

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2019-8326

(P2019-8326A)

(43) 公開日 平成31年1月17日(2019.1.17)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
G09G 3/36 (2006.01)	G09G 3/36	2H189
G09G 3/20 (2006.01)	G09G 3/20 680D	2H193
G02F 1/133 (2006.01)	G09G 3/20 680H	5C006
G02F 1/1333 (2006.01)	G09G 3/20 642E	5C080
	G09G 3/20 631V	
審査請求 有 請求項の数 12 O L (全 23 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号	特願2018-187897 (P2018-187897)	(71) 出願人	501426046
(22) 出願日	平成30年10月3日 (2018.10.3)		エルジー ディスプレイ カンパニー リミテッド
(62) 分割の表示	特願2014-258749 (P2014-258749) の分割		大韓民国 ソウル、ヨンドゥンポグ、ヨウィーテロ 128
原出願日	平成26年12月22日 (2014.12.22)	(74) 代理人	110002077 園田・小林特許業務法人
		(72) 発明者	中屋 秀雄 東京都品川区東品川4-13-14 グラス キューブ品川2F エルジー ディス プレイ カンパニー リミテッド 日本研究所 内
		Fターム (参考)	2H189 AA22 AA34 HA16 LA08 2H193 ZA04 ZF13 ZF17 ZG04
		最終頁に続く	

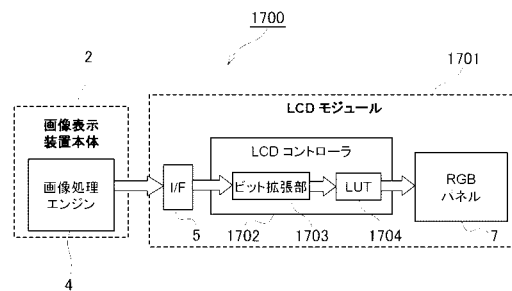
(54) 【発明の名称】 画像表示方法及び画像表示装置

(57) 【要約】

【課題】人間の眼に自然に映るような階調特性を実現する画像表示方法の提供。

【解決手段】LCDパネル7により構成された画像表示装置を用いる、画像表示方法であって、RGB画像を基にしたルックアップテーブル入力画像の階調を、階調変換前後の輝度値の対応関係が登録されたルックアップテーブル1704によって階調変換し、ルックアップテーブル出力画像を生成すること、前記LCDパネル7に前記ルックアップテーブル出力画像を表示すること、を含み、前記対応関係は、0から輝度値の最大値までの間の、異なる値を有する複数の実測点のそれぞれに対して、前記実測点を入力輝度値とした場合の前記LCDパネル7の出力輝度値の実測値と、前記実測点を入力輝度値とした場合の出力輝度値の理想値から、補正係数を計算し、当該補正係数を輝度値の最大値で正規化することで取得される、画像表示方法。

【選択図】 図17



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

L C D パネルにより構成された画像表示装置を用いる、画像表示方法であって、
R G B 画像を基にしたルックアップテーブル入力画像の階調を、階調変換前後の輝度値の対応関係が登録されたルックアップテーブルによって階調変換し、ルックアップテーブル出力画像を生成すること、

前記 L C D パネルに前記ルックアップテーブル出力画像を表示すること、
を含み、

前記対応関係は、0 から輝度値の最大値までの間の、異なる値を有する複数の実測点のそれぞれに対して、前記実測点を入力輝度値とした場合の前記 L C D パネルの出力輝度値の実測値と、前記実測点を入力輝度値とした場合の出力輝度値の理想値から、補正係数を計算し、当該補正係数を輝度値の最大値で正規化することで取得され、

前記入力輝度値が前記実測値よりも大きいときには、前記出力輝度値は、最初に減少してから増加する画像表示方法。

【請求項 2】

前記ルックアップテーブル入力画像は、
R G B 画像の各画素の輝度値をビット拡張すること、
を含む方法によって生成される、請求項 1 に記載の画像表示方法。

【請求項 3】

前記ビット拡張により拡張されたビットに格納される値は、前記画素と、前記画素の近傍の画素との大小関係から算出された重みを基に設定される、請求項 2 に記載の画像表示方法。

【請求項 4】

前記実測点間の、各輝度値に関する対応関係は、
前記実測点間で、前記実測点同士の前記実測値を線形補間することで、前記実測点間の各輝度値の実測値に対応する値を取得すること、
前記各輝度値の実測値に対応する前記値と前記各輝度値の理想値から前記各輝度値の補正係数をそれぞれ計算し、当該補正係数を輝度値の最大値で正規化すること、
によって取得される、請求項 1 から 3 のいずれか一項に記載の画像表示方法。

【請求項 5】

前側の L C D パネルと後側の L C D パネルを重ねることにより構成された画像表示装置を用いる、画像表示方法であって、

前記前側の L C D パネルに、R G B 画像を表示すること、

R G B 画像を基にしたルックアップテーブル入力画像の階調を、階調変換前後の輝度値の対応関係が登録されたルックアップテーブルによって階調変換して、輝度が調整された白黒調整画像を生成すること、

前記後側の L C D パネルに、前記白黒調整画像を表示すること、
を含み、

前記対応関係は、0 から輝度値の最大値までの間の、異なる値を有する複数の実測点のそれぞれに対して、前記実測点を入力輝度値とした場合の前記 L C D パネルの出力輝度値の実測値と、前記実測点を入力輝度値とした場合の出力輝度値の理想値から、補正係数を計算し、当該補正係数を輝度値の最大値で正規化することで取得され、

前記入力輝度値が前記実測値よりも大きいときには、前記出力輝度値は、最初に減少してから増加する画像表示方法。

【請求項 6】

前記ルックアップテーブル入力画像は、R G B 画像から色マトリクス変換によって生成される、請求項 5 に記載の画像表示方法。

【請求項 7】

画像表示装置であって、

階調変換前後の輝度値の対応関係が登録されたルックアップテーブルであって、R G

10

20

30

40

50

B画像を基にしたルックアップテーブル入力画像を階調変換し、ルックアップテーブル出力画像を生成する、前記ルックアップテーブルと、

前記ルックアップテーブル出力画像を表示するLCDパネルと、
を含み、

前記対応関係は、0から輝度値の最大値までの間の、異なる値を有する複数の実測点のそれぞれに対して、前記実測点を入力輝度値とした場合の前記LCDパネルの出力輝度値の実測値と、前記実測点を入力輝度値とした場合の出力輝度値の理想値から、補正係数を計算し、当該補正係数を輝度値の最大値で正規化することで取得され、

前記入力輝度値が前記実測値よりも大きいときには、前記出力輝度値は、最初に減少してから増加する画像表示装置。

10

【請求項8】

RGB画像の各画素の輝度値をビット拡張してルックアップテーブル入力画像を生成するビット拡張部を更に含む、請求項7に記載の画像表示装置。

【請求項9】

前記ビット拡張により拡張されたビットに格納される値は、前記画素と、前記画素の近傍の画素との大小関係から算出された重みを基に設定される、請求項8に記載の画像表示装置。

【請求項10】

前記実測点間の、各輝度値に関する対応関係は、

前記実測点間で、前記実測点同士の前記実測値を線形補間することで、前記実測点間の各輝度値の実測値に対応する値を取得すること、

前記各輝度値の実測値に対応する前記値と前記各輝度値の理想値から前記各輝度値の補正係数をそれぞれ計算し、当該補正係数を輝度値の最大値で正規化すること、

によって取得される、請求項7から9のいずれか一項に記載の画像表示装置。

20

【請求項11】

前側のLCDパネルと後側のLCDパネルを重ねることにより構成された画像表示装置であって、

RGB画像を信号処理して前記前側のLCDパネルに供給するLCDコントローラと、

階調変換前後の輝度値の対応関係が登録されたルックアップテーブルであって、RGB画像を基にしたルックアップテーブル入力画像を階調変換し、輝度が調整された白黒調整画像を生成する、前記ルックアップテーブルを含み、前記白黒調整画像を前記後側のLCDパネルに供給するLVコントローラと、

30

を含み、

前記対応関係は、0から輝度値の最大値までの間の、異なる値を有する複数の実測点のそれぞれに対して、前記実測点を入力輝度値とした場合の前記LCDパネルの出力輝度値の実測値と、前記実測点を入力輝度値とした場合の出力輝度値の理想値から、補正係数を計算し、当該補正係数を輝度値の最大値で正規化することで取得され、

前記入力輝度値が前記実測値よりも大きいときには、前記出力輝度値は、最初に減少してから増加する画像表示装置。

40

【請求項12】

前記LVコントローラは、RGB画像から色マトリクス変換によって、ルックアップテーブル入力画像を生成する色マトリクス変換部をさらに含む、請求項11に記載の画像表示装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、画像表示方法及び画像表示装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

50

平板形状のディスプレイ装置としては、量産性、駆動手段の容易性、高画質の具現というメリットにおいて、液晶表示装置（Liquid Crystal Display Device、LCD）が特に使用されている。

【0003】

図18に、LCDパネルを1枚使用した従来の画像表示装置1801を示す。画像表示装置1801は、画像表示装置本体1802とLCDモジュール1803を備えている。画像表示装置本体1802は、画像処理エンジン1804を含む。LCDモジュール1803は更に、I/F（インタフェース）1805、LCDコントローラ1806、及びRGBパネル1807を備えている。

【0004】

画像表示装置本体1801内の画像処理エンジン1804で生成された画像データは、I/F1805を経由してLCDコントローラ1806に送信される。LCDコントローラ1806はI/F1805から受信した画像データを信号処理し、RGBパネル1807に送信する。RGBパネル1807はLCDコントローラ1806から受信した、信号処理された画像を表示する。

【0005】

画像表示装置1801においては、LCDモジュール1803に入力された画像データに対し、LCDコントローラ1806内のパネルドライバなどによって折れ線ガンマによる補正を行って、目視における階調のリニアリティ特性を実現している。

【0006】

このような画像表示装置1801においては、RGBパネル1807をバックライトの照明が通過することで輝度表現を行っている。そのため、特に黒領域の階調特性が悪く、理想の輝度に比べて明るい方向に輝度が観測される。この現象を表したものが図19である。図19において、横軸に示される入力、及び縦軸に示される出力は、入力および出力となる画像データの輝度値の最大値を100%とした、輝度値の対数表現となっており、図19は入力された輝度値が実際にどのような輝度値でRGBパネルに表示されるかを示している。

【0007】

本図において、線1901は輝度値の入出力の理想的な関係を、線1902はLCDパネルを使用した従来の画像表示装置における実際の輝度値の入出力の関係を、それぞれ示す。この入出力の関係、つまり階調特性が理想値に近づくほど、階調がリニアに表示され、人間の目に自然な表示を行うことができる。

【0008】

図19の線1902においては、入力輝度値が小さく、つまり画像データの階調が暗くなると、出力輝度値が理想よりも大きくなっている。つまり実際にRGBパネルに表示される画像は、理想とされる輝度値よりも大きく、すなわち、白っぽく、明るく表示される。この現象は黒浮きといわれ、LCDパネルにおいて暗い領域を表示する際にLCDパネルの遮光が完全でなく、バックライトの照明光が漏れるために発生するものであり、LCDにおいて特に問題となる現象である。従来のCRTでは10,000:1、有機ELパネルでは1,000,000:1のコントラスト比が実現されているが、本現象により従来のLCDパネルにおいては1500:1程度のコントラスト比しか実現できない。

【0009】

そこで、コントラスト比を改善し、黒浮きを解消する装置として、特許文献1（特開平5-88197）、特許文献2（国際公開WO2007/108183）に記載の画像表示装置が提案されている。

【発明の概要】

【0010】

特許文献1、2に記載される画像表示装置は、共に、ガンマ特性に基づいた階調変換が折れ線近似で実装されている。そのため、特に黒領域、つまり輝度値が低い領域での階調特性が必ずしもリニアに実現されず、暗い画像における色再現性が低下し、それにより、

10

20

30

40

50

画像の再現が忠実にできていない。折れ線によってガンマを近似すると、例えば輝度値が一定の増分で徐々に明るくなるようなグラデーションを画面に表示した場合、折れ線の変極点に相当する輝度値に対応する箇所に関しては、変極点の前後では入出力の関係が直線で表現され、つまりガンマの傾きが一定であるのに対し、変極点においては傾きが変化するため、人間には色の境界線が見えてしまう。

【0011】

また、特に特許文献2に関しては、特許文献2に記載の処理に必要な回路の実現が容易でなく、また、ガンマの数に応じた複数の回路が必要となり、安価な製品の提供が困難である。

【0012】

本発明は、上記課題を解決するために、LCDパネルにより構成された画像表示装置を用いる、画像表示方法であって、RGB画像を基にしたルックアップテーブル入力画像の階調を、階調変換前後の輝度値の対応関係が登録されたルックアップテーブルによって階調変換し、ルックアップテーブル出力画像を生成すること、前記LCDパネルに前記ルックアップテーブル出力画像を表示すること、を含み、前記対応関係は、0から輝度値の最大値までの間の、異なる値を有する複数の実測点のそれぞれに対して、前記実測点を入力輝度値とした場合の前記LCDパネルの出力輝度値の実測値と、前記実測点を入力輝度値とした場合の出力輝度値の理想値から、補正係数を計算し、当該補正係数を輝度値の最大値で正規化することで取得される、画像表示方法を提供する。

【0013】

前記ルックアップテーブル入力画像は、RGB画像の各画素の輝度値をビット拡張すること、を含む方法によって生成されてもよい。

【0014】

前記ビット拡張により拡張されたビットに格納される値は、前記画素と、前記画素の近傍の画素との大小関係から算出された重みを基に設定されてもよい。

【0015】

前記実測点間の、各輝度値に関する対応関係は、前記実測点間で、前記実測点同士の前記実測値を線形補間することで、前記実測点間の各輝度値の実測値に対応する値を取得すること、前記各輝度値の実測値に対応する前記値と前記各輝度値の理想値から前記各輝度値の補正係数をそれぞれ計算し、当該補正係数を輝度値の最大値で正規化すること、によって取得されてもよい。

【0016】

また、本発明は、前側のLCDパネルと後側のLCDパネルを重ねることにより構成された画像表示装置を用いる、画像表示方法であって、前記前側のLCDパネルに、RGB画像を表示すること、RGB画像を基にしたルックアップテーブル入力画像の階調を、階調変換前後の輝度値の対応関係が登録されたルックアップテーブルによって階調変換して、輝度が調整された白黒調整画像を生成すること、前記後側のLCDパネルに、前記白黒調整画像を表示すること、を含み、前記対応関係は、0から輝度値の最大値までの間の、異なる値を有する複数の実測点のそれぞれに対して、前記実測点を入力輝度値とした場合の前記LCDパネルの出力輝度値の実測値と、前記実測点を入力輝度値とした場合の出力輝度値の理想値から、補正係数を計算し、当該補正係数を輝度値の最大値で正規化することで取得される、画像表示方法を提供する。

【0017】

前記ルックアップテーブル入力画像は、RGB画像から色マトリクス変換によって生成されてもよい。

【0018】

また、本発明は、画像表示装置であって、階調変換前後の輝度値の対応関係が登録されたルックアップテーブルであって、RGB画像を基にしたルックアップテーブル入力画像を階調変換し、ルックアップテーブル出力画像を生成する、前記ルックアップテーブルと、前記ルックアップテーブル出力画像を表示するLCDパネルと、を含み、前記対応関係

は、0から輝度値の最大値までの間の、異なる値を有する複数の実測点のそれぞれに対して、前記実測点を入力輝度値とした場合の前記LCDパネルの出力輝度値の実測値と、前記実測点を入力輝度値とした場合の出力輝度値の理想値から、補正係数を計算し、当該補正係数を輝度値の最大値で正規化することで取得される、画像表示装置を提供する。

【0019】

画像表示装置は、RGB画像の各画素の輝度値をビット拡張してルックアップテーブル入力画像を生成するビット拡張部を更に含んでもよい。

【0020】

前記ビット拡張により拡張されたビットに格納される値は、前記画素と、前記画素の近傍の画素との大小関係から算出された重みを基に設定されてもよい。

10

【0021】

前記実測点間の、各輝度値に関する対応関係は、前記実測点間で、前記実測点同士の前記実測値を線形補間することで、前記実測点間の各輝度値の実測値に対応する値を取得すること、前記各輝度値の実測値に対応する前記値と前記各輝度値の理想値から前記各輝度値の補正係数をそれぞれ計算し、当該補正係数を輝度値の最大値で正規化すること、によって取得されてもよい。

【0022】

また、本発明は、前側のLCDパネルと後側のLCDパネルを重ねることにより構成された画像表示装置であって、RGB画像を信号処理して前記前側のLCDパネルに供給するLCDコントローラと、階調変換前後の輝度値の対応関係が登録されたルックアップテーブルであって、RGB画像を基にしたルックアップテーブル入力画像を階調変換し、輝度が調整された白黒調整画像を生成する、前記ルックアップテーブルを含み、前記白黒調整画像を前記後側のLCDパネルに供給するLVコントローラと、を含み、前記対応関係は、0から輝度値の最大値までの間の、異なる値を有する複数の実測点のそれぞれに対して、前記実測点を入力輝度値とした場合の前記LCDパネルの出力輝度値の実測値と、前記実測点を入力輝度値とした場合の出力輝度値の理想値から、補正係数を計算し、当該補正係数を輝度値の最大値で正規化することで取得される、画像表示装置を提供する。

20

【0023】

前記LVコントローラは、RGB画像から色マトリクス変換によって、ルックアップテーブル入力画像を生成する色マトリクス変換部をさらに含んでもよい。

30

【0024】

本発明によれば、次のような効果を得ることができる。

【0025】

すなわち、人間の眼に自然に映るような階調特性を実現することが可能となる。

【0026】

好ましい状態では、黒浮きを防止し、コントラスト比を格段に改善することが可能となる。

【0027】

好ましい状態では、画像表示装置を、安価に製造することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

40

【0028】

【図1】本発明の第1の実施形態として示した画像表示装置の信号処理ブロック図を示す。

【図2】前記第1の実施形態として示した画像表示装置の断面図である。

【図3】前記第1の実施形態として示した画像表示装置に含まれるLVコントローラを示す。

【図4】前記第1実施形態における、LUTの階調変換の概要を示す。

【図5】前記第1実施形態における、LUTの設定を示す。

【図6】前記第1実施形態における、LUTの階調変換特性を示す。

【図7】前記第1実施形態の実験結果を示す。

50

【図 8】前記第 1 実施形態の実験結果の拡大図を示す。

【図 9】本発明の第 2 の実施形態として示した画像表示装置に含まれる L V コントローラを示す。

【図 10】前記第 2 実施形態における、ビット拡張を示す。

【図 11】前記第 2 実施形態における、注目画素及びその周辺画素を示す。

【図 12】前記第 2 実施形態における、L U T の設定を示す。

【図 13】前記第 2 実施形態における、L U T の階調変換特性を示す。

【図 14】前記第 2 実施形態の実験結果を示す。

【図 15】前記第 2 実施形態の実験結果の拡大図を示す。

【図 16】前記第 1 及び 2 実施形態の実験結果画像の、輝度値に関するヒストグラムを示す。 10

【図 17】本発明の第 3 の実施形態として示した画像表示装置の信号処理ブロック図を示す。

【図 18】L C D パネルを用いた従来の画像表示装置の信号処理ブロック図を示す。

【図 19】液晶パネルの階調特性を示す。

【発明を実施するための形態】

【0029】

以下、本発明について図面を参照して詳細に説明する。

【0030】

図 1 は、本発明の第 1 の実施形態である画像表示装置の信号処理ブロック図を示す。 20

【0031】

図 1 における画像表示装置 1 は、画像表示装置本体 2 と L C D モジュール 3 を備えている。画像表示装置本体 2 は、画像処理エンジン 4 を含む。L C D モジュール 3 は更に、I / F (インタフェース) 5、L C D コントローラ 6、R G B パネル 7、L V (ライトバルブ) コントローラ 8、及び L V パネル 9 を備えている。

【0032】

画像表示装置本体 2 内の画像処理エンジン 4 は R G B 画像を生成し、L C D モジュール 3 に送信する。

【0033】

L C D モジュール 3 内の I / F 5 は、画像処理エンジン 4 が生成した R G B 画像を受信し、L C D コントローラ 6、及び L V コントローラ 8 に送信する。 30

【0034】

L C D コントローラ 6 は、I / F 5 から R G B 画像を受信し、受信した R G B 画像を信号処理して、R G B パネル 7 に送信する。

【0035】

R G B パネル 7 は、L C D コントローラ 6 から R G B 画像を受信し、表示する。

【0036】

L V コントローラ 8 は、I / F 5 から R G B 画像を受信し、受信した R G B 画像を信号処理して、白から黒までの明暗だけで表現された、グレースケールの画像を生成し、当該画像の輝度を調整して、L V 画像 (輝度が調整されたグレースケールの白黒調整画像) を生成し、L V パネル 9 に送信する。 40

【0037】

L V パネル 9 は、L V コントローラ 8 から L V 画像を受信し、表示する。

【0038】

図 2 は、図 1 に示される画像表示装置 1 の一部の実施の形態を示す。図 2 の画像表示装置 1 は、図 1 に記載の R G B パネル 7 と L V パネル 9、及びバックライトユニット 10 を備える。

【0039】

R G B パネル 7 は、カラーフィルタ基板 11、T F T 基板 12、偏光フィルム 13、駆動 I C 14 を備えている。カラーフィルタ基板 11 は、ブラックマトリクスや R、G、B 50

のカラーフィルタを配列し、共通電極などが形成された基板である。T F T 基板 1 2 は、液晶側に T F T や電極などを形成した基板である。偏光フィルム 1 3 は、後述するバックライトユニット 1 0 から照射される光を偏光させる。駆動 I C 1 4 は、L C D コントローラ 6 によって処理された R G B 画像を、T F T 基板 1 2 を駆動させることによって R G B パネル 7 に表示する。

【0040】

L V パネル 9 は、ガラス基板 1 5、T F T 基板 1 6、偏光フィルム 1 7、駆動 I C 1 8 を備えている。ガラス基板 1 5 は R G B パネル 7 におけるカラーフィルタ基板 1 1 に対応するものであるが、カラーフィルタ基板 1 1 とは異なり、カラーフィルタ基板 1 1 の有するブラックマトリクスやカラーフィルタを有さない。これは、L V パネル 9 が、L V 画像、つまり白から黒までの明暗だけで表現された、グレースケールの画像を表示するという、本発明の特徴に基づくものである。T F T 基板 1 6、偏光フィルム 1 7 は、R G B パネル 7 の T F T 基板 1 2、偏光フィルム 1 3 と同様のものである。駆動 I C 1 8 は、L V コントローラ 8 によって処理された L V 画像を、T F T 基板 1 6 を駆動させることによって L V パネル 9 に表示する。

【0041】

R G B パネル 7 と L V パネル 9 は、正面から見た場合に、対応する画素が重なって表示されるように、互いに重ねて配置される。

【0042】

バックライトユニット 1 0 は、光ガイドパネル 1 9 と光源 2 0 を備える。光源 2 0 は光ガイドパネル 1 9 に対し光を照射する。光ガイドパネル 1 9 は、光源 2 0 から照射された光を屈折させて L V パネル 9 に照射する。光ガイドパネル 1 9 から照射された光は、重ねられた L V パネル 9、及び R G B パネル 7 を順に通過して、画像表示装置 1 を視聴する人間の眼に届く。

【0043】

次に、図 3 を用いて、L V コントローラ 8 を説明する。

【0044】

L V コントローラ 8 は、色マトリクス変換部 3 0、ルックアップテーブル (L U T) 3 1 を備える。

【0045】

色マトリクス変換部 3 0 は、I / F 5 を介して画像処理エンジン 4 から R G B 画像を受信する。色マトリクス変換部 3 0 は受信した R G B 画像に対して、色マトリクス変換を行う。色マトリクス変換は、R、G、B のそれぞれの輝度値を入力とした場合に、例えば次のような演算を行うことで、グレースケールの輝度値である Y を取得する。 c_1 、 c_2 、 c_3 は所定の定数である。

$$Y = R \times c_1 + G \times c_2 + B \times c_3, \quad c_1 + c_2 + c_3 = 1$$

【0046】

これにより、色マトリクス変換部 3 0 は、入力された R G B 画像から、白から黒までの明暗だけで表現された、グレースケールの L U T 入力画像を生成する。色マトリクス変換部 3 0 は生成した L U T 入力画像を L U T 3 1 に送信する。

【0047】

L U T 3 1 は、色マトリクス変換部 3 0 から L U T 入力画像を受信する。L U T 3 1 は L U T 入力画像を階調変換し、L U T 出力画像を生成する。図 1 9 を用いて上述したように、画像データの階調が暗くなると、出力輝度値が理想よりも大きくなる。つまり、実際に R G B パネルに表示される画像は、理想とされる輝度値よりも大きく、したがって白っぽく、明るく表示される。

【0048】

図 4 (a) は、図 1 9 においては対数表現されていた x 軸、すなわち入力輝度値を、線

形で表現したものである。線 4 1、4 2 は図 1 9 の線 1 9 0 1、1 9 0 2 と同様、輝度値の入出力の理想的な関係、及び、LCD パネルを使用した従来の画像表示装置における実際の輝度値の入出力の関係を、それぞれ示す。図 4 (a) において、線 4 1 と線 4 2 が特に乖離している、入力輝度値が小さい部位を拡大したものが図 4 (b) である。図 4 (b) の線 4 3、4 4 は、輝度値の入出力の理想的な関係、及び、LCD パネルを使用した従来の画像表示装置における実際の輝度値の入出力の関係を、それぞれ示し、図 4 (a) の線 4 1 と線 4 2 にそれぞれ対応する。入力画像の画素がある入力輝度値を有していた場合、当該入力輝度値が実際に線 4 4 上の対応する出力輝度値で描画されるところを、当該入力輝度値に対応する線 4 3 の出力輝度値で描画されるように、出力輝度値が補正されるような階調変換を、LUT 3 1 が実施するように、LUT 3 1 は設定される。

10

【0049】

図 5 (a) は、実測点に関する LUT 3 1 の設定の一形態を示す。ここで実測点とは、出力輝度値の実測値が実験などによって実際に測定された、入力輝度値を指す。実測点は、0 から輝度値の最大値までの間の、異なる値を有するものであり、本実施形態において、従来の折れ線によるガンマ近似における変極点に相当する。尚、本実施形態においては、輝度値は 8 ビットで表され、結果として輝度値の最大値は 255 の値を示しているが、輝度値を表現するビット数は 8 ビットに限られない。

【0050】

図 5 (a) においては、実測点として、入力輝度値が図 5 (a) の「入力」列に示される値、すなわち、1、15、…、255 の値を用いている。「実測値%」列は、各実測点に対応する輝度値が LCD パネルに入力された場合に実際に表示される出力輝度値を、100% で正規化した値を示す。「理想%」列は、各実測点に対応する輝度値が LCD パネルに入力された場合の理想の出力輝度値を、100% で正規化した値を示す。例えば X_n が入力輝度値とした場合に、 X_n の理想値は次式により求められてもよい。

20

$$X_n \text{ の理想値} = (X_n / 255)^{2.2} \times 100$$

【0051】

上式において、指数「2.2」は、一般的なディスプレイのガンマ値として知られるものであるため本実施形態において使用するものであるが、これに限られず、例えば使用するディスプレイの特性に応じた、他の値であってもよい。

30

【0052】

「補正係数」列は、各実測点に対応する「理想%」を「実測値%」で除算した値を示す。「LUT 値」列は、各実測点に対応する「補正係数」を、輝度値の最大値で正規化した、すなわち、「補正係数」に輝度値の最大値を乗算して、丸め処理を行った値を示す。「LUT 値」は出力輝度値に相当する値である。

【0053】

このように、入力輝度値が実測点のいずれかに対応する場合は、実測点を入力輝度値とした場合の LCD パネルの出力輝度値の実測値と、実測点を入力輝度値とした場合の出力輝度値の理想値から、補正係数を計算し、当該補正係数を輝度値の最大値で正規化することで、当該実測点に相当する「LUT 値」の値が事前に計算され、かつ、当該実測点と「LUT 値」が関連づけられた対応関係として LUT 3 1 に登録されている。LUT 入力画像のある画素が実測点に相当する輝度値を有している場合、この対応関係に基づいて、入力輝度値に対応する「LUT 値」を取得し、その値を出力輝度値として LUT 出力画像、すなわち LV 画像を生成する。

40

【0054】

図 5 (a) は、各実測点に相当する輝度値のみの対応関係が登録されたものであり、この状態では、入力輝度値が離散的になっている、すなわち LUT 3 1 の「入力」列に存在しない、例えば 2 ~ 14、16 ~ 30 などの、実測点間の入力輝度値が存在する。したが

50

って、「入力」列における入力値の刻みが1になるように、LUT31の対応関係を設定する。この設定は、隣接する実測点の間を線形補間し、さらに理想値への補正係数を求めることによって行われる。

【0055】

具体的には、次のように、実測点間の各入力輝度値に対応する出力輝度値を計算する。まず、 X_n が入力輝度値とした場合に、次の線形補間式によって、 X_n に対応する、線形補間された実測値 Y_n を算出する。

$$Y_n = \frac{Y_{\max} - Y_{\min}}{X_{\max} - X_{\min}} \times (X_n - X_{\min}) + Y_{\min} \quad 10$$

【0056】

ここで、 $X_{\min}$ 、 $Y_{\min}$ は、入力輝度値 X_n を間に値として有する、2つの実測点のうち、値が小さい実測点の入力輝度値、及びそれに対応する実測値を指す。また、 $X_{\max}$ 、 $Y_{\max}$ は、入力輝度値 X_n を間に値として有する、2つの実測点のうち、値が大きい実測点の入力輝度値、及びそれに対応する実測値を指す。このように、2つの実測点の実測値を案分して入力値の刻み1に対応する増分を計算し、相応する刻み分の増分を実測値に加算することで実測値を線形補間する。

【0057】

図5(b)は、2つの実測点「 X_{15} 」「 X_{31} 」の間の各輝度値に対応する、LUT31の対応関係の設定の一形態を示す。2つの実測点間の各入力輝度値が、「入力」列に示される。また、上記の線形補間式において $X_{\min}$ を15、 $X_{\max}$ を31としたときに、 $X_{16} \sim X_{30}$ の各入力輝度値に対して線形補間式によって計算された実測値を、100%で正規化した値が、「実測値%」列に示されている。「理想%」列は、各入力輝度値がLCDパネルに入力された場合の理想の出力輝度値を、100%で正規化した値を示す。この値は、実測点に対応する輝度値の場合と同じ計算式によって求められてもよい。「補正係数」列は、各入力輝度値に対応する「理想%」を「実測値%」で除算した値を示す。「LUT値」列は、各入力輝度値に対応する「補正係数」を、輝度値の最大値で正規化した、すなわち、「補正係数」に輝度値の最大値を乗算して、丸め処理を行った値を示す。LUT値は出力輝度値に相当する値である。 20

【0058】

このように、入力輝度値が実測点のいずれにも対応しない場合は、当該入力輝度値を間に値として有する、2つの実測点間で、実測点同士の実測値を線形補間して、当該入力輝度値の実測値に対応する値を取得し、当該入力輝度値の実測値に対応する値と当該入力輝度値の理想値から当該入力輝度値の補正係数を計算し、当該補正係数を輝度値の最大値で正規化することで、当該入力輝度値と「LUT値」が関連づけられた対応関係としてLUT31に登録されている。LUT入力画像のある画素が実測点に相当しない輝度値を有している場合、この対応関係に基づいて、入力輝度値に対応する「LUT値」を取得し、その値を出力輝度値として、LUT出力画像、すなわちLV画像を生成する。 30

【0059】

LUT31は、メモリなどに、入力輝度値と出力輝度値の、つまり、階調変換前後の輝度値の対応関係として事前に登録し、別途設置されるCPUなどでLUT31上に登録された対応関係を参照しながら、入力輝度値を出力輝度値に変換するように、実装することが可能である。 40

【0060】

LUT31は、上記のように生成されたLUT出力画像を、LV画像（輝度が調整されたグレースケールの白黒調整画像）として、LVパネル9へ送信する。

【0061】

次に、第1の実施形態に基づいて、画像を表示する手順について記載する。

【0062】

まず、図 1 に示されるように、画像表示装置本体 2 の画像処理エンジン 4 が、画像表示装置 1 に表示すべき RGB 画像を生成し、LCD モジュール 3 に送信する。

【0063】

LCD モジュール 3 が、I/F 5 により RGB 画像を受信し、I/F 5 は受信した RGB 画像を LCD コントローラ 6、LV コントローラ 8 の双方に送信する。

【0064】

LCD コントローラ 6 が、I/F 5 から RGB 画像を受信し、受信した RGB 画像を信号処理して RGB パネル 7 に送信する。

【0065】

RGB パネル 7 が LCD コントローラ 6 から受信した RGB 画像を表示する。

10

【0066】

他方、LV コントローラ 8 も LCD コントローラ 6 と同様に、I/F 5 から RGB 画像を受信する。

【0067】

図 3 に図示される、LV コントローラ 8 の色マトリクス変換部 30 が、受信した RGB 画像に対し色マトリクス変換を行い、白から黒までの明暗だけで表現された、グレースケールの LUT 入力画像を生成し、LUT 31 に送信する。

【0068】

LUT 31 が、色マトリクス変換部 30 から LUT 入力画像を受信する。LUT 31 には階調変換前後の輝度値の対応関係が登録されている。この対応関係としては、入力輝度値が実測点のいずれかに対応する場合は、実測点を入力輝度値とした場合の LCD パネルの出力輝度値の実測値と、実測点を入力輝度値とした場合の出力輝度値の理想値から、補正係数を計算し、当該補正係数を輝度値の最大値で正規化することで、当該実測点に相当する「LUT 値」の値が事前に計算され、当該実測点と「LUT 値」が関連づけられて登録されている。また、入力輝度値が実測点のいずれにも対応しない場合は、当該入力輝度値を間に値として有する、2 つの実測点間で、実測点同士の実測値を線形補間して、当該入力輝度値の実測値に対応する値を取得し、当該入力輝度値の実測値に対応する値と当該入力輝度値の理想値から当該入力輝度値の補正係数を計算し、当該補正係数を輝度値の最大値で正規化することで、「LUT 値」の値が事前に計算され、当該入力輝度値と「LUT 値」が関連づけられた対応関係として LUT 31 に登録されている。

20

30

【0069】

LUT 31 は、受信した LUT 入力画像の各画素に対して、階調変換を行い、LUT 出力画像を生成する。LUT 31 は生成した LUT 出力画像を、LV 画像（輝度が調整されたグレースケールの白黒調整画像）として、LV パネル 9 に送信する。

【0070】

上記のように、同一の RGB 画像が、一方は LCD コントローラ 6 を介して RGB 画像として RGB パネル 7 に、他方は LV コントローラ 8 を介して、白から黒までの明暗だけで表現された、グレースケールの LV 画像として LV パネル 9 に、同時に表示される。

【0071】

前側の LCD パネルである RGB パネル 7 と、後側の LCD パネルである LV パネル 9 は、図 2 に示されるように重ねられた構造になっているため、光源 20 からバックライトユニット 10 を介して照射された光は、同一の RGB 画像を基にした LV 画像、RGB 画像がそれぞれ表示された LV パネル 9、RGB パネル 7 を順次通過し、人間の眼に届く。光が LV パネル 9、及び RGB パネル 7 を通過する際に、カラーフィルタ基板 11、及びそれぞれが有する図示しない液晶層を通過することによって、色調や輝度が制御される。

40

【0072】

輝度の制御は、LV パネル 9、及び RGB パネル 7 のそれぞれによって個別に行うことが可能であり、したがって、細やかなコントラストの調整が可能となる。

【0073】

また、RGB パネル 7 と LV パネル 9 を通してバックライトユニット 10 から光を照射

50

すると、双方のパネルを通して人間の眼に届く光は、それぞれのパネルの透過率を掛け合わせたものとなる。第1の実施形態において、実際にLUT31に設定される、入力輝度値と出力輝度値の対応の一形態を図6に示す。本図において、入力輝度値が小さい部分に対応する出力輝度値の傾きは図4に示される実測値に比べて急峻な形状となっており、理想に近いものとなっている。LUT31がこのような階調変換を、グレースケールの画像に対して行うことにより、輝度値が小さく暗い部分のLVパネル9の透過率を悪くする。それにより、RGB画像を表示するRGBパネル7の輝度値を変更せずに、LVパネル9の輝度値のみを変更することで、黒浮きを防止することが可能となる。

【0074】

図6において特に注目すべき点は、実測点、すなわち折れ線によるガンマ近似における変極点に相当する入力輝度値の多くは、対応する出力輝度値が極大点となっている、すなわち、入力輝度値が変極点より大きくなると出力輝度値は一旦減少していることである。これは、実測点間の各入力輝度値における実測値は、上記の線形補間式のように、実測点間の線形補間によって算出しているところが、 X_n の理想値を導出するための計算式は右下方方向に膨らんだ形状の関数を有することに起因する。図5(b)においては、実際に、入力輝度値が変極点である15の場合よりも、16～19の場合の方が、小さい出力輝度値(LUT値)を有している。

【0075】

例えば輝度値が徐々に明るくなるようなグラデーションを画面に表示した場合、通常の折れ線によるガンマ近似であれば折れ線の変極点に相当する輝度値に対応する箇所に関しては人間には色の境界線が見えてしまう。しかし、第1の実施形態は、図6に示されるような形状の入力輝度値と出力輝度値との対応関係を有するLUT31を備えている。つまり、折れ線によるガンマ近似の適用を前提として補正をかける、すなわち、折れ線によるガンマ近似が実装された装置において階調特性を実測し、それを理想の状態に補正する補正曲線が、LUT31に対応関係として登録されている。これにより、変極点より少し明るい輝度値に相当する画素の輝度を小さくして描画することで、境界線を目立たなくすることが可能となり、したがって自然なグラデーションの表示を実現し、人間の眼に自然に映るような階調特性を実現することが可能となる。

【0076】

上記の一連の処理は、バックライト側の後側のLCDパネルをLVパネル9として構成したために、複雑な構成となっておらず、実装に要する回路規模が小さくて済む。

【0077】

また、LUT31の値は製品実装前にオフラインで作成し、回路構成上はメモリを実装するのみですむので、階調特性の変換は容易に実現できる。そのうえ、階調変換特性を理想に近づけるための、入力輝度値と出力輝度値との対応関係は1種類のみ、すなわち、装置の実現に必要なLUT31は1つのみで足りる。

【0078】

更に図2を用いて示したように、LVパネル9はLVコントローラ8から受信したLV画像を表示する。LV画像はグレースケールの画像を基にしたものであるため、カラーフィルタなどの、通常のLCDパネルが必要とする一部の構成要素を必要としない。

【0079】

以上の理由により、安価に製品を提供することも可能である。

【0080】

上記の第1の実施形態による実験結果を図7、8に示す。

【0081】

図7(a)はRGB画像、図7(b)はRGB画像に対し色マトリクス変換を行ったLUT入力画像、図7(c)はLUT31により階調変換したLV画像で、図7(a)のRGB画像と図7(c)のLV画像を重ねて表示したものが図7(d)の最終出力画像である。

【0082】

10

20

30

40

50

図 8 (a) ~ (d) は、図 7 (a) ~ (d) の拡大図である。

【0083】

最終出力画像は黒の階調特性が改善され、高いコントラスト比の画像表示が実現されている。

【0084】

次に、図 9 を用いて、本発明の第 2 の実施形態を説明する。L V コントローラ 90 以外の構成は、第 1 の実施形態と同じである。

【0085】

L V コントローラ 90 は、出力輝度値の輝度ヒストグラムがなめらかになるように、すなわち、画像を表示するに際し、出力輝度値がとり得る値について、特定の値の輝度値のみがよく使用されうるという状況をなくし、できるだけ多くの値が出力輝度値として使用されるようにすることで、階調特性を改善する。そのために、輝度値に対しビット拡張を実施する。

【0086】

L V コントローラ 90 は、色マトリクス変換部 30、ビット拡張部 91、および L U T 92 を備える。

【0087】

色マトリクス変換部 30 の構成は、第 1 の実施形態と同じであり、前述した第 1 の実施形態と同様に色マトリクス変換を実施し、グレースケールのビット拡張入力画像を生成する。色マトリクス変換部 30 は生成したビット拡張入力画像をビット拡張部 91 に送信する。

【0088】

ビット拡張部 91 は、色マトリクス変換部 30 が生成したビット拡張入力画像を受信する。ビット拡張部 91 は、受信したビット拡張入力画像の、各画素の輝度値をビット拡張する。図 10 はビット拡張を説明するものである。ここでは、8 ビットの画素値に対して 2 ビット分左シフト演算を行い、L S B の下に 2 ビットを追加して、10 ビットに拡張している。本実施形態においては、8 ビットで表される輝度値を 10 ビットに拡張しているが、輝度値を表現するビット数は 8 ビットに限られず、また、拡張後のビット数も 10 ビットに限られない。拡張後のビット数は増加する回路規模とコストとのトレードオフで決定されてよい。

【0089】

拡張された 2 ビットに設定する値は、処理対象の画素を注目画素と呼称すると、注目画素の周囲の画素の輝度値を基に設定する。図 11 (a) に、注目画素 X_5 とその周囲の画素 $X_1 \sim X_4$ 、 $X_6 \sim X_9$ を例示する。注目画素に対し、周囲の画素は注目画素と似ている、あるいは関連する値を示していることが多い。例えば、注目画素が周囲の画素より大きい輝度値を有する場合、画素の並びを横軸、各画素の輝度値を縦軸としてみたときの関数の形状は凸の形状を有し、注目画素の真の画素値ともいえる画素値のアナログ値は、8 ビットに丸められた画素値のデジタル値よりも本来小さいであろうことが推定される。したがって、当該注目画素は実際には周囲の画素に近づけるように、8 ビットに丸められた画素値のデジタル値よりも若干小さい輝度値で描画すると、人間の眼に自然に映るように画像を描画できる。逆に、注目画素が周囲の画素より小さい輝度値を有する場合、その注目画素は若干大きい輝度値で描画すると、自然に画像を描画できる。このような値の調整を拡張された 2 ビットを用いて実施する。

【0090】

具体的には、拡張された 2 ビットの値の設定を次のように行う。図 11 (b) はこの値の設定のプログラム実現例である。変数 d_c を 0 で初期化したうえで、注目画素 X_5 の 8 ビットの輝度値をその周囲の画素 $X_1 \sim X_4$ 、 $X_6 \sim X_9$ の 8 ビットの輝度値とそれぞれ比較し、注目画素 X_5 の輝度値が周囲の画素より大きければ d_c から 1 を減算し、注目画素 X_5 の輝度値が周囲の画素より小さければ d_c に 1 を加算する。ここでは注目画素と比較される周囲の画素の数は 8 であり、この時点での変数 d_c の値は $-8 \sim +8$ の値をとり

得る。この変数 d_c を 8 で除算することで $-1 \sim 1$ までの値に正規化し、注目画素の 8 ビットの輝度値に加算することで、小数点以下の 2 ビットの値が設定される。正規化された変数 d_c が加算された輝度値を、最終的に 2 ビット分だけ左シフトすることにより、8 ビットの輝度値の 10 ビットへの拡張が完了する。

【0091】

前述のように、正規化前の変数 d_c は $-8 \sim +8$ の、16 段階の値をとることが可能であり、つまり 4 ビットで表現できる。したがって、上記のビット拡張方法によれば、例えば 8 ビットの輝度値を最大 12 ビットまで拡張することが可能であるが、本実施形態では d_c の下位 2 ビット分は丸められている。拡張するビット数は、後述の LUT92 のビット幅にも影響するため、輝度値のビット数と同様、回路規模とコストとのトレードオフで決定されてよい。

10

【0092】

ビット拡張部 91 は、上記のように各注目画素に対し、周囲の画素との大小関係を反映した値が重みとして拡張されたビットに設定された LUT 入力画像を、LUT92 に送信する。

【0093】

LUT92 は、ビット拡張された LUT 入力画像をビット拡張部 91 から受信する。LUT92 は基本的に、第 1 の実施形態における LUT31 と同様に値が設定される。すなわち、LUT92 には対応関係として、入力輝度値が実測点のいずれかに対応する場合は、実測点を入力輝度値とした場合の LCD パネルの出力輝度値の実測値と、実測点を入力輝度値とした場合の出力輝度値の理想値から、補正係数を計算し、当該補正係数を輝度値の最大値で正規化することで、当該実測点に相当する「LUT 値」の値が事前に計算され、当該実測点と「LUT 値」が関連づけられて登録されている。また、入力輝度値が実測点のいずれにも対応しない場合は、当該入力輝度値を間に値として有する、2 つの実測点間で、実測点同士の実測値を線形補間して、当該入力輝度値の実測値に対応する値を取得し、当該入力輝度値の実測値に対応する値と当該入力輝度値の理想値から当該入力輝度値の補正係数を計算し、当該補正係数を輝度値の最大値で正規化することで、「LUT 値」の値が事前に計算され、当該入力輝度値と「LUT 値」が関連づけられた対応関係が LUT92 に登録されている。

20

【0094】

LUT92 の設定の一形態を図 12 (a)、(b) に示す。図 12 (a) は実測点に関する設定例であり、図 12 (b) は実測点の間の各入力輝度値に対応する設定例である。図 12 (b) において、例えば「入力」が 60 と 64 の間については破線で表現されているが、実際には 61 ~ 63 の入力輝度値に関する行が存在するところ、これらを省略して表すものである。

30

【0095】

LUT92 の LUT31 との相違点は、LUT31 は入力輝度値が、例えば 8 ビット等の、ビット拡張されていない値であったのに対し、LUT92 は、例えば 10 ビット等の、ビット拡張された値である点である。実測点自体の数は LUT31 と同じであるため、実測点に相当する入力輝度値に関する LUT92 の構成は LUT31 と同じであり、LUT92 と LUT31 の対応する各実測点に関して、「実測値 %」列、「理想 %」列、「補正係数」列及び「LUT 値」列はそれぞれ同じ値を有する。しかし、実測点の間の輝度値は、拡張されたビット数に応じて増加する。図 5 (a) における入力輝度値 15、31 は、図 12 (a) における、ビット拡張された入力輝度値 60、124 にそれぞれ対応する。図 5 (b) には、ビット拡張しない場合の入力輝度値 15 と 31 の間の 15 個の入力輝度値に関する設定がなされているが、これに対し、図 12 (b) においては、入力輝度値がビット拡張された結果、対応する入力輝度値 60 ~ 124 の間の、63 個の入力輝度値に関する設定がなされている。

40

【0096】

尚、理想値の導出に使用される式は、第 1 の実施形態と異なり、次式を使用してもよい

50

。1023はビット数を10に拡張した場合の輝度値の最大値を示す。

$$X_n \text{の理想値} = (X_n / 1023)^{2.2} \times 100$$

【0097】

LUT92の入力輝度値は拡張されたビット数、すなわち図12においては10ビットで表現されたものであるが、最終的に各入力輝度値に応じて出力される出力輝度値、すなわちLUT値は、LUT31と同様にビット拡張前のビット数における最大値、すなわち図12においては8ビットの最大値である255で正規化され、それによりLUT出力画像が構成される。したがって、LUT92の出力を使用する各部位においては、LUT92の前にビット拡張が行われたか否かに影響されず、各々の処理を構築、実行することが可能である。

10

【0098】

LUT92が階調変換し、輝度を調整したLUT出力画像は、LVパネル9に送信される。

【0099】

次に、第2の実施形態に基づいて、画像を表示する手順について記載する。第1の実施形態と第2の実施形態の相違はLVコントローラ90であるため、LVコントローラ90に関して詳述する。

20

【0100】

図9に図示される、LVコントローラ90の色マトリクス変換部30が、受信したRGB画像に対し色マトリクス変換を行い、白から黒までの明暗だけで表現された、グレースケールのビット拡張入力画像を生成し、ビット拡張部91に送信する。

【0101】

ビット拡張部91は、色マトリクス変換部30からビット拡張入力画像を受信する。ビット拡張部91は、受信したビット拡張入力画像の各画素に対して、ビット拡張を行い、LUT入力画像を生成する。ビット拡張により拡張されたビットに格納される値は、注目画素と、注目画素の近傍の画素との大小関係から算出された重みを基に設定される。ビット拡張部91は、生成したLUT入力画像を、LUT92に送信する。

30

【0102】

LUT92が、ビット拡張部91から、ビット拡張された画像データである、LUT入力画像を受信する。LUT92には階調変換前後の輝度値の対応関係が登録されている。この対応関係としては、入力輝度値が実測点のいずれかに対応する場合は、実測点を入力輝度値とした場合のLCDパネルの出力輝度値の実測値と、実測点を入力輝度値とした場合の出力輝度値の理想値から、補正係数を計算し、当該補正係数を輝度値の最大値で正規化することで、当該実測点に相当する「LUT値」の値が事前に計算され、当該実測点と「LUT値」が関連づけられて登録されている。また、入力輝度値が実測点のいずれにも対応しない場合は、当該入力輝度値を間に値として有する、2つの実測点間で、実測点同士の実測値を線形補間して、当該入力輝度値の実測値に対応する値を取得し、当該入力輝度値の実測値に対応する値と当該入力輝度値の理想値から当該入力輝度値の補正係数を計算し、当該補正係数を輝度値の最大値で正規化することで、「LUT値」の値が事前に計算され、当該入力輝度値と「LUT値」が関連づけられた対応関係がLUT92に登録されている。

40

【0103】

LUT92は、受信したLUT入力画像の各画素に対して、階調変換を行い、LUT出力画像を生成する。LUT92は生成したLUT出力画像を、LV画像（輝度が調整されたグレースケールの白黒調整画像）として、LVパネル9に送信する。

【0104】

第2の実施形態は、既に説明したように、出力輝度値の輝度ヒストグラムをなめらかに

50

することを意図するものである。出力輝度値の輝度ヒストグラム粗さは、入力輝度値と出力輝度値の情報が共に、例えば8ビットで格納されるLUTを考えた場合、当該LUT上に対応関係として実現される「階調特性を変化させる補正曲線」を計算する際に、演算誤差、つまり丸め誤差によって、出力輝度値に値の抜けが生じるために発生していた。これに対し、ビット拡張部91において入力輝度値をビット拡張し、拡張されたビットに周囲の画素の輝度値との関連を表した値を設定することにより、本来、アナログである画像信号を8ビットに量子化する場合に、丸められて使用されなかったビット解像度以下の情報を復元した。これにより、輝度ヒストグラムをなめらかにすると同時に、階調変換を更になめらかにすることが可能である。

【0105】

尚、第2の実施形態に関しては、同一のRGB画像が、一方はLCDコントローラ6を介してRGB画像としてRGBパネル7に、他方はLVコントローラ8を介して、白から黒までの明暗だけで表現された、グレースケールのLV画像としてLVパネル9に、同時に表示されるという特徴については第1の実施形態と同じである。したがって、当該特徴に起因する、細やかなコントラストの調整や黒浮きの防止が可能であるという効果、および、実装に要する回路規模が小さく安価な製品の提供が可能という効果を、第2の実施形態も第1の実施形態と同様に有する。

【0106】

同様に、第2の実施形態におけるLUT92に格納される対応関係は、第1の実施形態におけるLUT31の値と同様な手法で設定されており、結果としてLUT31の場合に図6で示したものと同様な、図13として示される、入力輝度値と出力輝度値の対応関係を有する。そのため、第2の実施形態は、第1の実施形態と同様に、人間の眼に自然に映るような階調特性が実現できるという効果を奏する。

【0107】

上記の第1の実施形態による実験結果を図14、15に示す。

【0108】

図14(a)はRGB画像、図14(b)はRGB画像に対し色マトリクス変換を行ったビット拡張入力画像、図14(c)はビット拡張部91によってビット拡張を実施した後、LUT92により階調変換したLV画像で、図14(a)のRGB画像と図14(c)のLV画像を重ねて表示したものが図14(d)の最終出力画像である。

【0109】

図15(a)～(d)は、図14(a)～(d)の拡大図である。

【0110】

最終出力画像においては、黒の階調特性が改善され、高コントラストの画像表示が実現されている。

【0111】

図16は、図7、図14に示される各画像の輝度ヒストグラム分布を示したものである。図16(a)は、図7(a)、図14(a)に示される、RGB画像の輝度ヒストグラム分布、図16(b)は、図7(c)に示される、LUT31により階調変換を行ったLV画像の輝度ヒストグラム分布、図16(c)は、図14(c)に示される、ビット拡張部91によってビット拡張を実施した後、LUT92により階調変換したLV画像の輝度ヒストグラム分布を、それぞれ示す。図16(b)はビット拡張を行っていないため、輝度値に抜けが発生している。これに対し、ビット拡張を行った図16(c)は、輝度値の抜けが減少し、図16(b)に比べると輝度値の分布が改善されて、なめらかになっている。

【0112】

図16(d)は、図14(c)の結果に対し、更にローパスフィルタを適用した画像の輝度ヒストグラムである。これにより、更になめらかな分布が実現できる。

【0113】

尚、ビット拡張の手法については、上記で説明した方法に限られず、他の手法によって

実現してもよい。

【0114】

次に、図17を用いて、本発明の第3の実施形態を説明する。画像表示装置本体2の構成は、第1の実施形態の画像表示装置1と同じである。

【0115】

第3の実施形態における画像表示装置1700が備えるLCDモジュール1701は、I/F（インタフェース）5、LCDコントローラ1702、及びRGBパネル7を備えている。I/F（インタフェース）5、及びRGBパネル7は前述の画像表示装置1と同じである。しかし、画像表示装置1700は第1、第2の実施形態と異なり、LVコントローラ8、90、及びLVパネル9を有さず、その代わり、LCDコントローラ1702がビット拡張部1703、及びLUT1704を備えている。これにより、本実施形態は、RGBパネル7に表示されるRGB画像に対して、ビット拡張処理、及び階調変換処理を行うものとなっている。

【0116】

ビット拡張部1703は、前記の第2の実施形態におけるビット拡張部91と、基本的に同様の挙動を示すものである。すなわち、ビット拡張部1703は、ビット拡張部1703に対する入力画像の各画素の輝度値をビット拡張し、拡張されたビットには、当該画素と、当該画素の近傍の画素との大小関係から算出された重みを基にした値を設定する。ビット拡張部1703は、このように生成したLUT入力画像を、LUT1704に送信する。

【0117】

LUT1704は、第2の実施形態におけるLUT92と、基本的に同様の方法で値が設定される。すなわち、LUT1704には対応関係として、入力輝度値が実測点のいずれかに対応する場合は、実測点を入力輝度値とした場合のLCDパネルの出力輝度値の実測値と、実測点を入力輝度値とした場合の出力輝度値の理想値から、補正係数を計算し、当該補正係数を輝度値の最大値で正規化することで、当該実測点に相当する「LUT値」の値が事前に計算され、当該実測点と「LUT値」が関連づけられて登録されている。また、入力輝度値が実測点のいずれにも対応しない場合は、当該入力輝度値を間に値として有する、2つの実測点間で、実測点同士の実測値を線形補間して、当該入力輝度値の実測値に対応する値を取得し、当該入力輝度値の実測値に対応する値と当該入力輝度値の理想値から当該入力輝度値の補正係数を計算し、当該補正係数を輝度値の最大値で正規化することで、「LUT値」の値が事前に計算され、当該入力輝度値と「LUT値」が関連づけられた対応関係がLUT92に登録されている。

【0118】

ビット拡張部1703、及びLUT1704と、図9に示される、第2の実施形態におけるビット拡張部91、及びLUT92との差異は、ビット拡張部1703、及びLUT1704はLCDモジュール1701内のLCDコントローラ1702内にあるということである。すなわち、第2の実施形態のビット拡張部91、及びLUT92がLVコントローラ90の中に存在し、同じくLVコントローラ90内に存在する色マトリクス変換部30が出力するグレースケールの画像を処理するのに対し、本実施形態におけるビット拡張部1703、及びLUT1704は、RGB画像を処理し、RGBパネル7に送信する。LCDコントローラ1702は入力されたRGB画像のR、G、Bのいずれかの、またはこれらから選択された輝度値、あるいは全ての輝度値に対して、個別にビット拡張部1703、及びLUT1704による処理を行うように構成することが可能である。

【0119】

LUT1704が階調変換し、輝度を調整したLUT出力画像は、RGBパネル7に送信される。

【0120】

次に、第3の実施形態に基づいて、画像を表示する手順について記載する。

【0121】

まず、画像表示装置本体 2 の画像処理エンジン 4 が、画像表示装置 1 7 0 0 に表示すべき RGB 画像を生成し、LCD モジュール 1 7 0 1 に送信する。

【0122】

LCD モジュール 1 7 0 1 が、I/F 5 により RGB 画像を受信し、I/F 5 は受信した RGB 画像を LCD コントローラ 1 7 0 2 に送信する。

【0123】

LCD コントローラ 1 7 0 2 が I/F 5 から RGB 画像を受信し、受信した RGB 画像をビット拡張部 1 7 0 3 に送信する。

【0124】

ビット拡張部 1 7 0 3 は、I/F 5 から RGB 画像を受信する。ビット拡張部 1 7 0 3 は、受信した RGB 画像の各画素の、例えば R、G、B のすべての輝度値に対して、ビット拡張を行い、LUT 入力画像を生成する。ビット拡張により拡張されたビットに格納される値は、注目画素と、注目画素の近傍の画素との大小関係から算出された重みを基に設定される。ビット拡張部 1 7 0 3 は、ビット拡張された RGB 画像である LUT 入力画像を、LUT 1 7 0 4 に送信する。

【0125】

LUT 1 7 0 4 が、ビット拡張部 1 7 0 3 から LUT 入力画像を受信する。LUT 9 2 には階調変換前後の輝度値の対応関係が登録されている。この対応関係としては、入力輝度値が実測点のいずれかに対応する場合は、実測点を入力輝度値とした場合の LCD パネルの出力輝度値の実測値と、実測点を入力輝度値とした場合の出力輝度値の理想値から、補正係数を計算し、当該補正係数を輝度値の最大値で正規化することで、当該実測点に相当する「LUT 値」の値が事前に計算され、当該実測点と「LUT 値」が関連づけられて登録されている。また、入力輝度値が実測点のいずれにも対応しない場合は、当該入力輝度値を間に値として有する、2 つの実測点間で、実測点同士の実測値を線形補間して、当該入力輝度値の実測値に対応する値を取得し、当該入力輝度値の実測値に対応する値と当該入力輝度値の理想値から当該入力輝度値の補正係数を計算し、当該補正係数を輝度値の最大値で正規化することで、「LUT 値」の値が事前に計算され、当該入力輝度値と「LUT 値」が関連づけられた対応関係が LUT 9 2 に登録されている。

【0126】

LUT 1 7 0 4 は、受信した LUT 入力画像の各画素に対して、例えば R、G、B のすべての輝度値に対して、階調変換を行い、階調変換された RGB 画像である LUT 出力画像を生成する。LUT 1 7 0 4 は生成した LUT 出力画像を、RGB パネル 7 に送信する。

【0127】

RGB パネル 7 が LCD コントローラ 1 7 0 2 から受信した RGB 画像を表示する。

【0128】

本実施形態は、第 1、第 2 の実施形態の LUT 3 1、LUT 9 2 と同様に機能する LUT 1 7 0 4 を有し、LUT 1 7 0 4 によって RGB 画像を、グレースケールの画像にすることなく、階調変換している。したがって、第 1、第 2 の実施形態と同様に、通常の折れ線近似によるガンマ変換の不具合を防止する細やかなコントラストの調整が可能であり、人間の眼に自然に映るような階調特性が実現できる。

【0129】

また、本実施形態は、第 2 の実施形態と同様にビット拡張部 1 7 0 3 を有し、ビット拡張部 1 7 0 3 は第 2 の実施形態のビット拡張部 9 1 と同様に機能する。したがって、第 2 の実施形態と同様に、LUT による階調変換特性を更になめらかにすることが可能である。

【0130】

尚、本実施形態においては、RGB 画像はビット拡張部 1 7 0 3 によってビット拡張されたのち、LUT 1 7 0 4 で階調変換されたが、ビット拡張部 1 7 0 3 はコストとのトレードオフで、実装しないことも可能である。この場合、RGB 画像はビット拡張されずに

10

20

30

40

50

、直接 L U T 1 7 0 4 に入力される。また、L U T 1 7 0 4 はビット拡張されていない R G B 画像を階調変換するため、例えば、第 1 の実施形態の L U T 3 1 と同様な対応関係を格納するものとなる。

【0131】

以上、本発明の好ましい実施の形態について詳細に説明したが、当該技術分野における通常の知識を有する者であればこれから様々な変形及び均等な実施の形態が可能であることが理解できるであろう。

【0132】

よって、本発明の権利範囲はこれに限定されるものではなく、特許請求の範囲で定義される本発明の基本概念を用いた当業者の様々な変形や改良形態も本発明に含まれる。

10

【符号の説明】

【0133】

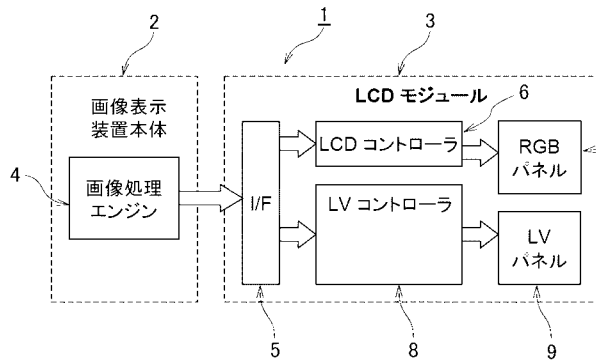
1	画像表示装置
2	画像表示装置本体
3	L C D モジュール
4	画像処理エンジン
5	I / F (インタフェース)
6	L C D コントローラ
7	R G B パネル
8	L V コントローラ
9	L V パネル
10	バックライトユニット
11	カラーフィルタ基板
12	T F T 基板
13	偏光フィルム
14	駆動 I C
15	ガラス基板
16	T F T 基板
17	偏光フィルム
18	駆動 I C
19	光ガイドパネル
20	光源
30	色マトリクス変換部
31	ルックアップテーブル (L U T)
90	L V コントローラ
91	ビット拡張部
92	ルックアップテーブル (L U T)
1700	画像表示装置
1701	L C D モジュール
1702	L C D コントローラ
1703	ビット拡張部
1704	ルックアップテーブル (L U T)

20

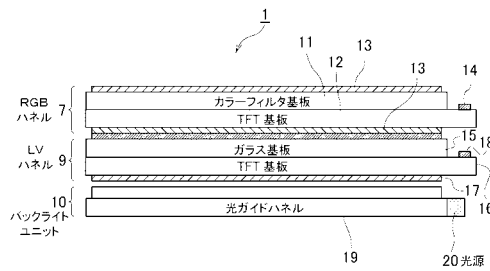
30

40

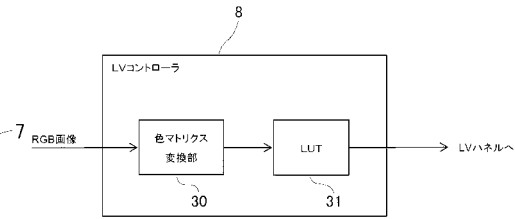
【図 1】



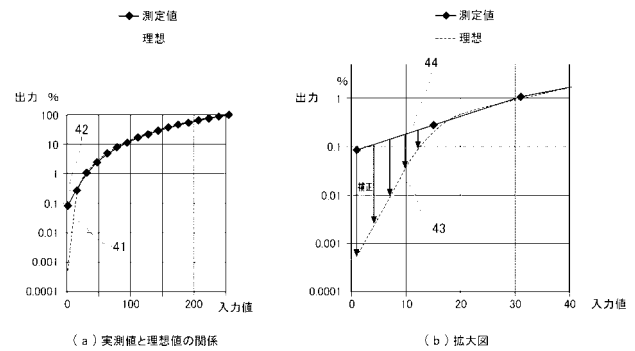
【図 2】



【図 3】



【図 4】



【図 5】

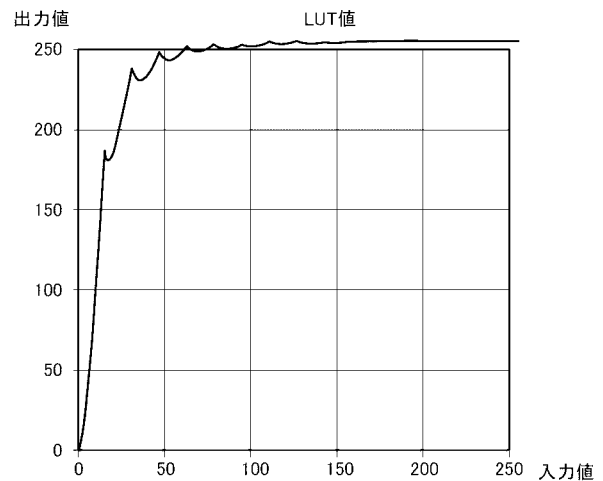
入力	実測値%	理想値%	補正係数	LUT値
255	100.00	100.00000	1.00000	255
239	86.70	86.71355	1.00016	255
223	74.50	74.45302	0.99937	255
207	63.20	63.20426	1.00007	255
191	53.00	52.95232	0.99910	255
175	43.70	43.68128	0.99957	255
159	35.40	35.37409	0.99927	255
143	28.10	28.01244	0.99688	254
127	21.60	21.57644	0.99891	255
111	16.10	16.04435	0.99654	254
95	11.50	11.39209	0.99062	253
79	7.66	7.59261	0.99120	253
63	4.66	4.61488	0.98609	251
47	2.49	2.42229	0.97281	248
31	1.04	0.96963	0.93234	238
15	0.27	0.19634	0.72719	185
1	0.08	0.00051	0.00609	2

(a) LUTの設定

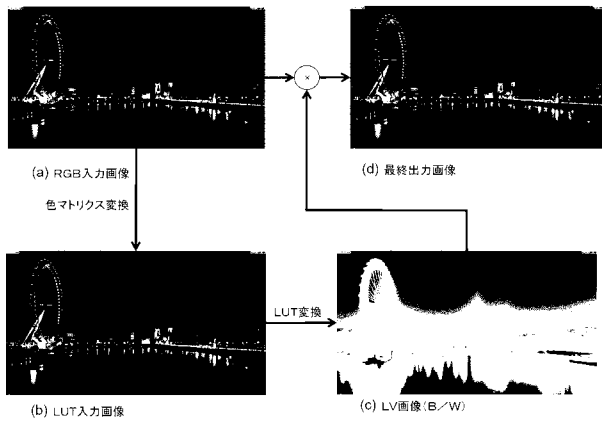
入力	実測値%	理想%	補正係数	LUT値
31	1.040	0.969633	0.932339	238
30	0.992	0.902149	0.909539	232
29	0.944	0.837312	0.887218	226
28	0.896	0.775103	0.865432	221
27	0.848	0.715504	0.844252	215
26	0.799	0.658496	0.823763	210
25	0.751	0.604059	0.804072	205
24	0.703	0.552174	0.785315	200
23	0.655	0.502820	0.767665	196
22	0.607	0.455975	0.751350	192
21	0.559	0.411618	0.736676	188
20	0.511	0.369724	0.724062	185
19	0.463	0.330270	0.714098	182
18	0.414	0.293232	0.707648	180
17	0.366	0.258583	0.706027	180
16	0.318	0.226295	0.711341	181
15	0.270	0.196342	0.727191	185

(b) 代表点間のLUTの設定

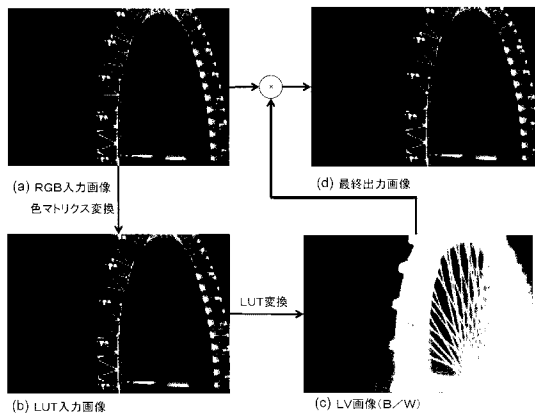
【図 6】



【図 7】



【図 8】



【図 1 1】

X1	X2	X3
X4	X5	X6
X7	X8	X9

(a) 注目画素と周辺画素

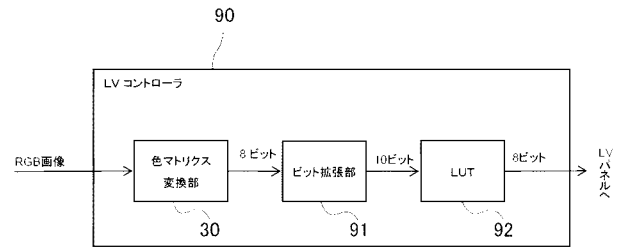
```

int dc = 0;
for( i = 1; i <= 9; i++) {
    if ( X5 < Xi )    dc += 1;
    if ( X5 > Xi )    dc -= 1;
}
X5 = X5 + dc/8.0;

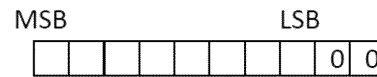
```

(b) 拡張ビットの値設定

【図 9】



【図 1 0】



【図 1 2】

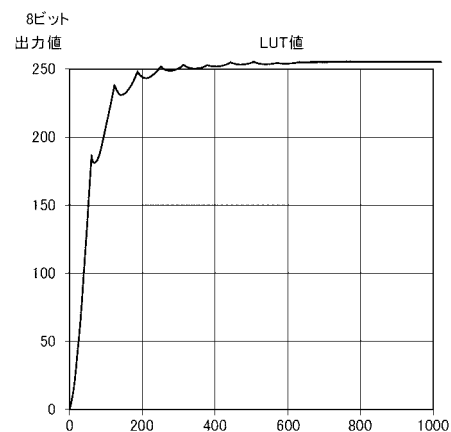
10ビット	入力	実測値%	理想値%	補正係数	8ビット	LUT値
1023	100.00	100.00000	1.00000	255		
955	86.76	86.15510	0.99372	253		
891	74.50	73.97512	0.99293	253		
828	63.20	62.79121	0.99363	253		
764	53.00	52.61130	0.99267	253		
700	43.70	43.26996	0.99313	253		
638	35.40	35.14857	0.99583	253		
572	28.10	27.83203	0.99046	253		
508	21.60	21.43748	0.99548	253		
444	16.10	15.94102	0.99013	252		
380	11.50	11.31873	0.99424	251		
316	7.66	7.54371	0.99482	251		
252	4.95	4.95816	0.97974	250		
188	2.44	2.40669	0.98554	248		
124	1.04	0.99539	0.92533	238		
60	0.27	0.19508	0.72254	184		
0	0.08	0.00002	0.00030	0		

(a) LUTの設定

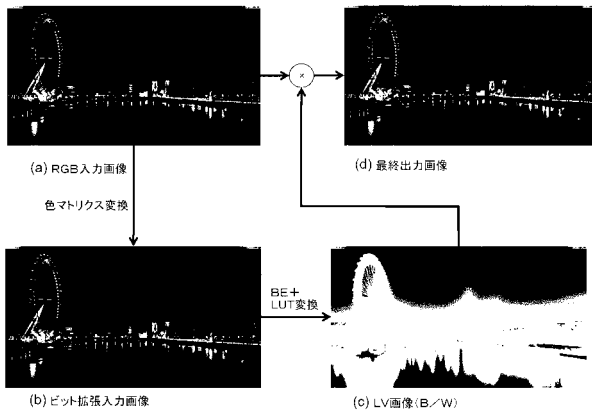
10ビット	入力	実測値%	理想値%	補正係数	8ビット	LUT値
124	104.0	0.98339	0.95833	226		
120	0.992	0.99634	0.99357	230		
116	0.944	0.83192	0.88127	225		
112	0.896	0.77011	0.85950	219		
108	0.848	0.71090	0.82932	214		
104	0.799	0.65425	0.81884	209		
100	0.751	0.60017	0.79916	204		
96	0.703	0.54882	0.78240	199		
92	0.655	0.49958	0.76272	194		
88	0.607	0.45304	0.74636	190		
84	0.559	0.40897	0.73160	187		
80	0.511	0.36754	0.71887	183		
76	0.463	0.32814	0.70673	181		
72	0.414	0.29134	0.70373	179		
68	0.366	0.25682	0.70195	178		
64	0.318	0.22484	0.70704	180		
60	0.270	0.19508	0.72251	184		

(b) 代表点間のLUTの設定

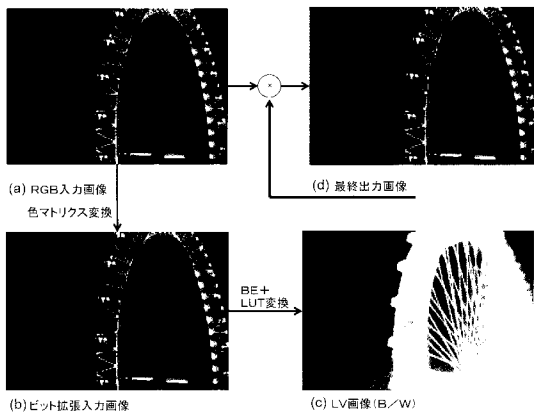
【図 1 3】



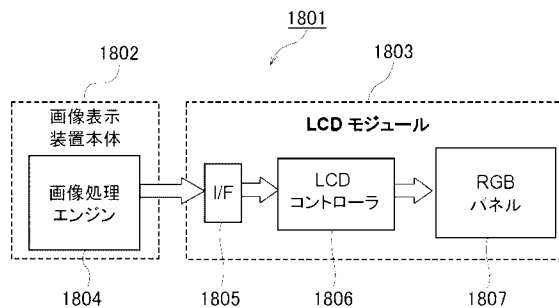
【図 14】



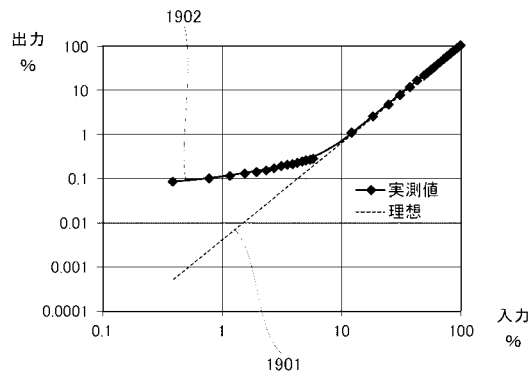
【図 15】



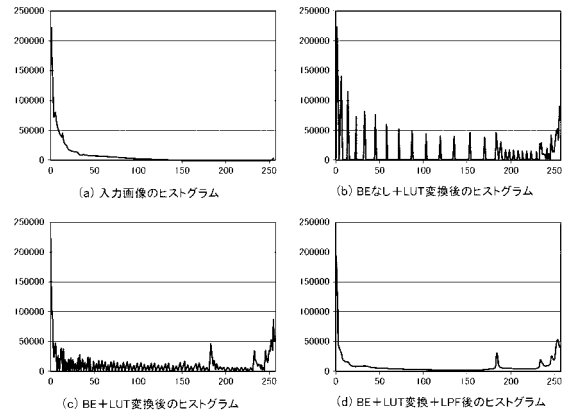
【図 18】



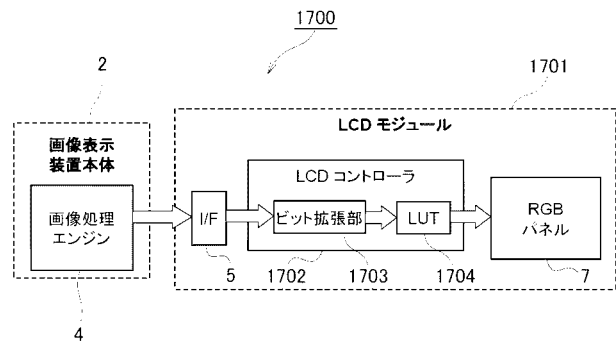
【図 19】



【図 16】



【図 17】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
	G 0 9 G 3/20	6 4 1 P
	G 0 2 F 1/133	5 5 0
	G 0 2 F 1/1333	

F ターム (参考)	5C006	AA16	AA22	AF11	AF46	AF84	AF85	BB29	FA54
	5C080	AA10	BB05	CC03	CC07	DD01	FF11	GG09	GG12

专利名称(译)	图像显示方法和图像显示装置		
公开(公告)号	JP2019008326A	公开(公告)日	2019-01-17
申请号	JP2018187897	申请日	2018-10-03
[标]申请(专利权)人(译)	乐金显示有限公司		
申请(专利权)人(译)	Eruji显示有限公司		
[标]发明人	中屋秀雄		
发明人	中屋 秀雄		
IPC分类号	G09G3/36 G09G3/20 G02F1/133 G02F1/1333		
FI分类号	G09G3/36 G09G3/20.680.D G09G3/20.680.H G09G3/20.642.E G09G3/20.631.V G09G3/20.641.P G02F1/133.550 G02F1/1333		
F-TERM分类号	2H189/AA22 2H189/AA34 2H189/HA16 2H189/LA08 2H193/ZA04 2H193/ZF13 2H193/ZF17 2H193/ZG04 5C006/AA16 5C006/AA22 5C006/AF11 5C006/AF46 5C006/AF84 5C006/AF85 5C006/BB29 5C006/FA54 5C080/AA10 5C080/BB05 5C080/CC03 5C080/CC07 5C080/DD01 5C080/FF11 5C080/GG09 5C080/GG12		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

要解决的问题：提供一种图像显示方法，用于实现自然出现在人眼中的渐变特性。解决方案：使用由LCD面板7构成的图像显示装置的图像显示方法的特征在于，基于RGB图像的查找表输入图像的灰度被转换为灰度转换之前和之后的亮度值的对应关系。上表1704生成查找表输出图像，并在LCD面板7上显示查找表输出图像，其中对应关系从0到0在实际测量点被设置为具有不同值的多个实际测量点中的每一个的输入亮度值直到亮度值的最大值的情况下，LCD面板7的输出亮度值的实际测量值，当点是输入亮度值时，根据输出亮度值的理想值计算校正系数，并用最大亮度值对校正系数进行归一化。 .The 17

