

(19) 日本国特許庁(JP)

再公表特許(A1)

(11) 国際公開番号

W02018/212212

発行日 令和2年3月19日(2020.3.19)

(43) 国際公開日 平成30年11月22日(2018.11.22)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード(参考)
G09G 5/10 (2006.01)	G09G 5/10 B	5B057
G09G 5/36 (2006.01)	G09G 5/36 520A	5C021
G09G 5/00 (2006.01)	G09G 5/00 550C	5C122
H04N 5/20 (2006.01)	H04N 5/20	5C182
G06T 5/00 (2006.01)	G06T 5/00 740	

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 24 頁) 最終頁に続く

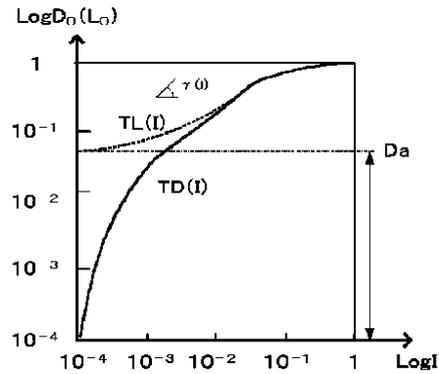
出願番号 特願2019-518822 (P2019-518822)	(71) 出願人 504258527 国立大学法人 鹿児島大学 鹿児島県鹿児島市郡元一丁目21番24号
(21) 国際出願番号 PCT/JP2018/018861	
(22) 国際出願日 平成30年5月16日(2018.5.16)	
(31) 優先権主張番号 特願2017-99165 (P2017-99165)	(74) 代理人 100095407 弁理士 木村 満
(32) 優先日 平成29年5月18日(2017.5.18)	(74) 代理人 100162259 弁理士 末富 孝典
(33) 優先権主張国・地域又は機関 日本国(JP)	(74) 代理人 100168114 弁理士 山中 生太
	(74) 代理人 100146916 弁理士 廣石 雅紀
	(72) 発明者 大塚 作一 鹿児島県鹿児島市郡元一丁目21番24号 国立大学法人 鹿児島大学内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 画像調整装置、画像調整方法及びプログラム

(57) 【要約】

トーン調整部は、第1の画像データにおける最大値1で正規化された輝度値をIとし、第2の画像データにおける最大値1で正規化された輝度値をD<sub>0</sub>とし、鑑賞時の環境光の輝度値をD<sub>a</sub>とし、鑑賞時の環境光の影響を考慮した輝度値をL<sub>0</sub>とし、変換用のトーンカーブをTD(I)とし、環境を考慮したトーンカーブをTL(I)とした場合に、L<sub>0</sub> = D<sub>0</sub> + D<sub>a</sub> = TD(I) + D<sub>a</sub> = TL(I)の関係が成り立つように仮定し、L<sub>0</sub> = TL(I)を両対数に変換した後の傾きを示すγ(I)がダイナミックレンジ全域で0にならないようにトーンカーブTD(I)を調整する。



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

第 1 のダイナミックレンジを有する第 1 の画像データの輝度値を、第 1 のダイナミックレンジより小さい第 2 のダイナミックレンジを有する第 2 の画像データの輝度値に調整するトーン調整部を備え、

前記トーン調整部は、

前記第 1 の画像データにおける最大値 1 で正規化された輝度値を  $I$  とし、前記第 2 の画像データにおける最大値 1 で正規化された輝度値を  $D_o$  とし、鑑賞時の環境光による輝度値を  $D_a$  とし、鑑賞時の環境光の影響を考慮した前記第 2 の画像データの輝度値を  $L_o$  とし、変換用のトーンカーブを  $TD(I)$  とし、環境を考慮したトーンカーブを  $TL(I)$  とした場合に、

$L_o = D_o + D_a = TD(I) + D_a = TL(I)$  の関係が成り立つように仮定し、 $L_o = TL(I)$  を両対数に変換した後の傾きを示す  $(I)$  がダイナミックレンジ全域で 0 にならないようにトーンカーブ  $TD(I)$  を調整する、

画像調整装置。

## 【請求項 2】

前記トーン調整部における前記トーンカーブ  $TL(I)$  は、単調増加関数である、請求項 1 に記載の画像調整装置。

## 【請求項 3】

$D_a = TD(I) = TL(I) / 2$  を与える輝度値  $I$  の値を  $I_a$  とし、

$1 - I - I_a$  の少なくとも 1 箇所で前記傾き  $(I)$  が 0.5 を上回っている、

請求項 2 に記載の画像調整装置。

## 【請求項 4】

前記傾き  $(I)$  が最大値をとる  $I$  の値を  $I_m$  とすると、

$1 - I_m - I_a$  の関係を満たす、

請求項 2 又は 3 に記載の画像調整装置。

## 【請求項 5】

前記環境光の強度を検出する照明センサを備え、

前記トーン調整部は、

前記照明センサで検出された前記環境光の強度と、画像を表示する画面の反射率とに基づいて、前記環境光による輝度値  $D_a$  を算出し、

前記輝度値  $D_a$  に応じて、前記傾き  $(I)$  がダイナミックレンジ全域で 0 にならないように、前記トーンカーブ  $TD(I)$  を調整する、

請求項 1 から 4 のいずれか一項に記載の画像調整装置。

## 【請求項 6】

前記トーン調整部は、

前記輝度値  $D_a$  に応じて、前記傾き  $(I)$  がダイナミックレンジ全域で 0 にならないように前記トーンカーブ  $TD(I)$  とともに前記第 2 の画像データの最大輝度値を調整する、

請求項 5 に記載の画像調整装置。

## 【請求項 7】

特性が異なるトーンカーブを複数記憶する記憶部を備え、

前記トーン調整部は、

前記記憶部に記憶されたトーンカーブの中から、前記第 1 の画像データにおいて画素数が多い輝度値の範囲で鑑賞時の環境光の影響を加味した時の前記傾き  $(I)$  が大きい前記トーンカーブ  $TD(I)$  を選択し、

選択した前記トーンカーブ  $TD(I)$  を用いて前記第 1 の画像データの輝度値を前記第 2 の画像データの輝度値に調整する、

請求項 1 から 6 のいずれか一項に記載の画像調整装置。

## 【請求項 8】

10

20

30

40

50

特性が異なる前記トーンカーブ  $T D ( I )$  を複数記憶する記憶部を備え、  
前記トーン調整部は、

前記記憶部に記憶された前記トーンカーブ  $T D ( I )$  の中から、前記第 1 の画像データにおいて鑑賞者の注視領域の輝度値の範囲で鑑賞時の環境光の影響を加味した時の前記傾き  $( I )$  が大きいトーンカーブ  $T D ( I )$  を選択し、

選択した前記トーンカーブ  $T D ( I )$  を用いて前記第 1 の画像データの輝度値を前記第 2 の画像データの輝度値に調整する、

請求項 1 から 6 のいずれか一項に記載の画像調整装置。

【請求項 9】

画像を表示する表示部と、マンマシンインターフェイスである操作部とを備え、

前記表示部が前記トーンカーブ  $T D ( I )$  を表示しつつ、前記操作部を介して前記トーンカーブ  $T D ( I )$  の特性を調整可能である、

請求項 1 から 6 のいずれか一項に記載の画像調整装置。

【請求項 10】

前記表示部は、鑑賞時の環境光の影響を加味したトーンカーブ  $T L ( I )$  を表示する、  
請求項 9 に記載の画像調整装置。

【請求項 11】

前記トーン調整部は、

輝度値が最低である領域を含む画像データを、前記第 1 の画像データとして、前記表示部に表示されたトーンカーブを用いて、前記第 1 の画像データの輝度値を前記第 2 の画像データの輝度値に調整し、

前記表示部に前記第 2 の画像データを表示しつつ、前記操作部の操作入力により前記トーンカーブの特性を調整可能である、

請求項 10 に記載の画像調整装置。

【請求項 12】

画像を表示する表示部と、

マンマシンインターフェイスである操作部と、

第 1 のダイナミックレンジを有する第 1 の画像データの輝度値を、第 2 のダイナミックレンジを有する第 2 の画像データの輝度値に調整するトーン調整部と、を備え、

前記トーン調整部は、

入力を  $X$  とし、出力を  $Y$  とした場合に  $\log Y = ( X ) \log X$  の関係を有するトーンカーブを用いて前記第 1 の画像データの輝度値を、前記第 2 の画像データの輝度値に調整し、

前記表示部が前記トーンカーブを表示しつつ、前記操作部を介して前記トーンカーブの特性を調整可能である、

画像調整装置。

【請求項 13】

第 1 のダイナミックレンジを有する第 1 の画像データの輝度値を、第 1 のダイナミックレンジより小さい第 2 のダイナミックレンジを有する第 2 の画像データの輝度値に調整するトーン調整ステップを含み、

前記トーン調整ステップでは、

前記第 1 の画像データにおける最大値 1 で正規化された輝度値を  $I$  とし、前記第 2 の画像データにおける最大値 1 で正規化された輝度値を  $D_0$  とし、鑑賞時の環境光による輝度値を  $D_a$  とし、

鑑賞時の環境光の影響を考慮した前記第 2 の画像データの輝度値を  $L_0$  とし、変換用のトーンカーブを  $T D ( I )$  とし、環境を考慮したトーンカーブを  $T L ( I )$  とした場合に、

$L_0 = D_0 + D_a = T D ( I ) + D_a = T L ( I )$  の関係が成り立つように仮定し、 $L_0 = T L ( I )$  を両対数に変換した後の傾きを示す  $( I )$  がダイナミックレンジ全域で 0 にならないようにトーンカーブ  $T D ( I )$  を調整する、

10

20

30

40

50

画像調整方法。

【請求項 14】

コンピュータを、

第1のダイナミックレンジを有する第1の画像データの輝度値を、第1のダイナミックレンジより小さい第2のダイナミックレンジを有する第2の画像データの輝度値に調整するトーン調整部として機能させ、

前記トーン調整部は、

前記第1の画像データにおける最大値1で正規化された輝度値をIとし、前記第2の画像データにおける最大値1で正規化された輝度値を $D_o$ とし、鑑賞時の環境光による輝度値を $D_a$ とし、

鑑賞時の環境光の影響を考慮した前記第2の画像データの輝度値を $L_o$ とし、変換用のトーンカーブを $T D(I)$ とし、環境を考慮したトーンカーブを $T L(I)$ とした場合に、

$L_o = D_o + D_a = T D(I) + D_a = T L(I)$ の関係が成り立つように仮定し、 $L_o = T L(I)$ を両対数に変換した後の傾きを示す $(I)$ がダイナミックレンジ全域で0にならないようにトーンカーブ $T D(I)$ を調整する、

プログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、画像調整装置、画像調整方法及びプログラムに関する。

【背景技術】

【0002】

ダイナミックレンジとは、画像における輝度の最大値と最小値の幅（比率）のことをいう。最近では、ダイナミックレンジが広い画像を撮像することが可能となっており、このような画像をHDR（High Dynamic Range）画像ともいう。HDR画像においては、ダイナミックレンジは例えば6000：1（1/6000）であり、その輝度値は例えば16ビットで表現される。

【0003】

これに対して、通常のディスプレイで表現できる程度の幅のダイナミックレンジを有する画像をSDR（Standard Dynamic Range）画像という。SDR画像では、ダイナミックレンジは、例えば20：1（1/20）であり、輝度値は例えば8ビットで表現される。

【0004】

最近では、モバイル機器等の発達に伴い、暗い部屋でHDRディスプレイを用いて表示することが前提となっている映画等のHDR画像を、明るい環境の下でモバイル機器の画面のようなSDRディスプレイを用いて鑑賞したいという要請が高まっている。そこで、入力されたHDR画像から、表示画面が表現可能な輝度範囲内で表示できる画像を生成する画像処理装置等が開示されている（例えば、特許文献1参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2006-215756号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

画像のトーンマッピングには、画像全体を同じトーンカーブを用いてマッピングするグローバルマッピングと、画像の部分的な特徴を用いて部分的に異なるトーンマッピングを行う部分マッピングと、がある。本発明者は、一部の特殊な条件を除いて、人は画面全体で輝度のバランスを意識して判別していることを発見した。したがって、部分マッピングを行うと、人間の輝度の判別に影響を与える画像の輝度のバランスが崩れてしまう可能性

10

20

30

40

50

があるため、画像に対してグローバルマッピングを行って画像の輝度のバランスを崩すことなく、現実の環境での画像の実際の見え方を考慮して輝度を調整できるようになっているのが望ましい。

【0007】

現実の環境での画像の実際の見え方に影響を与えるのが鑑賞時の照明光である。照明光が画像を表示する画面で反射すると、その反射光によりその画像を見る者の各画素の輝度が大きくなるためである。これにより、例えば、照明光が強い環境では、輝度値の低い部分のコントラストが大幅に低下し、画像が見えなくなってしまうなどの影響が出る。

【0008】

本発明は、上記実情に鑑みてなされたものであり、画像の輝度のバランスを崩すことなく、現実の環境での画像の見え方を考慮したトーンマッピングで画像調整を行うことができる画像調整装置、画像調整方法及びプログラム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】

上記目的を達成するために、本発明の第1の観点に係る画像調整装置は、

第1のダイナミックレンジを有する第1の画像データの輝度値を、第1のダイナミックレンジより小さい第2のダイナミックレンジを有する第2の画像データの輝度値に調整するトーン調整部を備え、

前記トーン調整部は、

前記第1の画像データにおける最大値1で正規化された輝度値を $I$ とし、前記第2の画像データにおける最大値1で正規化された輝度値を $D_0$ とし、鑑賞時の環境光による輝度値を $D_a$ とし、鑑賞時の環境光の影響を考慮した前記第2の画像データの輝度値を $L_0$ とし、変換用のトーンカーブを $TD(I)$ とし、環境を考慮したトーンカーブを $TL(I)$ とした場合に、

$L_0 = D_0 + D_a = TD(I) + D_a = TL(I)$ の関係が成り立つように仮定し、 $L_0 = TL(I)$ を両対数に変換した後の傾きを示す $(I)$ がダイナミックレンジ全域で0にならないようにトーンカーブ $TD(I)$ を調整する。

【0010】

この場合、前記トーン調整部における前記トーンカーブ $TL(I)$ は、単調増加関数である、

こととしてもよい。

【0011】

また、 $D_a = TD(I) = TL(I) / 2$ を与える輝度値 $I$ の値を $I_a$ とし、

$1 - I - I_a$ の少なくとも1箇所で前記傾き $(I)$ が0.5を上回っている、

こととしてもよい。

【0012】

前記傾き $(I)$ が最大値をとる $I$ の値を $I_m$ とすると、

$1 - I_m - I_a$ の関係を満たす、

こととしてもよい。

【0013】

前記環境光の強度を検出する照明センサを備え、

前記トーン調整部は、

前記照明センサで検出された前記環境光の強度と、画像を表示する画面の反射率とに基づいて、前記環境光による輝度値 $D_a$ を算出し、

前記輝度値 $D_a$ に応じて、前記傾き $(I)$ がダイナミックレンジ全域で0にならないように、前記トーンカーブ $TD(I)$ を調整する、

こととしてもよい。

【0014】

前記トーン調整部は、

前記輝度値 $D_a$ に応じて、前記傾き $(I)$ がダイナミックレンジ全域で0にならない

10

20

30

40

50

ように前記トーンカーブTD(I)とともに前記第2の画像データの最大輝度値を調整する、

こととしてもよい。

【0015】

この場合、特性が異なるトーンカーブを複数記憶する記憶部を備え、

前記トーン調整部は、

前記記憶部に記憶されたトーンカーブの中から、前記第1の画像データにおいて画素数が多い輝度値の範囲で鑑賞時の環境光の影響を加味した時の前記傾き(I)が大きい前記トーンカーブTD(I)を選択し、

選択した前記トーンカーブTD(I)を用いて前記第1の画像データの輝度値を前記第2の画像データの輝度値に調整する、

こととしてもよい。

10

【0016】

特性が異なる前記トーンカーブTD(I)を複数記憶する記憶部を備え、

前記トーン調整部は、

前記記憶部に記憶された前記トーンカーブTD(I)の中から、前記第1の画像データにおいて鑑賞者の注視領域の輝度値の範囲で鑑賞時の環境光の影響を加味した時の前記傾き(I)が大きいトーンカーブTD(I)を選択し、

選択した前記トーンカーブTD(I)を用いて前記第1の画像データの輝度値を前記第2の画像データの輝度値に調整する、

こととしてもよい。

20

【0017】

画像を表示する表示部と、マンマシンインターフェイスである操作部とを備え、

前記表示部が前記トーンカーブTD(I)を表示しつつ、前記操作部を介して前記トーンカーブTD(I)の特性を調整可能である、

こととしてもよい。

【0018】

前記表示部は、鑑賞時の環境光の影響を加味したトーンカーブTL(I)を表示する、

こととしてもよい。

【0019】

30

前記トーン調整部は、

輝度値が最低である領域を含む画像データを、前記第1の画像データとして、前記表示部に表示されたトーンカーブを用いて、前記第1の画像データの輝度値を前記第2の画像データの輝度値に調整し、

前記表示部に前記第2の画像データを表示しつつ、前記操作部の操作入力により前記トーンカーブの特性を調整可能である、

こととしてもよい。

【0020】

本発明の第2の観点に係る画像調整装置は、

画像を表示する表示部と、

40

マンマシンインターフェイスである操作部と、

第1のダイナミックレンジを有する第1の画像データの輝度値を、第2のダイナミックレンジを有する第2の画像データの輝度値に調整するトーン調整部と、を備え、

前記トーン調整部は、

入力をXとし、出力をYとした場合に $\log Y = (X) \log X$ の関係を有するトーンカーブを用いて前記第1の画像データの輝度値を、前記第2の画像データの輝度値に調整し、

前記表示部が前記トーンカーブを表示しつつ、前記操作部を介して前記トーンカーブの特性を調整可能である。

【0021】

50

本発明の第3の観点に係る画像調整方法は、

第1のダイナミックレンジを有する第1の画像データの輝度値を、第1のダイナミックレンジより小さい第2のダイナミックレンジを有する第2の画像データの輝度値に調整するトーン調整ステップを含み、

前記トーン調整ステップでは、

前記第1の画像データにおける最大値1で正規化された輝度値を $I$ とし、前記第2の画像データにおける最大値1で正規化された輝度値を $D_0$ とし、鑑賞時の環境光による輝度値を $D_a$ とし、

鑑賞時の環境光の影響を考慮した前記第2の画像データの輝度値を $L_0$ とし、変換用のトーンカーブを $TD(I)$ とし、環境を考慮したトーンカーブを $TL(I)$ とした場合に

10

$L_0 = D_0 + D_a = TD(I) + D_a = TL(I)$ の関係が成り立つように仮定し、 $L_0 = TL(I)$ を両対数に変換した後の傾きを示す $(I)$ がダイナミックレンジ全域で0にならないようにトーンカーブ $TD(I)$ を調整する。

【0022】

本発明の第4の観点に係るプログラムは、

コンピュータを、

第1のダイナミックレンジを有する第1の画像データの輝度値を、第1のダイナミックレンジより小さい第2のダイナミックレンジを有する第2の画像データの輝度値に調整するトーン調整部として機能させ、

20

前記トーン調整部は、

前記第1の画像データにおける最大値1で正規化された輝度値を $I$ とし、前記第2の画像データにおける最大値1で正規化された輝度値を $D_0$ とし、鑑賞時の環境光による輝度値を $D_a$ とし、

鑑賞時の環境光の影響を考慮した前記第2の画像データの輝度値を $L_0$ とし、変換用のトーンカーブを $TD(I)$ とし、環境を考慮したトーンカーブを $TL(I)$ とした場合に

$L_0 = D_0 + D_a = TD(I) + D_a = TL(I)$ の関係が成り立つように仮定し、 $L_0 = TL(I)$ を両対数に変換した後の傾きを示す $(I)$ がダイナミックレンジ全域で0にならないようにトーンカーブ $TD(I)$ を調整する。

30

【発明の効果】

【0023】

本発明によれば、鑑賞時の環境光の影響を考慮してコントラスト比が低下した状態でも傾きが0とならないトーンカーブを用いて画像調整を行っているため、鑑賞時の環境光によりコントラスト比が小さくなった状態でも、黒つぶれや、白とびを少なくしつつ、弁別閾(区別できる最小の変化量)を増加させることができる。この結果、画像の輝度のバランスを崩すことなく、現実の環境での画像の見え方を考慮したトーンマッピングで画像調整を行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【0024】

40

【図1】本発明の実施の形態に係る画像調整装置の構成を示すブロック図である。

【図2A】撮像対象の実際の輝度と撮像された画像データの輝度との関係を示す図である。

【図2B】HDR、SDRの雑音レベルと、16ビットの理論限界とを示す図である。

【図3】図1の画像調整装置におけるトーンカーブの一例を示す図である。

【図4】従来例のトーンカーブの一例を示す図である。

【図5】鑑賞時の実際の画像の見え方を示す模式図である。

【図6】明るい環境で撮像されたトーンカーブの一例を示す図である。

【図7】暗い環境で撮像されたトーンカーブの一例を示す図である。

【図8】本発明の実施の形態に係る画像調整装置の動作を示すフローチャートである。

50

【図 9】自動処理 1 のフローチャートである。

【図 10】自動処理 2 のフローチャートである。

【図 11】手動処理のフローチャートである。

【図 12】後処理のフローチャートである。

【図 13】手動処理で用いられる画像データの一例を示す図である。

【図 14】図 1 の画像調整装置で調整される一般的なトーンカーブを示す図である。

【図 15】調整されたトーンカーブの一例を示す図である。

【図 16】調整されたトーンカーブの他の例を示す図である。

【図 17】本発明の他の実施の形態に係る画像調整装置の構成を示すブロック図である。

【図 18】図 17 の画像調整装置で調整される一般的なトーンカーブを示す図である。

10

【発明を実施するための形態】

【0025】

以下、本発明の実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。なお、以下の図面では、各構成部材の大きさや構成部材間の位置関係が実際のものとは異なる場合がある。また、以下の図面において、同一又は相当部分には同一符号を付す。

【0026】

図 1 に示すように、画像調整装置 1 はコンピュータであり、CPU (Central Processing Unit) 及びメモリから成る制御部 2 と、ハードディスク等から成る記憶部 3 と、マンマシンインターフェイスである操作部 4 と、画面を表示する表示ディスプレイである表示部 5 と、を備える。操作部 4 の操作入力により、制御部 2 が記憶部 3 に記憶されたプログラムを実行されることにより、画像調整装置 1 の以下の構成要素の機能が実現される。例えば、操作部 4 の操作入力に従って表示部 5 の表示画像が変更され、画像データの輝度値が調整される。

20

【0027】

画像調整装置 1 は、そのような構成要素として、前処理部 10 と、トーン調整部 11 と、後処理部 12 と、を備える。また、記憶部 3 には、入力データ 20 と、トーンカーブ 21 と、出力データ 22 とが記憶されている。

【0028】

入力データ 20 は、撮像素子で撮像された動画データ又は静止画データ (第 1 の画像データ) である。入力データ 20 は、HDR 規格の画像 (TIFF (Tag Image File Format), BTR (Broadcast and Television Receivers) 規格) でもよいし、SDR 規格の画像 (JPEG (Joint Photographic Experts Group), MPEG (Moving Picture Experts Group)) でもよい。画像調整装置 1 は、第 1 のダイナミックレンジを有する入力データ 20 (第 1 の画像データ) の輝度値を、第 2 のダイナミックレンジ (例えば SDR) を有する出力データ 22 (第 2 の画像データ) の輝度値に調整する。調整した輝度値を有する出力データ 22 は、記憶部 3 に記憶される。本実施の形態では、第 1 のダイナミックレンジは、第 2 のダイナミックレンジより大きい (すなわち第 2 のダイナミックレンジは、第 1 のダイナミックレンジより小さい) もとする。

30

【0029】

なお、撮像素子においては、撮像対象の実際の輝度値  $I'$  ( $I'_{MIN} \sim I'_{MAX}$ ) と、撮像素子で撮像された画像データ (入力データ 20) の輝度値  $D_{ip}$  ( $\log 1 \sim \log 255$  (8 ビットの場合) 又は  $\log 65535$  (16 ビットの場合)) との間には、図 2A に示すように、 $\log D_i = f_1(\log I')$  の関係がある。なお、SDR 画像、HDR 画像には、図 2B に示すように、画像に含まれるノイズのため、実際の輝度値  $I'$  との間で線形関係に限界がある。

40

【0030】

前処理部 10 は、画像の輝度調整に先立って前処理を行う。具体的には、前処理部 10 は、入力データ 20 を記憶部 3 から読み込んで、入力データ 20 に対する前処理、例えば、入力データ 20 の線形化、正規化、校正処理を行う。具体的には、前処理部 10 は、入力データ 20 の各画素の輝度値  $D_i$  を、以下の演算式を用いて正規化された輝度値  $D_{ip}$

50

に変換する。

$$D_{ip} = K \cdot f_1^{-1}(D_i)$$

なお、以下の実施の形態では、この輝度値  $D_{ip}$  を、第1の画像データ（入力データ20）の輝度値  $I$  として説明を行う。

【0031】

トーン調整部11は、前処理部10で前処理されたデータの各画素の輝度値  $I$  を入力するとともにトーンカーブ21を記憶部3から読み込む。トーン調整部11は、読み込んだ入力データ20の輝度値  $I$  を、トーンカーブ21を用いて、出力データ22の輝度値  $D_0$  に調整する。

【0032】

トーンカーブ21は、前処理された入力データ20の輝度値を  $X$  とし、出力する画像データの輝度値を  $Y$  とすると、 $\log Y = (X) \log X$  の関係を有する曲線である。 $(X)$  はトーンカーブ21の傾きである。本実施の形態では、 $X$  は、前処理がなされた画像データの輝度値  $I$  であり、 $Y$  は調整後の輝度値  $D_0$  または鑑賞時の環境光の影響を加味した輝度値  $L_0$  である。

【0033】

記憶部3には、トーンカーブ21として、標準となるトーンカーブ  $T D_{STD}(I)$ （後述する  $T D(I)$  に対応）が記憶されている。図3に示すように、横軸を  $\log I$  とし、縦軸を  $\log D_0$  とすると、トーンカーブ  $T D_{STD}(I)$  は、傾き  $(I)$  のグラフとなる。傾き  $(I)$  の値は輝度値  $I$  によって異なっている。また、トーンカーブ  $T D_{STD}(I)$  は、輝度値の最大値近傍（ $\log I = 1$  の近傍）では、その輝度値が、ハードクリッピングでなく、ソフトクリッピングされている。すなわち、輝度値の最大値に近づくにつれて、傾き  $(I)$  が小さくなっている。これにより、画像の白とびが抑制されている。

【0034】

本実施の形態では、トーンカーブ  $T D_{STD}(I)$  は、鑑賞時の環境光の影響を考慮してその特性が決められている。鑑賞時の環境については様々なものがある。環境光の影響について、以下の3つの場合を例にとって説明する。

S：映画を見る暗室のような明るさ（1000：1）の場合

A：周りが暗く、広いダイナミックレンジ（100：1）で再生可能な明るさの場合

B：通常の明るさ（ダイナミックレンジ20：1）の場合

【0035】

入力データ20の正規化された輝度値  $I$  を、トーンカーブ  $T D_{STD}(I)$  を用いて調整すれば、画素の輝度値は  $D_0$  となる。しかしながら、図5に示すように、モニタ画面に入射する照明光の反射の影響により、画像の実際の見え方は変化する。すなわち、画像の各画素の輝度値は、輝度値  $D_0$  に、モニタ画面で反射した照明光の反射による輝度値  $D_A$  が加味された輝度値  $L_0$  となる。図3には、この実際にモニタ画面を見る人が知覚する輝度値  $L_0$  に対応するトーンカーブ  $T L(I)$  が点線で描かれている。

【0036】

Sの場合には、輝度値  $D_A$  の大きさは、コントラスト比 =  $1 / 1000$  となる。また、Aの場合には、輝度値  $D_A$  の大きさは、コントラスト比 =  $1 / 100$  となる。さらに、Bの場合には、輝度値  $D_A$  の大きさは、コントラスト比 =  $1 / 20$  となる。モニタ画面に表示される画像では、これらの輝度値  $D_A$  だけ輝度が大きくなる。

【0037】

図3に示すように、点線で示されるトーンカーブでも、その傾き  $(I)$  は、ダイナミックレンジ全域で0になっていないので、モニタ画面を見る人は、コントラストの良い画像としてその画像を認識することができる。このトーンカーブは、例えばジグモイド曲線のようなS字カーブとなる。

【0038】

一方、図4に示すように、従来のトーンカーブをそのまま用いて輝度値の調整を行った

10

20

30

40

50

場合には、モニタ画面に表示される画像の実際の見え方は、傾き  $(I)$  が 0 の部分を有するトーンカーブに従ったものとなる。このため、モニタ画面に表示される画像は、黒つぶれ、すなわち黒い部分がつぶれた画像として認識される。これに対して、図 3 に示す本実施の形態に係るトーンカーブ  $T D_{S T D}(I)$  は、鑑賞時の環境光の影響を加味して、実際の見えを示すトーンカーブが全域で  $(I)$  が 0 でないので、黒つぶれが最小限に抑えられている。

【0039】

画像調整装置 1 は、トーンカーブ 2 1 として、特性、すなわちカーブ形状が異なる複数のトーンカーブ  $T D_{S T D}(I)$  の他にも、複数のトーンカーブ  $T D_{S E L}(I)$  を記憶している。図 6 及び図 7 には、2 つのトーンカーブ  $T D_{S E L 1}(I)$ 、 $T D_{S E L 2}(I)$  が示されている。本実施の形態では、これらのトーンカーブが後述のトーンカーブ  $T D(I)$  に対応する。

10

【0040】

図 6 に示すように、トーンカーブ  $T D_{S E L 1}(I)$  は、鑑賞時の反射を考慮したトーンカーブとしたときに、トーンカーブ  $T D_{S T D}(I)$  に対して高輝度側の傾き  $(I)$  が大きくなっている。このため、トーンカーブ  $T D_{S E L 1}(I)$  は、高輝度の画素が多い画像の表示に適している。

【0041】

また、図 7 に示すように、トーンカーブ  $T D_{S E L 2}(I)$  は、鑑賞時の反射を考慮したトーンカーブを仮定したときに、トーンカーブ  $T D_{S T D}(I)$  に対して低輝度側の傾き  $(I)$  が大きくなっている。トーンカーブ  $T D_{S E L 2}(I)$  は、比較的低い輝度の画素が多い画像の表示に適している。

20

【0042】

これらの他にも、記憶部 3 は、より多くのトーンカーブ  $T D_{S E L}(I)$  を記憶することが可能である。また、トーン調整部 1 1 は、記憶部 3 に記憶されたトーンカーブ  $T D_{S E L}(I)$  の中から、入力データ 2 0 において画素数が多い輝度値の範囲で鑑賞時の環境光の影響を加味した時の傾き  $(I)$  が大きいトーンカーブ  $T D_{S E L}(I)$  を選択し、選択したトーンカーブを用いた輝度値の調整が可能である。このようなトーンカーブ  $T D_{S E L}(I)$  の傾き  $(I)$  の最大値としては、例えば、0.5 以上 1.0 未満とすることができる。

30

【0043】

記憶部 3 は、例えば、鑑賞者の注視領域（作者が鑑賞者に見せたい領域・鑑賞者が見たい領域）の輝度値の範囲で鑑賞時の環境光の影響を加味した時の傾き  $(I)$  が大きいトーンカーブをトーンカーブ  $T D_{S E L}(I)$  として記憶することが可能である。トーン調整部 1 1 は、記憶部 3 に記憶されたトーンカーブ  $T D_{S E L}(I)$  の中から、入力データ 2 0 において画素数が多い輝度値の範囲で鑑賞時の環境光の影響を加味した時の傾き  $(I)$  が大きいトーンカーブ  $T D_{S E L}(I)$  を選択し、選択したトーンカーブを用いた輝度値の調整が可能である。

【0044】

このように、トーンカーブ  $T D_{S E L}(I)$  は、照明光の反射を考慮した時に一部に傾き  $(I)$  の大きい部分を有するトーンカーブとなる。 $(I)$  の最大値は 1 近傍となってもよい。傾き  $(I)$  の大きい部分は 1 箇所であってもよいし、複数箇所存在していてもよい。上述のトーンカーブ  $T D_{S T D}(I)$  は、傾き  $(I)$  の大きい部分を 2 か所有するカーブである。

40

【0045】

画像調整装置 1 は、この他、トーンカーブ 2 1 として  $(I) = 1$  のトーンカーブも記憶している。これをトーンカーブ  $T D_{L I N}(I)$  と呼ぶ。

【0046】

また、トーン調整部 1 1 は、表示部 5 がトーンカーブ 2 1（後述するトーンカーブ  $T D(I)$  に対応）を表示しつつ、操作部 4 を介してトーンカーブ 2 1 の特性を調整可能であ

50

る。初期のトーンカーブとしては、トーンカーブ $T D_{S T D}(I)$ 、トーンカーブ $T D_{S E L}(I)$ 、トーンカーブ $T D_{L I N}(I)$ を採用することができる。

【0047】

このとき、表示部5は、鑑賞時の環境光の影響を加味したトーンカーブ $T L(I)$ を表示可能である。トーン調整部11は、輝度値が最低である領域を含む画像データを、入力データ20として、表示部5に表示されたトーンカーブを用いて、入力データ20の正規化された輝度値 $I$ を出力データ22の輝度値 $D_i$ に調整し、表示部5に出力データ22を表示することができる。

【0048】

この状態で、トーン調整部11は、操作部4の操作入力にしたがって、表示部5に表示されたトーンカーブの特性（傾き $(I)$ ）を調整可能である。この動作により、実際の見え方が精細となるように輝度調整を行うことができるトーンカーブ $T D_N(I)$ を生成することができる。

【0049】

いずれの場合でも、トーンカーブ21は、鑑賞時の環境光の影響を加味しても、ダイナミックレンジ全域で傾き $(I)$ が0にならないトーンカーブとなる。これらのトーンカーブには、 $(I)$ が1近傍である部分が少なくとも1箇所存在する。これにより、調整後の画像データでは、輝度値が低い部分の黒つぶれや輝度値が高い部分の白とびの発生を低減することができる。

【0050】

後処理部12は、後処理を行う。具体的には、後処理部12は、トーン調整部11でトーンが調整された画像データに対して逆ガンマ補正やJPE Gデータ又はMPE Gデータへのフォーマット調整等を行う。後処理部12は、フォーマット調整された動画データ又は画像データを出力データ22として記憶部3に記憶する。

【0051】

次に、本発明の実施の形態に係る画像調整装置1の動作（画像調整方法）について図8～図12のフローチャートを主に参照して、説明する。

【0052】

まず、前処理部10は、前述のように、前処理（線形化、校正）を行う（ステップS1）。続いて、トーン調整部11は、処理内容を選択し、選択した処理への分岐を行う（ステップS2：トーン調整ステップ）。トーン調整部11が実行可能な処理には、自動処理1と、自動処理2と、手動処理との3つがある。処理の分岐は、操作部4による操作入力に基づいて行われるようにしてもよいし、予め設定されていてもよい。

【0053】

（自動処理1）

自動処理1が選択された場合、図9に示すように、トーン調整部11は、トーンカーブ21として、標準のトーンカーブ $T D_{S T D}(I)$ を読み出す（ステップS11）。続いて、トーン調整部11は、トーンカーブ $T D_{S T D}(I)$ を、対数軸上のカーブから実数軸上のトーンカーブ $T D_{L S T D}(I)$ に変換する（ステップS12）。続いて、トーン調整部11は、トーンカーブ $T D_{L S T D}(I)$ を用いて、画像データの輝度値 $I$ を画像データの輝度値 $D_0$ に調整する（ステップS13）。

【0054】

調整された画像データは、表示部5に表示されると、画像の各画素の輝度値は、図5に示すように、輝度値 $D_0$ に照明光の反射による輝度値 $D_A$ を加算した輝度値 $L_0$ となる。したがって、図3に示すように、この画像データは、鑑賞時の環境光の影響を加味しても、ダイナミックレンジ全域で傾き $(I)$ が0にならないトーンカーブ21に基づいて調整された画像となり、その画像を見る者にとって黒つぶれ等のない鮮明な画像となる。

【0055】

（自動処理2）

自動処理2が選択された場合、図10に示すように、トーン調整部11は、トーンカー

10

20

30

40

50

ブ 2 1 として、カーブの形状が異なるトーンカーブ  $T D_{S E L}(I)$  ( $T D_{S E L 1}(I)$ 、 $T D_{S E L 2}(I)$ ) を読み出す (ステップ S 2 1)。続いて、トーン調整部 1 1 は、正規化された画像データに対して、輝度値  $I$  のヒストグラムを生成する (ステップ S 2 2)。続いて、トーン調整部 1 1 は、生成したヒストグラムに基づいて、トーンカーブ  $T D_{S E L}(I)$  を決定する (ステップ S 2 3)。例えば、高輝度となる画素数が多ければ、高輝度の領域で傾き  $(I)$  が大きいトーンカーブ (例えば  $T D_{S E L 1}(I)$ ) が選択され、低い輝度の画素数が多ければ、低い輝度の領域で傾き  $(I)$  が大きいトーンカーブ (例えば  $T D_{S E L 2}(I)$ ) が選択される。また、鑑賞者等によって指定された注視領域が指定されている場合には、ステップ S 2 2 で、画像データにおいて注視領域の輝度値  $I$  のヒストグラムを生成し、そのヒストグラムに対応する注視領域の輝度値の範囲で傾き  $(I)$  が大きいトーンカーブ  $T D_{S E L}(I)$  をステップ S 2 3 で選択するようにしてもよい。

10

## 【 0 0 5 6 】

続いて、トーン調整部 1 1 は、トーンカーブ  $T D_{S E L}(I)$  を、対数軸上のカーブから実数軸上のトーンカーブ  $T D_{L S E L}(I)$  に調整する (ステップ S 2 4)。続いて、トーン調整部 1 1 は、トーンカーブ  $T D_{L S E L}(I)$  を用いて、各画素の輝度値  $I$  を輝度値  $D_0$  に調整する (ステップ S 2 5)。

## 【 0 0 5 7 】

調整された画像データは、表示部 5 に表示されると、モニタ画面に表示される画像の各画素の実際 (見かけ上) の輝度値は、図 6 又は図 7 に示すように、輝度値  $D_0$  に照明光の反射による輝度値  $D_A$  を加算した輝度値  $L_0$  となる。したがって、図 6 又は図 7 に示すように、この画像データは、鑑賞時の環境光の影響を加味しても、ダイナミックレンジ全域で傾き  $(I)$  が 0 にならないトーンカーブ ( $L_0$  に対応するトーンカーブ) に基づいて輝度値が調整された画像となり、その画像を見る者にとって黒つぶれ等のない鮮明な画像となる。さらに、トーンカーブの特性を、撮像素子で撮像された画像の輝度値の分布に応じたものとするので、表示する画像をさらに鮮明なものとするのできる。

20

## 【 0 0 5 8 】

(手動処理)

手動処理が選択された場合、図 1 1 に示すように、トーン調整部 1 1 は、トーンカーブ 2 1 として、初期値となるトーンカーブ  $T D_N(I)$  ( $N = 0$ ) を読み出す (ステップ S 3 1)。初期値として選択されるトーンカーブ  $T D_0(I)$  は、 $T D_{S T D}(I)$  であってもよいし、 $T D_{S E L}(I)$  ( $T D_{S E L 1}(I)$ 、 $T D_{S E L 2}(I)$ ) であってもよいし、 $T D_{L I N}(I)$  であってもよい。

30

## 【 0 0 5 9 】

続いて、トーン調整部 1 1 は、トーンカーブ  $T D_N(I)$  を、対数軸上のカーブから実数軸のカーブに調整し、トーンカーブ  $T D_{L N}(I)$  を生成する (ステップ S 3 2)。続いて、トーン調整部 1 1 は、トーンカーブ  $T D_{L N}(I)$  を用いて、画像データの輝度値  $I$  を画像データの輝度値  $D_0$  に調整する (ステップ S 3 3)。

## 【 0 0 6 0 】

さらに、トーン調整部 1 1 は、輝度値  $D_0$  に、鑑賞時の環境光の反射による輝度値  $D_A$  を加算して輝度値  $L_0$  を算出する (ステップ S 3 4)。輝度値  $D_A$  は操作部 4 の操作入力により調整することが可能であるが、例えば、A の場合には、 $1 / 100$ 、B の場合には  $1 / 20$  を入力することができる。

40

## 【 0 0 6 1 】

続いて、トーン調整部 1 1 は、トーンマッピングの評価を行う (ステップ S 3 5)。ここでは、トーン調整部 1 1 は、算出された輝度値  $D_0$  に基づく画像データを表示部 5 に表示するとともに、輝度値  $L_0$  に対応するトーンカーブを表示する。表示部 5 を見る評価者は、表示される画像データの評価を行う。

## 【 0 0 6 2 】

50

なお、評価に用いる画像データとしては、図13に示すような画像データを用いることができる。図13に示す画像データは、輝度値が最低である領域としての周辺補償部と、評価画面表示部とが含まれる画像データとなる。周辺補償部は、鑑賞時の照明光の反射による輝度値 $D_A$ が正確であるか否かの評価に用いられる。輝度値 $D_A$ が正確であれば、周辺補償部と、評価画面表示部とが一体となって感じられるようになるためである。

【0063】

トーン調整部11は、表示部5に輝度値を調整した出力データ22の表示画面評価部の画像を表示しつつ、周辺補償部と評価画面表示部とが一体となって感じられるかどうかの評価を行う。評価者が実際に表示された画像において、評価画面表示部の画像が精細であると感じられ、周辺補償部と評価画面表示部とが一体となって感じられれば評価結果はOKとなる。

10

【0064】

トーン調整部11は、評価結果がOKであるか否かを判定する(ステップS36)。評価結果がOKでなければ(ステップS36; No)、さらに、トーン調整部11は、カウンタ値Nを1だけインクリメントする(ステップS37)。さらに、トーン調整部11は、上述のようにしてトーンカーブ $T D_N(I)$ を操作部4の操作入力により変更して、新たなトーンカーブ $T D_N(I)$ を生成する(ステップS38)。

【0065】

その後、トーン調整部11は、ステップS32に戻り、トーンカーブ $T D_L N(I)$ の実数軸への調整(ステップS32)、輝度値 $D_0$ の算出(ステップS33)、輝度値 $L_0$ の算出(ステップS34)、トーンマッピングの評価(ステップS35)、評価結果の判定(ステップS36)が繰り返される。ステップS36で評価結果がOKであると判定されれば(ステップS36; Yes)、画像調整装置1は、後処理へ進む。このときのトーンカーブ $T D_N(I)$ がトーンカーブ $T D(I)$ である。

20

【0066】

(後処理)

自動処理1、自動処理2又は手動処理が終了すると、図12に示すように、後処理部12は、後処理として画像最終調整を行う(ステップS41)。後処理には、前述のように、例えば逆ガンマ補正やJPEGやMPEGのフォーマットへの変換処理などがある。後処理終了後、画像調整装置1は処理を終了する。

30

【0067】

本実施の形態に係る画像調整装置1についてまとめる。画像調整装置1は、トーン調整部11を備える。トーン調整部11は、第1のダイナミックレンジを有する第1の画像データの輝度値を、第1のダイナミックレンジより小さい第2のダイナミックレンジを有する第2の画像データの輝度値に調整する。より具体的には、トーン調整部11は、第1の画像データにおける最大値1で正規化された輝度値を $I$ とし、第2の画像データにおける最大値1で正規化された輝度値を $D_0$ とし、鑑賞時の環境光の輝度値を $D_a$ として調整を行う。トーン調整部11は、鑑賞時の環境光の影響を考慮した輝度値を $L_0$ とし、変換用のトーンカーブを $T D(I)$ とし、環境を考慮したトーンカーブを $T L(I)$ とした場合に、 $L_0 = D_0 + D_a = T D(I) + D_a = T L(I)$ の関係が成り立つように仮定する。

40

【0068】

トーン調整部11は、 $T L(I)$ をトーンカーブ調整時の目的関数に設定して、 $L_0 = T L(I)$ を両対数に変換した後の傾きを示す $(I)$ がダイナミックレンジ全域で0にならないようにトーンカーブ $T D(I)$ を調整する。例えば、図14に示すように、トーンカーブ $T D(I)$ が調整されることにより、 $T D(I)$ と $D_a$ との和である $T L(I)$ は、その傾き $(I)$ がダイナミックレンジ全域( $10^{-4} \sim 1$ )で0でないトーンカーブとなっている。なお、図3、図6及び図7では、 $T D_{STD}(I)$ 、 $T D_{SEL1}(I)$ 、 $T D_{SEL2}(I)$ が $T D(I)$ に相当し、点線の曲線が $T L(I)$ に相当する。

【0069】

50

このようにして、トーン調整部 11 は、環境光の影響を考慮してトーンカーブ TL (I) を調整する。調整されたトーンカーブ TL (I) の例を図 15、図 16 に示す。

【0070】

図 15 に示す、トーンカーブ TD (I) は、両対数軸上で、 $I = I_a$  を境に傾き (I) が変わる直線となる。この場合、トーンカーブ TL (I) は、単調増加関数となる。原画像 ( $I = 1$  の画像) より、暗部の再現性が改善される。 $D_a = TD(I) = TL(I) / 2$  を与える輝度値 I の値を  $I_a$  とする。トーンカーブ TL (I) において、(I) の最大値をとる輝度値 I は、 $I_a$  よりも小さいところに生じ、比較的暗部のところの階調が強調される一方、明部のコントラスト比が不足して、軟調になる。

【0071】

図 16 に示すトーンカーブ TD (I) も、両対数軸上で、傾き (I) が一定でない単調増加関数となる。トーンカーブ TL (I) において、 $1 - I - I_a$  の少なくとも 1 箇所で傾き (I) が 0.5 を上回る区間がある。また、トーンカーブ TL (I) の傾き (I) が最大値をとる I の値を  $I_m$  とすると、 $1 - I_m - I_a$  の関係を満たす。このようにすることで、トーンカーブ TL (I) は、環境光の影響が相対的に少ない中間調からハイライトの何れかの部分に (I) が最大の場所が存在するような関数となる。このトーンカーブ TL (I) を用いれば、視覚的により良好に、HDR 画像から SDR 画像を変換が可能になる。

【0072】

以上詳細に説明したように、本実施の形態によれば、鑑賞時の環境光の反射による影響を考慮してコントラスト比が低下した状態でも傾き (I) が 0 とならないトーンカーブ 21 を用いて画像調整を行っているため、鑑賞時の環境光の影響によりコントラスト比が小さくなった状態でも、黒つぶれや、白とびを少なくしつつ、弁別閾 (区別できる最小の変化量) を増加させることができる。この結果、画像の輝度のバランスを崩すことなく、人間の見えを考慮したトーンマッピングで画像調整を行うことができる。

【0073】

また、別の実施の形態として、図 17 に示すように、画像調整装置 1 は、特定のディスプレイ 8 に表示される画像を調整するものであってもよい。ディスプレイ 8 の外枠には、照明センサ 7 が取り付けられており、照明センサ 7 により、ディスプレイ 8 の画面に入射する環境光の強度を検出することが可能となっている。画像調整装置 1 は、照明センサ 7 と照明センサ 7 からのセンサ出力を入力する入力部 6 をさらに備える。

【0074】

トーン調整部 11 は、照明センサ 7 で検出された環境光の強度と、画像を表示するディスプレイ 8 の反射率とに基づいて、ディスプレイ 8 の画面の実効的な最低輝度情報として、環境光による輝度値  $D_a$  を算出する。反射率は、予め測定された値を用いることで正確に算出できるが、標準的な値を用いてもよい。そして、トーン調整部 11 は、図 18 に示すように、算出された輝度値  $D_a$  に応じて、トーンカーブ TL (I) の傾き (I) がダイナミックレンジ全域で 0 にならないように、トーンカーブ TD (I) を調整する。このようにすれば、環境光の強度が変化しても、その都度、適切なトーンカーブ TL (I) の下で、画像変換を行うことができるので、常に見やすい画像を表示することができる。

【0075】

このとき、図 18 に示すように、トーン調整部 11 は、輝度値  $D_a$  に応じて、傾き (I) がダイナミックレンジ全域で 0 にならないようにトーンカーブ TD (I) とともに第 2 の画像データの最大輝度値 (縦軸で 1 となる  $D_0$  の最大値) を上下させて調整するようにしてもよい。例えば、輝度値  $D_a$  が大きくなるにつれて第 2 の画像データの最大輝度値を高くするようにしてもよい。このようにすることで、暗い部屋から中程度の明るさの部屋のように環境光が変化する場合であっても、実効的な輝度コントラスト比と階調特性とをほぼ同一に保つことが出来る。したがって、必要以上の輝度コントラスト比となって見やすさを阻害することを防止できる効果が期待できる。また、最大レベルを調整できない程に環境光が極端に明るくなった場合においても、トーンカーブ TD (I) のみを調整す

10

20

30

40

50

ることで、限られた輝度コントラスト比の中でもより適切な階調を表現することが可能になる。

【0076】

また、上記各実施の形態によれば、複数のトーンカーブのうち、画素数が多い輝度値の範囲で鑑賞時の環境光の影響を加味した時の傾き（I）が大きいトーンカーブ21又は鑑賞者の注視領域の輝度値の範囲で鑑賞時の環境光の影響を加味した時の傾き（I）が大きいトーンカーブ21を選択して画像を調整することができる。このようにすれば、全体として鑑賞時の環境光の影響によりコントラスト比が小さくなった状態でも、黒つぶれや、白とびを少なくしつつ、画像の重要な領域でのコントラストをさらに大きくすることができる。

10

【0077】

また、従来では、手動処理でトーンカーブ21を調整する際には、補正（通常は $= 2.2 \sim 2.4$ ）された画像データの画素値もしくは輝度値の実数値を横軸（X軸）、縦軸（Y軸）としたトーンカーブを表示しつつ、表示されたトーンカーブを手動操作で調整していた。このように、両軸を実数値とするトーンカーブを使用しても、一般的なSDR画像のように補正された8ビットの画像データの画素値を入出力した場合には、ダイナミックレンジはHDRと比較してはるかに狭いため、近似的に人間の視覚特性との差が極端に大きくなり、トーンマッピングの操作性に大きな問題は生じていなかった。しかし、HDR画像はダイナミックレンジが広いため、両軸を実数値とするトーンカーブを用いた場合には、低輝度部分の操作を緻密に行うことが困難になるという操作性の問題が生じる。そこで、本実施の形態に係る画像調整装置1では、手動処理において、横軸及び縦軸がともに輝度値の対数となるトーンカーブ21を表示部5で表示しつつ、操作部4を介してトーンカーブ21を調整可能とした。人間の視覚特性は、実数軸ではなくほぼ対数軸で表される（ヴェーバー・フェヒナーの法則による）ので、両対数軸で表示されたトーンカーブ21を用いた方が、人間の感覚（視覚特性）に近い状態で、画像の輝度値の調整を行うことができる。

20

【0078】

なお、入力データ20が動画データである場合、場面（シーン）が切り替わる度にトーンカーブを変更するようにしてもよい。

【0079】

なお、上記各実施の形態に係る画像調整装置1は、ディスプレイに表示される画像データを調整したが、本発明はこれには限られない。本発明は、写真や印刷物に表示される画像データの輝度値の調整にも適用することが可能である。例えば、本発明は、メディア変換（例、ディスプレイに表示される画像から印刷物への変換）に際してのトーンマッピングの前処理又は包括処理として適応可能である。

30

【0080】

上記各実施の形態の動作を行うプログラムを記述するステップは、記載された順序に沿って時系列に行われる処理であるが、必ずしも時系列に処理されなくても、並列的又は個別に実行される処理を含んでいてもよい。

【0081】

上記各実施の形態において、システムとは、複数の装置で構成される装置全体又は複数の機能で構成される機能全体を表すものである。

40

【0082】

その他、画像調整装置1のハードウェア構成やソフトウェア構成は一例であり、任意に変更および修正が可能である。

【0083】

制御部2及び記憶部3などから構成される画像調整装置1の処理を行う中心となる部分は、専用のシステムによらず、通常のコンピュータシステムを用いて実現可能である。例えば、前記の動作を実行するためのコンピュータプログラムを、コンピュータが読み取り可能な記録媒体（フレキシブルディスク、CD-ROM、DVD-ROM等）に格納して

50

配布し、当該コンピュータプログラムをコンピュータにインストールすることにより、前記の処理を実行する画像調整装置 1 を構成してもよい。また、インターネット等の通信ネットワーク上のサーバ装置が有する記憶装置に当該コンピュータプログラムを格納しておき、通常のコンピュータシステムがダウンロード等することで画像調整装置 1 を構成してもよい。

【 0 0 8 4 】

画像調整装置 1 の機能を、OS (オペレーティングシステム) とアプリケーションプログラムの分担、または OS とアプリケーションプログラムとの協働により実現する場合などには、アプリケーションプログラム部分のみを記録媒体や記憶装置に格納してもよい。

【 0 0 8 5 】

搬送波にコンピュータプログラムを重畳し、通信ネットワークを介して配信することも可能である。例えば、通信ネットワーク上の掲示板 (BBS, Bulletin Board System) にコンピュータプログラムを掲示し、ネットワークを介してコンピュータプログラムを配信してもよい。そして、このコンピュータプログラムを起動し、OS の制御下で、他のアプリケーションプログラムと同様に実行することにより、前記の処理を実行できるように構成してもよい。

【 0 0 8 6 】

この発明は、この発明の広義の精神と範囲を逸脱することなく、様々な実施の形態及び変形が可能とされるものである。また、上述した実施の形態は、この発明を説明するためのものであり、この発明の範囲を限定するものではない。すなわち、この発明の範囲は、実施の形態ではなく、特許請求の範囲によって示される。そして、特許請求の範囲内及びそれと同等の発明の意義の範囲内で施される様々な変形が、この発明の範囲内とみなされる。

【 0 0 8 7 】

なお、本願については、2017年5月18日に出願された日本国特許出願 2017 - 99165 号を基礎とする優先権を主張し、本明細書中に日本国特許出願 2017 - 99165 号の明細書、特許請求の範囲、図面全体を参照として取り込むものとする。

【産業上の利用可能性】

【 0 0 8 8 】

本発明は、様々な環境下で画像を表示するのに適用することができる。

【符号の説明】

【 0 0 8 9 】

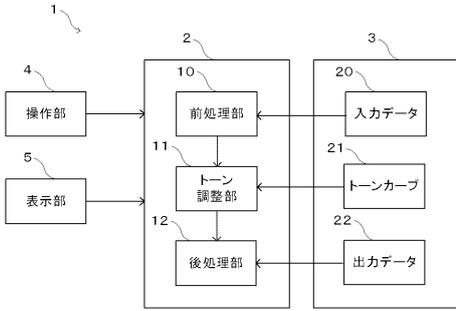
1 画像調整装置、2 制御部、3 記憶部、4 操作部、5 表示部、6 入力部、7 照明センサ、8 ディスプレイ、10 前処理部、11 トーン調整部、12 後処理部、20 入力データ (第1の画像データ)、21 トーンカーブ、22 出力データ (第2の画像データ)

10

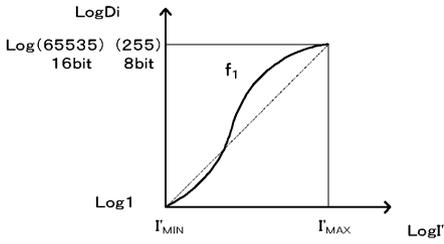
20

30

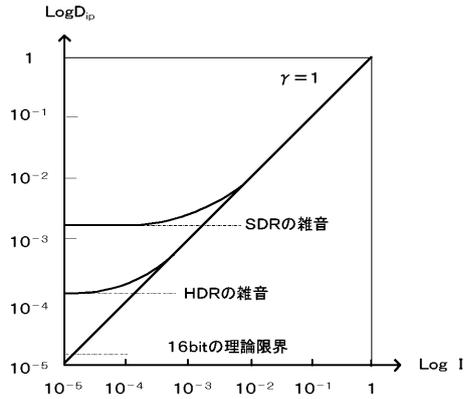
【図1】



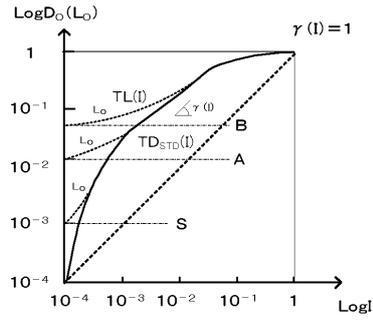
【図2A】



【図2B】

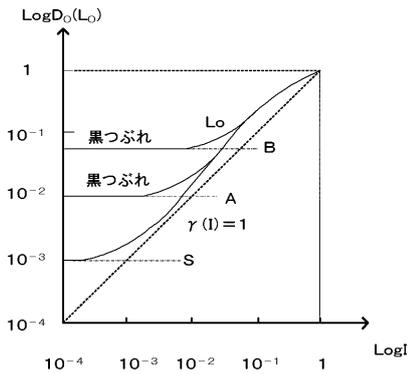


【図3】

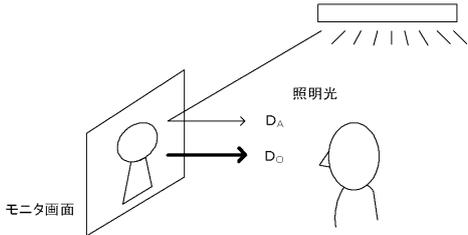


【図4】

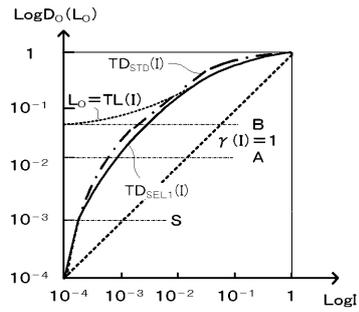
従来技術



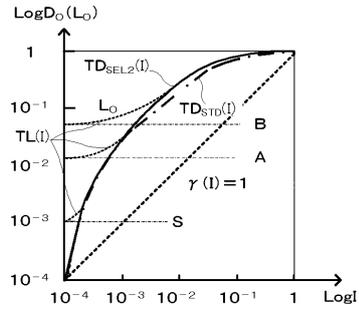
【図5】



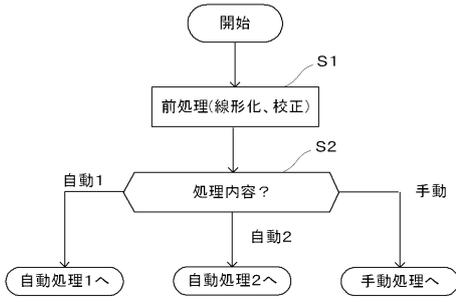
【図6】



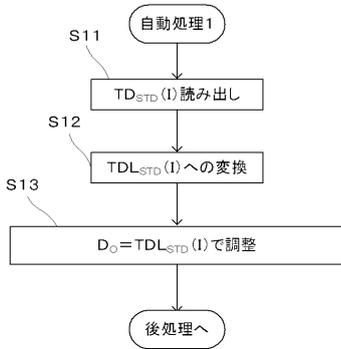
【図7】



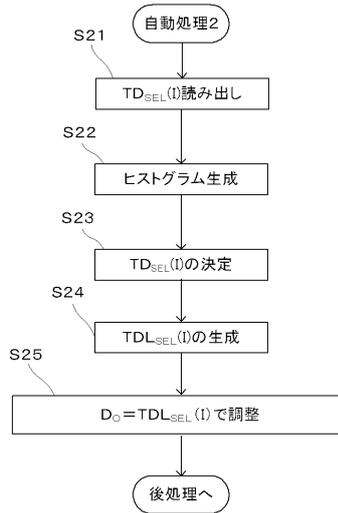
【 図 8 】



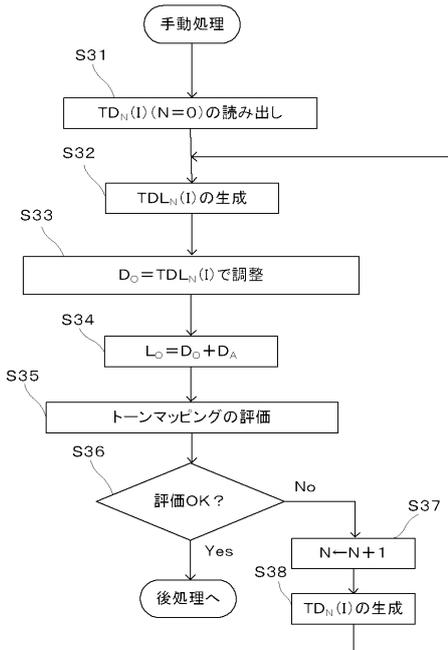
【 図 9 】



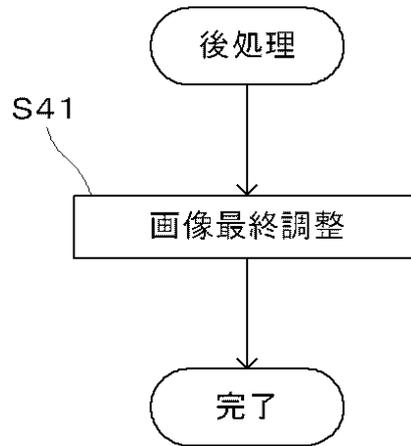
【 図 1 0 】



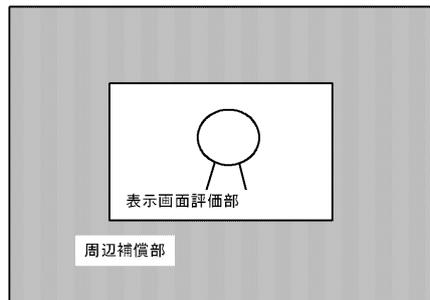
【 図 1 1 】



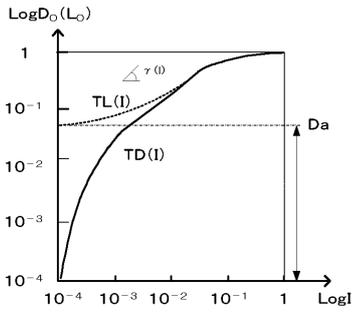
【 図 1 2 】



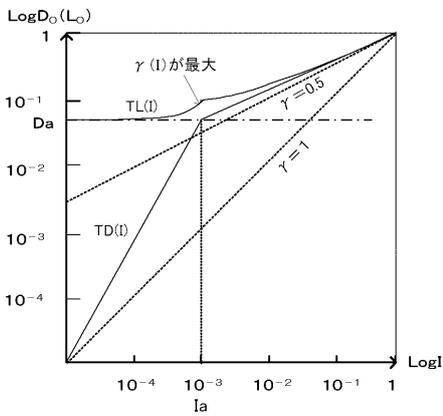
【 図 1 3 】



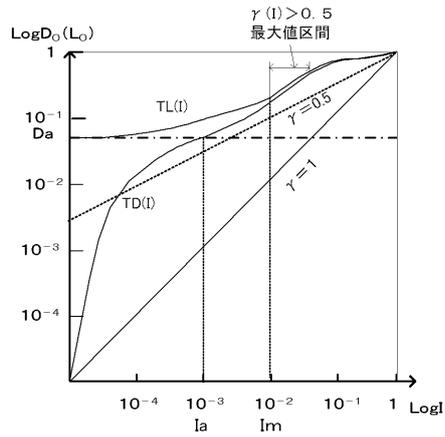
【 図 1 4 】



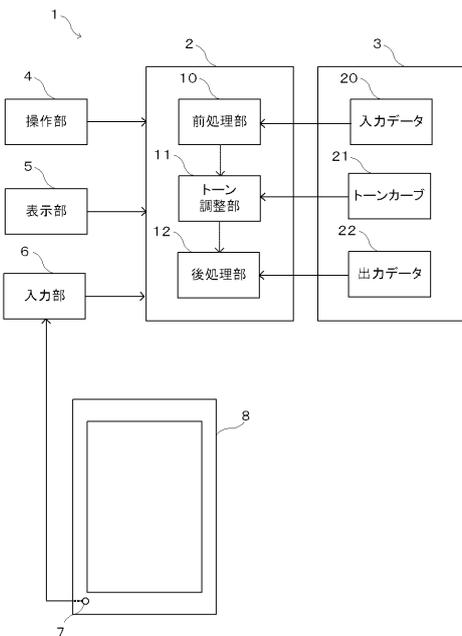
【 図 1 5 】



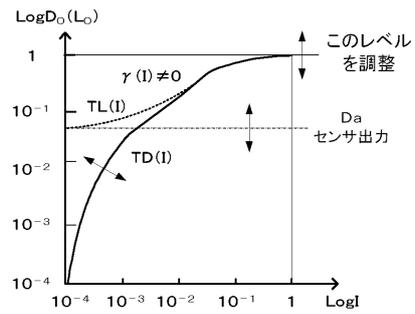
【 図 1 6 】



【 図 1 7 】



【 図 1 8 】



## 【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/JP2018/018861
<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b>		
Int.Cl. G09G5/10(2006.01)i, G06T5/00(2006.01)i, G09G5/00(2006.01)i, G09G5/36(2006.01)i, H04N1/407(2006.01)i, H04N5/20(2006.01)i, H04N5/222(2006.01)i		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b>		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)		
Int.Cl. G09G5/10, G06T5/00, G09G5/00, G09G5/36, H04N1/407, H04N5/20, H04N5/222		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Published examined utility model applications of Japan		1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan		1971-2018
Registered utility model specifications of Japan		1996-2018
Published registered utility model applications of Japan		1994-2018
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
JSTPlus/JMEDPlus/JST7580 (JDreamIII), IEEE Xplore		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y A	MANTIUK, Rafal et al., "Display Adaptive Tone Mapping", Proc. ACM SIGGRAPH, 2008, Art. no. 68, ISBN:978-1-4503-0112-1	1-6, 13-14 1-6, 9-11, 13-14 7-8
X Y	US 2013/0155330 A1 (DOLBY LABORATORIES LICENSING CORPORATION) 20 June 2013, paragraphs [0045]-[0131], fig. 3-6 & US 2015/0195499 A1	12 1-6, 9-11, 13-14
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents:		"I" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance		"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date		"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)		"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means		
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed		
Date of the actual completion of the international search 19 July 2018 (19.07.2018)		Date of mailing of the international search report 07 August 2018 (07.08.2018)
Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan		Authorized officer  Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2018/018861

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2009-177558 A (SONY CORP.) 06 August 2009, paragraphs [0120]-[0159], fig. 12-14 & US 2011/0050934 A1, paragraphs [0157]-[0196], fig. 12-14 & WO 2009/093673 A1 & EP 2131569 A1 & CN 101682686 A & KR 10-2010-0106902 A	1-14

国際調査報告		国際出願番号 PCT/J P 2 0 1 8 / 0 1 8 8 6 1	
A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. G09G5/10(2006.01)i, G06T5/00(2006.01)i, G09G5/00(2006.01)i, G09G5/36(2006.01)i, H04N1/407(2006.01)i, H04N5/20(2006.01)i, H04N5/222(2006.01)i			
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. G09G5/10, G06T5/00, G09G5/00, G09G5/36, H04N1/407, H04N5/20, H04N5/222			
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2018年 日本国実用新案登録公報 1996-2018年 日本国登録実用新案公報 1994-2018年			
国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語) JSTPlus/JMEDPlus/JST7580 (JDreamIII), IEEE Xplore			
C. 関連すると認められる文献			
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号	
X Y A	MANTIUK Rafal et al., Display Adaptive Tone Mapping, Proc. ACM SIGGRAPH, 2008, Art. no. 68, ISBN:978-1-4503-0112-1	1-6, 13-14 1-6, 9-11, 13-14 7-8	
X Y	US 2013/0155330 A1 (DOLBY LABORATORIES LICENSING CORPORATION) 2013.06.20, [0045]-[0131], 図 3-6 & US 2015/0195499 A1	12 1-6, 9-11, 13-14	
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。			
* 引用文献のカテゴリー 「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す) 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願		の日の後に公表された文献 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」 同一パテントファミリー文献	
国際調査を完了した日 19.07.2018		国際調査報告の発送日 07.08.2018	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		特許庁審査官 (権限のある職員) 後藤 亮治	21 9610
		電話番号 03-3581-1101 内線 3273	

国際調査報告		国際出願番号 PCT/J P 2 0 1 8 / 0 1 8 8 6 1
C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2009-177558 A (ソニー株式会社) 2009.08.06, [0120]-[0159], 図 12-14 & US 2011/0050934 A1 [0157]-[0196], 図 12-14 & WO 2009/093673 A1 & EP 2131569 A1 & CN 101682686 A & KR 10-2010-0106902 A	1-14

