実行して入力レンジを取得する。なお、入力画像が、画像処理装置 1 に接続された撮像装置から入力される撮影画像である場合には、入力レンジ取得部は、撮像装置から、入力レンジを示す情報を取得することができる。

【0030】

輝度関連値は、輝度に関連した値である。本実施例において、輝度関連値は、反射率であるとする。反射率は、輝度の表現の一形式であり、光が物体で反射する際の光源の輝度と反射光の輝度の比率を示す。環境光下で照明された物体の輝度は 0 ~ 100 % 程度の反射率で表現され、それを超える輝度を有する光源（照明装置、太陽、等）の輝度は 100 % 以上の反射率で表現されることが多い。本実施例では、入力画像データが対象とする反射率が 0 ~ 1000 % であり、入力画像データの信号レベル（階調値）は 10 ビットの値（0 ~ 1023）であるものとする。

40

【0031】

なお、輝度関連値は、輝度に関連した値であればよく、反射率に限らない。例えば、輝度関連値は、輝度（輝度値）そのものであってもよいし、撮像装置が有する撮像センサに

50

入射した光の量（光量）であってもよい。また、入力画像データが対象とする反射率の範囲、及び、入力画像データの階調値の範囲は、上述した範囲より狭くても広くてもよい。

【0032】

設定レンジ取得部103は、操作部300を介してユーザが入力した設定レンジを示す情報を取得する。設定レンジは、入力レンジのうち、入力画像に基づく画像が表示部3に表示される場合に、入力画像に指示された輝度関連値に対応する輝度で忠実に表示するダイナミックレンジである。例えば、ユーザが設定レンジとして、0～1000%を入力したとする。設定レンジ取得部103は、取得した表示レンジを示す情報を画像処理部101に出力する。

【0033】

設定レンジ取得部103は、ユーザが設定した動作モードに応じて、設定レンジを取得することも可能である。例えば、BT.709に対応する表示モードが設定された場合には、設定レンジ取得部103は、設定レンジとして0～100%のダイナミックレンジを取得する。そして、BT.709よりもダイナミックレンジが広い画像データに対応する表示モードが設定された場合には、設定レンジ取得部103は、表示モードに応じて、0～100%の範囲よりも広い設定レンジを取得する。広いダイナミックレンジ（例えば、BT.709よりも広いダイナミックレンジ）は、「HDR(High Dynamic Range)」とすることができる。ダイナミックレンジが広い画像データは、「HDR画像データ」とすることができる。

【0034】

測定輝度取得部104は、校正処理を実行することに応じて、測定装置2から表示部3の表示可能な輝度の最大値を示す表示最大輝度を取得する。例えば、表示最大輝度は、800cd/m²（輝度低下時の表示部3の表示輝度の最大値）であるとする。なお、測定輝度取得部104は、校正制御部107から取得した信号に基づいて、測定装置2が輝度測定を実行するように、測定装置2を制御してもよい。

【0035】

表示レンジ決定部105は、設定レンジ取得部103から取得した設定レンジを示す情報と、測定輝度取得部104から取得した表示最大輝度に基づいて、画像処理部101が生成する出力画像のダイナミックレンジ（表示レンジ）を決定する。具体的には、表示レンジ決定部105は、設定レンジと参照レンジとのうち、狭いほうのダイナミックレンジを、表示レンジとする。

【0036】

図4は、輝度関連値と表示輝度との対応関係を示す輝度関連情報を示す表である。図4において、輝度関連値は、反射率である。輝度関連値と表示輝度との対応関係を示す輝度関連情報は、例えば、テーブルデータとして記憶部200に記憶されているとする。本実施例において、入力画像の反射率と、表示輝度との関係は、線形であるとする。例えば、入力画像の反射率100%は、表示輝度100cd/m²に対応するとする。

【0037】

表示レンジ決定部105は、表示最大輝度と、輝度関連情報と、を用いて、表示最大輝度に対応する参照レンジを取得する。図4より、測定輝度取得部104から取得した表示最大輝度（800cd/m²）に対応する参照レンジは、0～800%である。したがって、この場合、表示レンジ決定部105は、参照レンジ（800%）を、表示レンジとして決定する。表示レンジ決定部105は、表示レンジを示す情報を画像処理部101に出力する。

【0038】

出力部106は、画像処理部101が出力した出力画像を、表示部3に出力する。出力部106は、表示部3が利用可能なデータの形式に出力画像を変換して出力してもよい。また、後述するように、校正処理実行時に校正制御部107の指示に応じて、記憶部200から読み出した校正画像を表示部3に出力する。

【0039】

校正制御部 107 は、校正処理を実行するように、測定輝度取得部 104 と出力部 106 とを制御する。校正制御部 107 は、ユーザの指示に基づいて、校正処理を実行とする。なお、校正制御部 107 は、記憶部 200 に記憶された予め定められたタイミングに基づいて、校正処理を実行するものであってもよい。

【0040】

校正処理を実行する場合、校正制御部 107 は、出力部 106 に、校正画像を表示部 3 に出力することを指示する信号を出力する。また、校正制御部 107 は、測定輝度取得部 104 に、測定装置 2 から、表示最大輝度を取得することを指示する信号を出力する。

【0041】

画像処理部 101 は、リニア変換部 108 とレンジ変換部 109 とを備える。画像処理部 101 は、入力レンジ取得部 102 から出力された入力レンジを示す情報と、表示レンジ決定部 105 から出力された表示レンジを示す情報と、に基づいて、レンジ変換処理を入力画像に施して出力画像を生成する。画像処理部 101 は、入力画像のうち表示レンジに含まれる輝度関連値に対応する領域が、入力画像のうち表示レンジに含まれない輝度関連値に対応する領域よりも、出力画像において、入力画像における階調特性に近くなるように、出力画像を生成する。

10

【0042】

レンジ変換処理は、入力画像のダイナミックレンジを入力レンジから表示レンジに変換する処理である。具体的には、レンジ変換処理は、出力画像のダイナミックレンジが表示レンジになるように、入力画像の各階調値を変換する。レンジ変換処理により、入力レンジのうち、表示レンジの内側の範囲は、表示レンジの外側の範囲よりも出力画像の階調特性として入力画像の階調特性に近い特性が得られる。画像処理部 101 は、生成した出力画像を表示部 3 に出力する。

20

【0043】

なお、画像処理部 101 が入力画像に施す画像処理は、レンジ変換処理に限らない。レンジ変換処理を含む複数の画像処理が入力画像に施されてもよい。レンジ変換処理以外の画像処理としては、例えば、ぼかし処理、エッジ強調処理、等を用いることができる。また、画像処理部 101 は、後述するようにリニア変換処理を入力画像に施すことも可能である。

【0044】

リニア変換部 108 は、輝度関連値（反射率）と階調値との関係（階調特性）が非線形である入力画像に対して、リニア変換処理を施して、線形の階調特性を有するリニア画像を生成する。図 5 は、反射率と、入力画像の階調値との関係を示す模式図である。本実施例では、入力画像は、反射率の増加に対して階調値が非線形（対数的）に増加する非線形特性を有するとする。例えば、入力画像の階調特性は、反射率に対して、 $1/\sqrt{x}$ の累乗であるとする。図 6 は、反射率と、リニア画像の階調値との関係を示す模式図である。図 6 に示すように、リニア画像は、反射率の増加に対して階調値が線形に増加する線形の階調特性を有する。リニア変換部 108 は、入力画像の階調特性を、リニア画像の階調特性に変換する。

30

【0045】

リニア変換部 108 は、生成したリニア画像をレンジ変換部 109 に出力する。なお、リニア変換処理は、その後の処理を簡単化するために行われるものであり、省略されてもよい。

40

【0046】

レンジ変換部 109 は、リニア画像にレンジ変換処理を施して、輝度関連値の範囲が表示レンジである出力画像を生成する。なお、レンジ変換部 109 は、表示部 3 のガンマ特性を考慮したガンマ変換処理を、レンジ変換処理が施されたリニア画像に施してもよい。例えば、表示部 3 のガンマ特性がガンマ値 = 2.2 のガンマ特性である場合には、レンジ変換部 109 は、レンジ変換処理が施されたリニア画像の階調値を $1/2.2$ 乗するガンマ変換処理を行う。なお、ガンマ変換処理は省略されてもよい。本実施例では、表示部 3

50

のガンマ特性がガンマ値 = 1 のガンマ特性であり、ガンマ変換処理は省略されとする。

【 0 0 4 7 】

図 7 を用いて、本実施例に係るレンジ変換処理の一例について具体的に説明する。図 7 は、リニア画像の階調値（入力階調値）および入力画像の反射率と、出力画像の階調値（出力階調値）および出力画像に基づいて画像を表示した場合の表示輝度と、の対応関係の一例を示す模式図である。図 7 の横軸は入力階調値を示す。なお、リニア変換処理により、リニア画像の階調値は、入力画像の反射率と線形に対応することから、図 7 の横軸は、入力画像の反射率を示す。図 7 の縦軸は出力階調値を示す。第 1 の実施例において、表示部 3 の表示特性は、図 2 に示すように、階調値に対して線形であるとする。したがって、図 7 の縦軸は、表示部 3 の表示輝度を示す。

10

【 0 0 4 8 】

本実施例では、出力画像の階調値も、入力画像と同様に、10ビットの値（0～1023）であるものとする。なお、出力画像の階調値の範囲は、上述した範囲より狭くても広くてもよい。出力画像の階調値の範囲は、入力画像の階調値の範囲より狭くても広くてもよい。

【 0 0 4 9 】

図 7 の破線 7 1 は、レンジ変換処理を行わない場合の、入力階調値と出力階調値との関係を比較のために示す。レンジ変換処理を行わない場合、出力階調値は、入力階調値と同じ階調値となる。

【 0 0 5 0 】

20

図 7 の実線 7 2 は、本実施例に係るレンジ変換処理を施した場合の入力階調値と出力階調値との関係を示す。本実施例では、以下の式 1 を用いて、出力階調値 L_{out} が算出される。式 1 において、 D_1 は入力レンジの最大反射率である。 D_1 は、100% であるとする。 D_2 は表示レンジの最大反射率である。 D_2 は 80% であるとする。 L_{in} は入力階調値である。式 1 において、出力階調値として使用可能な階調値の最大値よりも大きい L_{out} が算出された場合、 L_{out} は 1023 が設定される。即ち、1023 よりも大きい出力階調値 L_{out} は、1023 にクリップ（制限）される。このような変換処理をクリップ処理という。

$$L_{out} = (D_1 \div D_2) \times L_{in} \quad \cdots (式 1)$$

【 0 0 5 1 】

30

上述のレンジ変換処理により、入力画像の入力レンジのうち表示レンジに含まれる範囲に階調性を有する出力画像が生成される。

【 0 0 5 2 】

なお、式 1 を用いた演算によって、リニア画像の各階調値が変更されてもよいし、そうでなくてもよい。例えば、入力階調値と出力階調値の対応関係を表す LUT（Look Up Table）が、式 1 に基づいて予め生成されてもよい。そして、LUT を用いて、リニア画像の各階調値が変更されてもよい。具体的には、LUT からリニア画像の階調値（入力階調値）に対応する出力階調値が取得され、リニア画像の各階調値が取得値（取得された出力階調値）に変更されてもよい。

【 0 0 5 3 】

40

上述のレンジ変換処理を実行することによって、実線 7 2 に示すように、出力画像は、入力レンジのうち、表示レンジに対応する輝度関連値（反射率）において、入力画像における輝度関連値と輝度との対応に忠実な輝度で表示される。一方で、破線 7 1 で示すように、レンジ変換処理を行わない場合、入力画像の輝度関連値に対応する輝度よりも表示部 3 に表示される表示輝度が全体的に低下してしまう。これにより、表示部 3 に表示される画像の視認性が低下する。

【 0 0 5 4 】

上述のレンジ変換処理により、入力反射率の範囲のうち、表示レンジについて、表示レンジの外側の範囲に比べ、出力画像の階調特性として入力画像の階調特性に近い特性が得られる。それにより、階調特性の変化及び画質の劣化が抑制され、且つ、視認性が高い表

50

示画像を得ることができる。

【0055】

なお、出力階調値 L_{out} の算出式は、式1に限らない。レンジ変換処理前の画像の階調特性、レンジ変換処理後の画像の階調特性、入力階調値の範囲、出力階調値の範囲、等に依存して、式1は適宜変更される。

【0056】

本実施例によれば、表示部3の光源や発光素子の経時的な劣化等により、表示部3が表示可能な表示輝度が低下した場合において、入力画像の表示輝度の変化を抑制することが可能となる。表示部3の輝度低下前後における出力画像の表示輝度の変化を用いて、本実施例における画像処理装置1の効果を説明する。例えば、表示部3は、輝度低下前には1000cd/m²まで表示可能であり、輝度低下時には800cd/m²まで表示可能であるとする。また、設定レンジは0～1000%であるとする。

10

【0057】

図8は、入力画像の反射率に対する出力画像の階調値を示す模式図である。図8の横軸は、入力画像の反射率を示す。図8の縦軸は、出力画像の階調値を示す。図8の破線81は、表示レンジが0～1000%である場合の、入力画像の反射率に対する出力画像Aの階調値を示す。破線81は、輝度低下前の表示部3に対してキャリブレーション処理を実行して得られた表示最大輝度(1000cd/m²)に基づいて決定された参照レンジと設定レンジとを用いて、レンジ変換処理を施して生成された出力画像の階調値を示すといえる。また、破線81は、設定レンジのみに基づいて、レンジ変換処理を施して生成された出力画像の階調値を示すともいえる。

20

【0058】

一方、図8の直線82は、表示レンジが0～800%である場合の、入力画像の反射率に対する出力画像Bの階調値を示す。すなわち、直線82は、輝度低下時の表示部3に対してキャリブレーション処理を実行して得られた表示最大輝度(800cd/m²)に基づいて決定された参照レンジと設定レンジとを用いて、レンジ変換処理を施して生成された出力画像の階調値を示す。

【0059】

つまり、第1の実施例に記載の処理を実行することにより、表示部3の輝度低下の前後で、生成される出力画像は、出力画像Aから出力画像Bに変化する。一方で、表示最大輝度を用いて表示レンジを変更しない場合、表示部3の輝度低下によらず、出力画像Aが出力される。

30

【0060】

図9は、出力画像Aおよび出力画像Bに基づいて表示部3に画像を表示した場合の、入力画像の輝度関連値(反射率)と表示輝度との関係を示す模式図である。図9の横軸は、入力画像の輝度関連値(反射率)を示す。図9の縦軸は、出力画像の表示輝度を示す。

【0061】

図9の破線91は、輝度低下前の表示部3が出力画像Aに基づいて画像を表示した場合の、表示輝度を示す。出力画像Aは、入力画像の輝度関連値の最大値(1000%)に出力画像の階調値の最大値(1023)が対応する線形の階調特性を有する画像である。表示部3は、階調値に対して表示輝度が線形の表示特性であることから、出力画像Aの階調値の最大値は、表示部3が表示可能な最大の表示輝度(1000cd/m²)に対応し、階調値は表示輝度と線形に対応する。したがって、入力画像の輝度関連値と輝度との関係に忠実な輝度で、表示部3で表示される。

40

【0062】

図9の一点破線92は、輝度低下時の表示部3が出力画像Aに基づいて画像を表示した場合の、表示輝度を示す。表示輝度が低下した場合、出力画像Aの階調値は、表示部3が表示可能な最大の表示輝度(800cd/m²)までの範囲に線形に対応する。つまり、出力画像は、入力画像の輝度関連値に対応する輝度よりも全体的に低い輝度で表示部3に表示される。

50

【0063】

図9の実線93は、輝度低下時の表示部3が出力画像Bに基づいて画像を表示した場合の、表示輝度を示す。出力画像Bは、輝度低下時の表示部3が表示可能な最大の表示輝度（800cd/m²）に基づく、表示レンジ（0～800%）に対応するようにレンジ変換処理を施された画像である。出力画像Bの階調値の最大値は、表示レンジの最大値（800%）に対応し、階調値は表示輝度と線形に対応する。したがって、入力レンジのうち、表示レンジに含まれる入力画像の輝度関連値において、入力画像の輝度関連値と輝度との関係に忠実な輝度で、表示部3で表示される。

【0064】

本実施例に記載の画像処理装置によれば、上述の処理を実行することにより、キャリブレーションにより測定装置2が測定した表示部3の表示輝度の最大値（表示最大輝度）に基づいて決定された表示レンジに対応する出力画像を生成することが可能となる。したがって、表示部3が表示可能な輝度が、経時的な劣化や、光源の劣化等により低下した場合においても、表示可能な輝度の範囲の階調特性を忠実に表現することが可能となる。したがって、表示部3が表示可能な最大の表示輝度が変化する場合に、入力画像のうち、ユーザが指定した表示レンジに対応する領域の表示輝度が変化することを抑制することが可能となる。

【0065】

また、画像処理部101は、表示レンジ決定部105が決定した表示レンジを示すグラフィック画像を、On Screen Display（OSD）として生成し、出力画像に合成して表示部3に出力してもよい。

【0066】

図10は、画像処理部101が生成する表示レンジを示すOSD画像を示す模式図である。例えば、OSD画像は、ユーザが指定した設定レンジと、出力画像の表示レンジとを合わせて表示するためのグラフィック画像であるとする。これにより、ユーザは、設定したダイナミックレンジ（設定）のうち、実際に入力画像の階調特性に忠実に表示されるダイナミックレンジ（表示レンジ）を認識することが容易となる。図10において、輝度レンジ設定は、設定レンジと表示レンジとを表示する画面を示している。表示部3が輝度低下前（初期）である場合には、表示レンジ（1000%）は、設定レンジ（1000%）と同等である。表示部3が輝度低下時（劣化時）である場合には、表示レンジ（800%）は、設定レンジ（1000%）よりも低下し、OSD画像に表示レンジが低下したことが示される。

【0067】

なお、画像処理装置1は、キャリブレーションを任意のタイミングで実行し、取得した表示最大輝度に基づいて、時々刻々と動的に表示レンジを決定することも可能である。これにより、表示部3の温度や、使用環境による表示輝度の変動による画像への影響を抑制することが可能となる。例えば、測定装置2は、表示部3に組み込まれていてもよい。表示部3の画面の端部等、ユーザが画像を視認する際に妨げにならない位置に、測定装置2を配置することにより、任意のタイミングでキャリブレーションを実行し、表示最大輝度を取得することが可能となる。

【0068】

（第2の実施例）

本発明の第2の実施例における画像処理装置1は、入力画像の反射率が特定の範囲に含まれる場合、反射率に対して表示輝度が線形の関係となるように表示し、それ以外の範囲は、所定の指数関数に基づいて圧縮して表示するように、出力画像を生成する。画像処理装置1は、ユーザが設定した設定レンジを、特定の範囲とする。

【0069】

第2の実施例における画像処理装置1の装置構成図、および機能ブロック図は、第1の実施例と同様である。第2の実施例における画像処理装置1のうち、表示レンジ決定部105、およびレンジ変換部109以外の機能ブロックは、第1の実施例と同様であること

から説明を省略する。

【0070】

表示レンジ決定部105は、設定レンジ取得部103から、入力画像の反射率に対して表示輝度が線形となる設定レンジを示す情報を取得する。さらに、表示レンジ決定部105は、測定輝度取得部104から、キャリブレーションによって得られた表示部3の表示可能な最大の表示輝度である表示最大輝度を取得する。例えば、設定レンジは、0～500%

【0071】

レンジ変換部109は、設定レンジに含まれる反射率に対して表示輝度が線形になるように、リニア画像から出力画像を生成する。さらに、レンジ変換部109は、設定レンジに含まれない反射率が設定レンジの上限値に対応する表示輝度から表示最大輝度までの表示輝度の範囲で表示されるように、リニア画像から出力画像を生成する。言い換えると、レンジ変換部109は、設定レンジに含まれる輝度関連値に対応する領域が、それ以外の領域よりも、出力画像において、入力画像の階調特性に近くなるように出力画像を生成する。例えば、入力画像のダイナミックレンジ（入力レンジ）が0～1000%、表示部3の表示可能な輝度の最大値（表示最大輝度）は800cd/m²であるとする。

【0072】

図11は、入力画像の反射率に対して、第2の実施例の画像処理装置1が生成した出力画像に基づいて表示部3が画像を表示した場合の輝度を示す模式図である。図11に示すように、入力画像の反射率が設定レンジ（0～500%）に含まれる場合、反射率に対して、輝度が線形の関係になるように出力画像を生成される。さらに、設定レンジを超える（>500%）反射率は、設定レンジの上限値（500%）に対応する表示輝度500cd/m²から、表示最大輝度（800cd/m²）までの範囲で表示されるように階調が圧縮される。

【0073】

第2の実施例によれば、表示部3の表示可能な輝度の最大値が光源の経時的な劣化等により低下した場合に、少なくとも設定レンジに含まれる反射率に対応する入力画像の表示特性の変化を抑制することが可能となる。また、第1の実施例に記載したように、例えば、表示部3の表示輝度の最大値が低下した場合に、少なくとも設定レンジに含まれる反射率に対応する入力画像の表示特性の変化を抑制することが可能となる。したがって、表示部3が表示可能な最大の表示輝度が変化する場合に、入力画像のうち、ユーザが指定した設定レンジに対応する領域の表示輝度が変化することを抑制することが可能となる。

【0074】

図12は、輝度低下前後における入力画像の輝度関連値に対する表示輝度の変化を示す模式図である。図12の横軸は、入力画像の輝度関連値（反射率）を示す。図12の縦軸は、表示輝度を示す。

【0075】

図12の破線121は、輝度低下前の表示部3に対してキャリブレーションを実行して得られた表示最大輝度に基づいて、生成された出力画像Cの表示輝度を示す。また、図12の実線122は、輝度低下時の表示部3に対してキャリブレーションを実行して得られた表示最大輝度に基づいて、生成された出力画像Cの表示輝度を示す。表示部3の表示輝度は、輝度低下前は800cd/m²まで表示可能であり、輝度低下時は600cd/m²まで表示可能であるとする。設定レンジは、0～500%であるとする。

【0076】

表示部3の表示輝度の最大値が、800cd/m²から600cd/m²に低下した場合に、入力画像の反射率と画像処理装置1が出力する出力画像に基づいて表示される画像の輝度との関係は、破線121から実線122に変化する。したがって、表示部3が表示可能な表示輝度が低下した場合においても、設定レンジ（0～500%）において、入力画像の輝度関連値と輝度との関係に忠実に輝度が輝度関連値に対して線形の特性で表示される。

【 0 0 7 7 】

これにより、表示部 3 の表示可能な輝度が低下しても、ユーザが入力画像に関連付けられた輝度関連値に対して忠実に輝度を表示したい設定レンジの表示輝度が低下することを抑制することが可能となる。

【 0 0 7 8 】

< その他の実施例 >

本発明は、上述の実施例の 1 以上の機能を実現するプログラムを、ネットワーク又は記憶媒体を介してシステム又は装置に供給し、そのシステム又は装置のコンピュータにおける 1 つ以上のプロセッサがプログラムを読み出し実行する処理でも実現可能である。また、1 以上の機能を実現する回路（例えば、ASIC）によっても実現可能である。

10

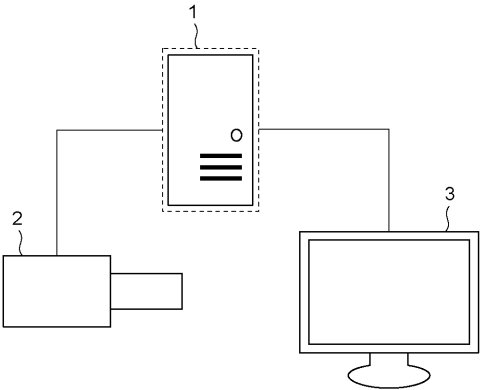
【 符号の説明 】

【 0 0 7 9 】

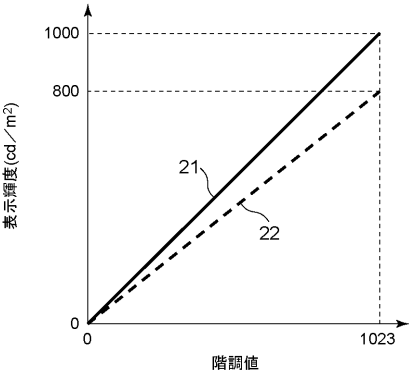
- 1 画像処理装置
- 2 測定装置
- 3 表示部
- 1 0 0 制御部
- 1 0 1 画像処理部
- 1 0 2 入力レンジ取得部
- 1 0 3 設定レンジ取得部
- 1 0 4 測定輝度取得部
- 1 0 5 表示レンジ決定部
- 1 0 6 出力部
- 1 0 7 校正制御部
- 1 0 8 リニア変換部
- 1 0 9 レンジ変換部
- 2 0 0 記憶部
- 3 0 0 操作部

20

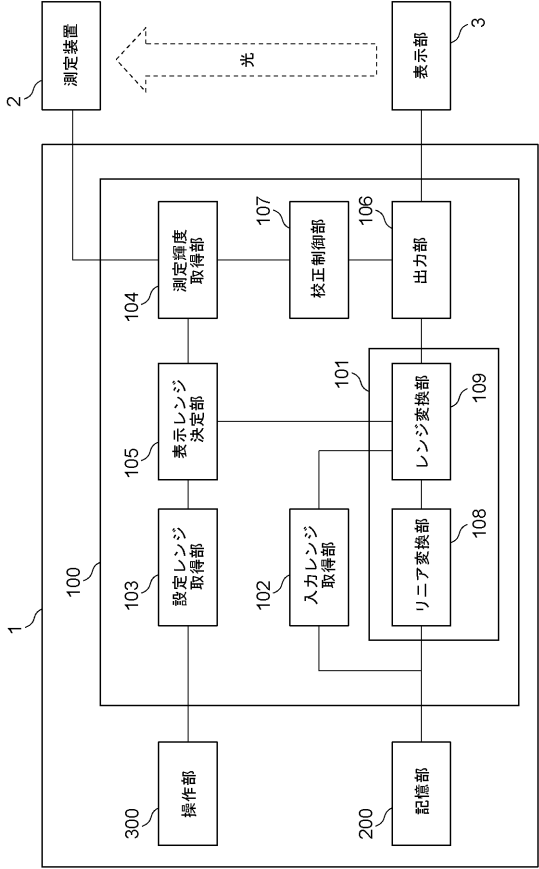
【図 1】



【図 2】



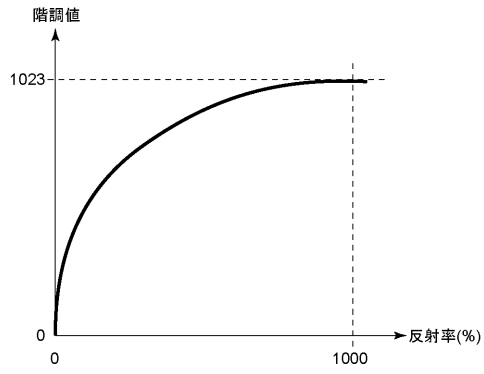
【図 3】



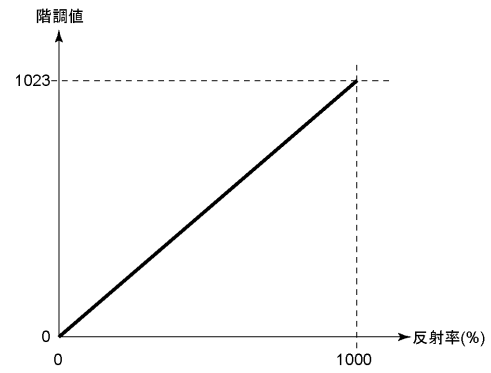
【図 4】

入力画像の反射率[%]	表示輝度[cd/m ²]
0	0
100	100
200	200
300	300
...	...
800	800
900	900
1000	1000

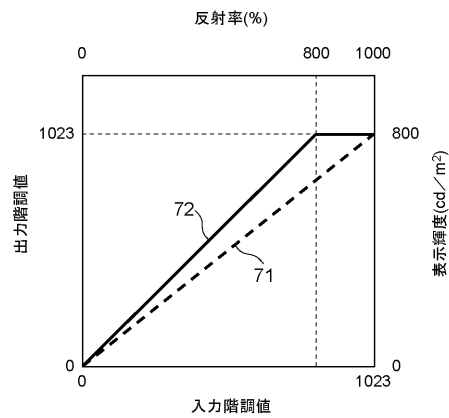
【図 5】



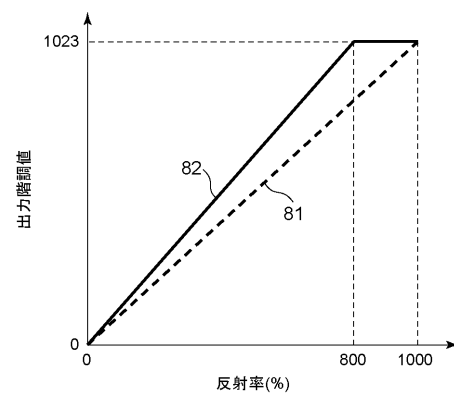
【図 6】



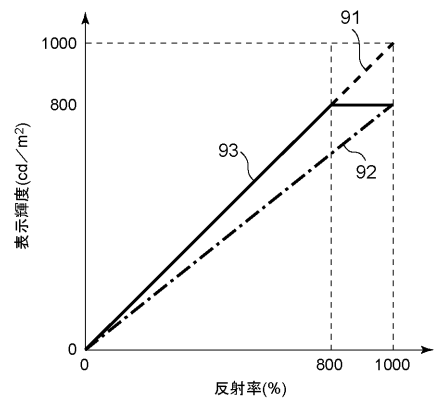
【図 7】



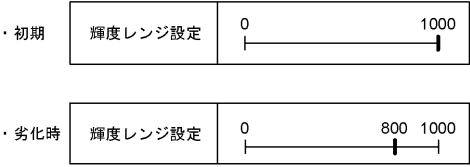
【図 8】



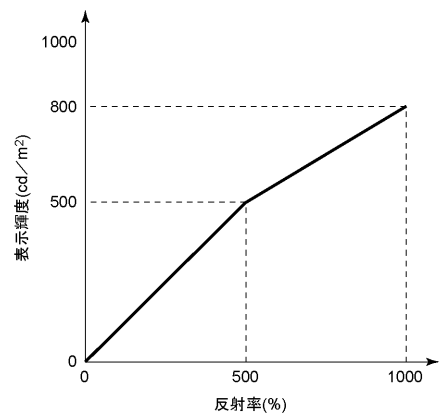
【図 9】



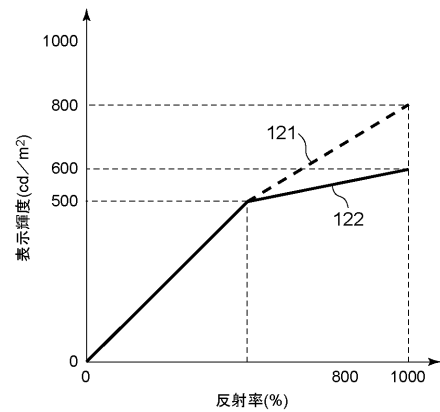
【図 10】



【図 11】



【図 12】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
H 0 4 N 5/66 A

(56)参考文献 国際公開第 2 0 1 5 / 1 9 8 5 5 4 (W O , A 1)
特開 2 0 0 6 - 2 5 1 5 1 6 (J P , A)
特開 2 0 1 3 - 3 3 2 1 1 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)
G 0 9 G 5 / 0 0 - 5 / 4 2
H 0 4 N 5 / 6 6