

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6360321号
(P6360321)

(45) 発行日 平成30年7月18日(2018.7.18)

(24) 登録日 平成30年6月29日(2018.6.29)

(51) Int.Cl.

F 1

G09G 3/36 (2006.01)

G09G 3/36

G09G 3/20 (2006.01)

G09G 3/20 623B

G02F 1/133 (2006.01)

G09G 3/20 641P

G09G 3/20 642J

G09G 3/20 641Q

請求項の数 10 (全 37 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号

特願2014-23879 (P2014-23879)

(22) 出願日

平成26年2月10日(2014.2.10)

(65) 公開番号

特開2015-152646 (P2015-152646A)

(43) 公開日

平成27年8月24日(2015.8.24)

審査請求日

平成29年2月8日(2017.2.8)

(73) 特許権者 308017571

シナプティクス・ジャパン合同会社

東京都中野区中野四丁目10番2号

(74) 代理人 100205350

弁理士 狩野 芳正

(74) 代理人 100102864

弁理士 工藤 実

(74) 代理人 100117617

弁理士 中尾 圭策

(72) 発明者 能勢 崇

東京都小平市上水本町5丁目20番1号

株式会社ルネサスエスピードライバ内

(72) 発明者 降旗 弘史

東京都小平市上水本町5丁目20番1号

株式会社ルネサスエスピードライバ内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】表示装置、表示パネルドライバ、画像処理装置及び画像処理方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

表示パネルを駆動する表示パネルドライバであって、

入力画像データのRデータ、Gデータ及びBデータのそれぞれに対して補正演算を行うことにより、彩度が強調された出力画像データを生成するように構成された補正演算部と

前記出力画像データに応答して前記表示パネルを駆動する駆動回路部とを具備し、

前記補正演算部は、前記Rデータ、前記Gデータ及び前記Bデータのそれぞれについて、前記入力画像データに対応する第1座標軸と前記出力画像データに対応する第2座標軸とで規定される座標系における、前記補正演算の入出力関係を表す入出力カーブの前記入力画像データの前記Rデータ、前記Gデータ及び前記Bデータの下限値に対応する始点の位置を、前記第2座標軸に平行な第1方向又は前記第1方向に反対の第2方向に移動可能に構成され、

前記補正演算部は、前記Rデータと前記Gデータと前記Bデータとのうちの一つ又は二つの前記入出力カーブの前記始点の位置を前記第1方向に移動し、前記Rデータと前記Gデータと前記Bデータとのうちの前記一つ又は二つ以外のものの前記入出力カーブの前記始点の位置を前記第2方向に移動する

表示パネルドライバ。

【請求項 2】

10

20

請求項 1 に記載の表示パネルドライバであって、

前記補正演算部は、ある画素に対応する前記入力画像データの前記補正演算において、前記画素に対応する前記入力画像データから前記画素の輝度を算出し、前記画素に対応する前記入力画像データの前記 R データ、前記 G データ及び前記 B データのそれぞれの前記入出力カーブの始点の位置を、前記 R データ、前記 G データ及び前記 B データのそれぞれの値と前記画素の輝度との差分に応じて前記第 1 方向又は前記第 2 方向に移動する

表示パネルドライバ。

【請求項 3】

請求項 1 又は 2 に記載の表示パネルドライバであって、

前記補正演算部は、あるフレーム期間における前記入力画像データの前記補正演算において、前記 R データ、前記 G データ及び前記 B データのそれぞれの前記入出力カーブの始点の位置を、前記フレーム期間に前記表示パネルに表示されるフレーム画像の平均彩度に応じて前記第 1 方向又は前記第 2 方向に移動する

表示パネルドライバ。

【請求項 4】

請求項 2 に記載の表示パネルドライバであって、

前記補正演算部は、前記画素に対応する前記入力画像データの前記補正演算において、第 1 強調係数、第 2 強調係数及び第 3 強調係数を、所定の関数 $f(x)$ を用いて下記式：

$$INST^R = f(D_{IN}^R)$$

$$INST^G = f(D_{IN}^G)$$

$$INST^B = f(D_{IN}^B)$$

に従って算出し（ただし、 $INST^R$ は前記第 1 強調係数であり、 $INST^G$ は前記第 2 強調係数であり、 $INST^B$ は前記第 3 強調係数であり、 D_{IN}^R は、前記画素に対応する前記入力画像データの前記 R データであり、 D_{IN}^G は、前記画素に対応する前記入力画像データの前記 G データであり、 D_{IN}^B は、前記画素に対応する前記入力画像データの前記 B データである）、

前記関数 $f(x)$ は、 x が であるときに最大値をとり、 x が よりも小さいときには x に対して単調に増加し、 x が よりも大きいときには x に対して単調に減少する関数であり、

は、 $D_{IN}^{MAX}/2$ 、又は、 $D_{IN}^{MAX}/2$ に最も近い整数として与えられる値であり（ただし、 D_{IN}^{MAX} は、前記入力画像データの前記 R データ、前記 G データ及び前記 B データの上限値）、

前記補正演算部は、前記第 1 強調係数、第 2 強調係数及び第 3 強調係数のうちの最小値である最小強調係数を算出し、

前記補正演算部は、前記画素に対応する前記入力画像データの前記 R データの値と前記画素の輝度との第 1 差分と前記最小強調係数との積に応じて前記 R データの前記入出力カーブの始点の位置を前記第 1 方向又は前記第 2 方向に移動し、前記画素に対応する前記入力画像データの前記 G データの値と前記画素の輝度との第 2 差分と前記最小強調係数との積に応じて前記 G データの前記入出力カーブの始点の位置を前記第 1 方向又は前記第 2 方向に移動し、前記画素に対応する前記入力画像データの前記 B データの値と前記画素の輝度との第 3 差分と前記最小強調係数との積に応じて前記 B データの前記入出力カーブの始点の位置を前記第 1 方向又は前記第 2 方向に移動する

表示パネルドライバ。

【請求項 5】

請求項 4 に記載の表示パネルドライバであって、

前記補正演算部は、あるフレーム期間における前記画素に対応する前記入力画像データの前記補正演算において、前記フレーム期間に前記表示パネルに表示されるフレーム画像の平均彩度を算出し、前記 R データの前記入出力カーブの始点の位置を、前記入力画像データの前記 R データ、前記 G データ、前記 B データの上限値から前記平均彩度を減じた第 4 差分と前記最小強調係数と前記第 1 差分との積に応じて前記第 1 方向又は前記第 2 方向

10

20

30

40

50

に移動し、前記 G データの前記入出力カーブの始点の位置を、前記第 4 差分と前記最小強調係数と前記第 2 差分との積に応じて前記第 1 方向又は前記第 2 方向に移動し、前記 B データの前記入出力カーブの始点の位置を、前記第 4 差分と前記最小強調係数と前記第 3 差分との積に応じて前記第 1 方向又は前記第 2 方向に移動する

表示パネルドライバ。

【請求項 6】

請求項 1 に記載の表示パネルドライバであって、

前記補正演算部は、あるフレーム期間における前記入力画像データの前記補正演算において、前記フレーム期間に前記表示パネルに表示されるフレーム画像の APL を示す APL データと前記フレーム画像の輝度の分散を示す分散データとを生成し、前記 R データ、前記 G データ及び前記 B データのそれぞれについて、前記 APL データに応じて前記入出力カーブの決定に用いられるガンマカーブのガンマ値を算出し、前記分散データに応じて前記ガンマカーブを変形することで前記入出力カーブの形状を決定する

表示パネルドライバ。

【請求項 7】

入力画像データの R データ、G データ及び B データのそれぞれに対して補正演算を行うことにより、彩度が強調された出力画像データを生成するように構成された補正演算部を備え、

前記補正演算部は、前記 R データ、前記 G データ及び前記 B データのそれぞれについて、前記入力画像データに対応する第 1 座標軸と前記出力画像データに対応する第 2 座標軸とで規定される座標系における、前記補正演算の入出力関係を表す入出力カーブの前記入力画像データの前記 R データ、前記 G データ及び前記 B データの下限値に対応する始点の位置を、前記第 2 座標軸に平行な第 1 方向又は前記第 1 方向に反対の第 2 方向に移動可能に構成され、

前記補正演算部は、前記 R データと前記 G データと前記 B データとのうちの一つ又は二つの前記入出力カーブの前記始点の位置を前記第 1 方向に移動し、前記 R データと前記 G データと前記 B データとのうちの前記一つ又は二つ以外のものの前記入出力カーブの前記始点の位置を前記第 2 方向に移動する

画像処理装置。

【請求項 8】

請求項 7 に記載の画像処理装置であって、

前記補正演算部は、ある画素に対応する前記入力画像データの前記補正演算において、前記画素に対応する前記入力画像データから前記画素の輝度を算出し、前記画素に対応する前記入力画像データの前記 R データ、前記 G データ及び前記 B データのそれぞれの前記入出力カーブの始点の位置を、前記 R データ、前記 G データ及び前記 B データのそれぞれの値と前記画素の輝度との差分に応じて、前記第 1 方向又は前記第 2 方向に移動する

画像処理装置。

【請求項 9】

表示パネルと、

前記表示パネルを駆動する表示パネルドライバ
とを具備し、

前記表示パネルドライバは、

入力画像データの R データ、G データ及び B データのそれぞれに対して補正演算を行うことにより、彩度が強調された出力画像データを生成するように構成された補正演算部と、

前記出力画像データに応答して前記表示パネルを駆動する駆動回路部
とを備え、

前記補正演算部は、前記 R データ、前記 G データ及び前記 B データのそれぞれについて、前記入力画像データに対応する第 1 座標軸と前記出力画像データに対応する第 2 座標軸とで規定される座標系における、前記補正演算の入出力関係を表す入出力カーブの前記入

10

20

30

40

50

力画像データの前記 R データ、前記 G データ及び前記 B データの下限値に対応する始点の位置を、前記第 2 座標軸に平行な第 1 方向又は前記第 1 方向に反対の第 2 方向に移動可能に構成され、

前記補正演算部は、前記 R データと前記 G データと前記 B データとのうちの一つ又は二つの前記入出力カーブの前記始点の位置を前記第 1 方向に移動し、前記 R データと前記 G データと前記 B データとのうちの前記一つ又は二つ以外のものの前記入出力カーブの前記始点の位置を前記第 2 方向に移動する

表示装置。

【請求項 10】

請求項 9 に記載の表示装置であって、

10

前記補正演算部は、ある画素に対応する前記入力画像データの前記補正演算において、前記画素に対応する前記入力画像データから前記画素の輝度を算出し、前記画素に対応する前記入力画像データの前記 R データ、前記 G データ及び前記 B データのそれぞれの前記入出力カーブの始点の位置を、前記 R データ、前記 G データ及び前記 B データのそれぞれの値と前記画素の輝度との差分に応じて前記第 1 方向又は前記第 2 方向に移動する

表示装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

20

本発明は、表示装置、表示パネルドライバ、画像処理装置及び画像処理方法に関し、特に、表示画像に対応する画像データに対して彩度を強調するための演算処理を行う画像処理装置及び画像処理方法並びにそれらを用いる表示パネルドライバ及び表示装置に関する。

【背景技術】

【0002】

彩度を強調するための演算処理である彩度強調処理は、画像データに対して行われる画像処理の一つとして知られている。例えば、本来的には色域が比較的に狭い表示装置においては、画像データに対して彩度強調処理を行うことで色域を補うことができる。より具体的には、白色照明をバックライトとして用いる液晶表示装置は、近年の O L E D (organic light emitting diode) 表示装置と比較すると色域が狭く、色を美しく見せるために色域の拡大が求められることがある。このような場合に、画像データに対して彩度強調処理を行うことにより、実質的な色域を拡大することができる。

30

【0003】

また、彩度強調処理は、自動コントラスト強調 (A C O : auto contrast optimization) によって画像の彩度が劣化した場合に、彩度を復元するためにも用いられる。一般的な自動コントラスト強調では、画面全体の画像データを分析して得られた特徴データ (例えば、ヒストグラムや A P L (average picture level)) に応じてコントラスト強調が行われる (コントラスト強調については、例えば、特許文献 1 (特許第 4198720 号) 参照)。しかしながら、一般的な自動コントラスト強調では、赤 (R) 、緑 (G) 、青 (B) に共通のコントラスト強調を行うため、図 1 A に図示されているように、強いコントラスト強調を行うと、赤、緑、青の階調の間の差分、即ち、彩度が低下してしまうことがある。このような問題を解消するために、コントラスト強調によって得られた画像データに対して彩度強調処理が行われることがある。

40

【0004】

しかしながら、発明者の検討によれば、公知の彩度強調処理は、適正な彩度強調を実行しながら回路規模を小さくする点において改良の余地がある。

【0005】

このような状況は、他の画像処理 (例えば、コントラスト強調) と彩度強調とを直列的に行う場合に特に深刻である。例えば、図 1 B に図示されているように、コントラスト強

50

調を行った後に彩度強調を行う場合を考える。コントラスト強調を有効に行うためには、コントラスト強調の入力の画像データのビット幅よりも、コントラスト強調の出力として得られる画像データのビット幅の方が大きい必要がある。これは、コントラスト強調において、階調潰れが発生することを防ぐためである。一例としては、コントラスト強調の入力の画像データが、赤、緑、青をそれぞれ8ビットで表現するデータである場合、コントラスト強調の出力としては、赤、緑、青をそれぞれ10ビットで表現する画像データが生成される。このとき、コントラスト強調の出力として得られた画像データに対して更に彩度強調を行う場合には、彩度強調の出力として得られる画像データのビット幅が更に増大される必要がある。例えば、コントラスト強調の出力として赤、緑、青をそれぞれ10ビットで表現する画像データが生成される場合には、彩度強調の出力としては、例えば、赤、緑、青をそれぞれ12ビットで表現する画像データが生成される。しかしながら、彩度強調の入力として用いられる画像データ及び出力として得られる画像データのビット幅の増大は、彩度強調に用いられる回路の規模の増大を招き、好ましくない。10

【0006】

なお、本発明に関連し得る技術として、特許文献2（特開2010-79119号公報）は、RGBデータをHSVデータに変換し、HSV空間において彩度を伸長する演算を行う技術を開示している。また、特許文献3（特開平6-339017号公報）は、カラー画像の各画素のR、G、B値の最大値をIとし、Iと各R、G、B値との差に強調係数を乗じ、その結果をIから減算したものを新しいR、G、B値とすることによって、画像の彩度を強調する彩度強調処理を開示している。20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【特許文献1】特許第4198720号

【特許文献2】特開2010-79119号公報

【特許文献3】特開平6-339017号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

したがって、本発明の目的は、より小さな回路規模で彩度強調を行う画像処理装置、画像処理方法及びそれらを用いた表示パネルドライバ及び表示装置を提供することにある。30

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明の一の観点では、表示装置が、表示パネルと、表示パネルを駆動する表示パネルドライバとを具備する。表示パネルドライバは、入力画像データに対して補正演算を行うことにより、彩度が強調された出力画像データを生成するように構成された補正演算部と、出力画像データに応答して表示パネルを駆動する駆動回路部と、始点制御部とを備えている。補正演算部は、入力画像データのRデータに対して第1補正演算を行って出力画像データのRデータを生成し、入力画像データのGデータに対して第2補正演算を行って出力画像データのGデータを生成し、入力画像データのBデータに対して第3補正演算を行って出力画像データのBデータを生成する。始点制御部は、第1補正演算の入出力関係に対応する第1入出力カーブの始点の位置、第2補正演算の入出力関係に対応する第2入出力カーブの始点の位置、及び、第3補正演算の入出力関係に対応する第3入出力カーブの始点の位置を制御する。40

【0010】

本発明の他の観点では、表示パネルを駆動する表示パネルドライバが、入力画像データに対して補正演算を行うことにより、彩度が強調された出力画像データを生成するように構成された補正演算部と、出力画像データに応答して表示パネルを駆動する駆動回路部と、始点制御部とを具備する。補正演算部は、入力画像データのRデータに対して第1補正演算を行って出力画像データのRデータを生成し、入力画像データのGデータに対して第

2 補正演算を行って出力画像データの G データを生成し、入力画像データの B データに対して第 3 補正演算を行って出力画像データの B データを生成する。始点制御部は、第 1 補正演算の入出力関係に対応する第 1 入出力カーブの始点の位置、第 2 補正演算の入出力関係に対応する第 2 入出力カーブの始点の位置、及び、第 3 補正演算の入出力関係に対応する第 3 入出力カーブの始点の位置を制御する。

【0011】

本発明の更に他の観点では、画像処理装置が、入力画像データに対して補正演算を行うことにより、彩度が強調された出力画像データを生成するように構成された補正演算部と、始点制御部とを備えている。補正演算部は、入力画像データの R データに対して第 1 補正演算を行って出力画像データの R データを生成し、入力画像データの G データに対して第 2 補正演算を行って出力画像データの G データを生成し、入力画像データの B データに対して第 3 補正演算を行って出力画像データの B データを生成する。始点制御部は、第 1 補正演算の入出力関係に対応する第 1 入出力カーブの始点の位置、第 2 補正演算の入出力関係に対応する第 2 入出力カーブの始点の位置、及び、第 3 補正演算の入出力関係に対応する第 3 入出力カーブの始点の位置を制御する。10

【0012】

本発明の更に他の観点では、画像処理方法が、入力画像データに対して補正演算を行うことにより、彩度が強調された出力画像データを生成するステップを具備する。

当該出力画像データを生成するステップは、入力画像データの R データに対して第 1 補正演算を行って出力画像データの R データを生成するステップと、入力画像データの G データに対して第 2 補正演算を行って出力画像データの G データを生成するステップと、入力画像データの B データに対して第 3 補正演算を行って出力画像データの B データを生成するステップと、第 1 補正演算の入出力関係に対応する第 1 入出力カーブの始点の位置、第 2 補正演算の入出力関係に対応する第 2 入出力カーブの始点の位置、及び、第 3 補正演算の入出力関係に対応する第 3 入出力カーブの始点の位置を制御するステップとを含む。20

【発明の効果】

【0013】

本発明によれば、より小さな回路規模で彩度強調を行う画像処理装置、画像処理方法及びそれらを用いた表示パネルドライバ及び表示装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0014】

【図 1 A】コントラスト強調による彩度の低下を説明する図である。

【図 1 B】コントラスト強調と彩度強調とを直列的に行う例を示す図である。

【図 2】本発明の一実施形態における彩度強調処理を説明する概念図である。

【図 3】本発明の第 1 の実施形態の表示装置の構成を示すブロック図である。

【図 4】各副画素の構造を概念的に示す回路図である。

【図 5】第 1 の実施形態におけるドライバ I C の構成の例を示すブロック図である。

【図 6】第 1 の実施形態における彩度強調処理で行われる演算処理を示すフローチャートである。

【図 7】第 1 の実施形態において強調係数の決定に用いられる関数の具体例を示すグラフである。40

【図 8】第 1 の実施形態における、入力画像データ D_{IN} の R データ D_{IN}^R 、G データ D_{IN}^G 、B データ D_{IN}^B と出力画像データ D_{OUT} の R データ D_{OUT}^R 、G データ D_{OUT}^G 、B データ D_{OUT}^B との間の関係を示すグラフである。

【図 9】第 2 の実施形態におけるドライバ I C の構成の例を示すブロック図である。

【図 10】各補正点データ組により指定されるガンマカーブ、及び、該ガンマカーブに従った補正演算（ガンマ補正）の内容を示すグラフである。

【図 11】第 2 の実施形態における近似演算補正回路の構成の例を示すブロック図である。

【図 12】第 2 の実施形態における補正点データ算出回路の構成の例を示すブロック図で50

ある。

【図13】第2の実施形態におけるコントラスト強調処理及び彩度強調処理で行われる演算処理を示すフローチャートである。

【図14】一実施形態における、 APL 、 $_PIXEL^k$ 、及び、補正点データ組 CP_L^k の関係を説明するグラフである。

【図15】他の実施形態における、 APL 、 $_PIXEL^k$ 、及び、補正点データ組 CP_L^k の関係を説明するグラフである。

【図16】補正点データ組 $CP\#q$ 、 $CP\#(q+1)$ にそれぞれに対応するガンマカーブの形状と、補正点データ組 CP_L^k に対応するガンマカーブの形状を概念的に示すグラフである。
10

【図17】補正点データ組 CP_L^k を分散データ D_{CHR_2} に基づいて修正するとの技術的意義を示す概念図である。

【図18】補正点制御データ $CP1_cont^k \sim CP4_cont^k$ を説明する図である。

【図19】第2の実施形態における、入力画像データ D_{IN} のRデータ D_{IN}^R 、Gデータ D_{IN}^G 、Bデータ D_{IN}^B と出力画像データ D_{OUT} のRデータ D_{OUT}^R 、Gデータ D_{OUT}^G 、Bデータ D_{OUT}^B との間の関係を示すグラフである。

【発明を実施するための形態】

【0015】

以下、添付図面を参照しながら、本発明の実施形態について説明する。以下の説明においては、同一又は対応する構成要素が、同一又は対応する参照符号で参照されていることに留意されたい。
20

【0016】

図2は、本発明の一実施形態における彩度強調処理を説明する概念図である。本実施形態における彩度強調処理では、入力画像データ D_{IN} に対して補正演算を行うことで彩度が強調された出力画像データ D_{OUT} が生成される。ここで、入力画像データ D_{IN} は、Rデータ D_{IN}^R （赤色の階調を示すデータ）、Gデータ D_{IN}^G （緑色の階調を示すデータ）、Bデータ D_{IN}^B （青色の階調を示すデータ）を含んでいる。同様に、出力画像データ D_{OUT} は、Rデータ D_{OUT}^R 、Gデータ D_{OUT}^G 、Bデータ D_{OUT}^B を含んでいる。
30

【0017】

本実施形態では、当該補正演算の入出力関係（即ち、入力画像データの値と出力画像データの値との間の関係）を示すカーブの始点の位置を、色ごとに独立して調節することで彩度の強調が行われる。以下では、入出力関係を示すカーブを、「入出力カーブ」ということがある。なお、「始点」とは、入力画像データの値の下限値に対応する入出力カーブ上の点を意味している。「入出力カーブ」という用語は、入出力関係が線形である場合、即ち、入出力関係が直線としてあらわされる場合も含んでいることに留意されたい。

【0018】

詳細には、本実施形態の彩度強調処理では、入力画像データ D_{IN} のRデータ D_{IN}^R に対して第1補正演算を行うことで出力画像データ D_{OUT} のRデータ D_{OUT}^R が生成される。同様に、入力画像データ D_{IN} のGデータ D_{IN}^G に対して第2補正演算を行うことで出力画像データ D_{OUT} のGデータ D_{OUT}^G が生成され、入力画像データ D_{IN} のBデータ D_{IN}^B に対して第3補正演算を行うことで出力画像データ D_{OUT} のBデータ D_{OUT}^B が生成される。図2において、左図は第1補正演算における入出力カーブを示しており、中央図は第2補正演算における入出力カーブを示しており、右図は第3補正演算における入出力カーブを示している。
40

【0019】

このとき、本実施形態では、第1補正演算の入出力関係に対応する入出力カーブの始点の位置 $CP0^R$ と、第2補正演算の入出力関係に対応する入出力カーブの始点の位置 $CP0^G$ と、第3補正演算の入出力関係に対応する入出力カーブの始点の位置 $CP0^B$ とが制
50

御され、これにより、彩度が強調される。

【0020】

このような彩度強調処理によれば、簡便に彩度を強調することができる。これは、彩度強調処理に必要な回路の規模を低減するために有効である。加えて、当該彩度強調処理は、他の画像処理、例えば、コントラスト強調と組み合わせて実行することが容易である。例えば、入出力カーブの始点の位置を調節することで彩度強調を実現する一方で、入出力カーブの全体の形状を適正に決定することで、コントラスト強調を行うことができる。このような特徴も、彩度強調処理に必要な回路の規模を低減するためには有用である。

【0021】

一実施形態では、ある画素に対応する入力画像データ D_{IN} について彩度強調処理を行う場合における、該入力画像データ D_{IN} の R データ D_{IN^R} に対する補正演算（第 1 補正演算）の入出力カーブの始点 $C P O^R$ の位置が、差分 $D_{IN^R} - Y_{PIXEL}$ に応じて決定される。ここで、 Y_{PIXEL} は、当該画素に対応する入力画像データ D_{IN} から算出される当該画素の輝度である。同様に、該画素に対応する入力画像データ D_{IN} の G データ D_{IN^G} に対する補正演算（第 2 補正演算）の入出力カーブの始点 $C P O^G$ の位置が、差分 $D_{IN^G} - Y_{PIXEL}$ に応じて決定され、該画素に対応する入力画像データの B データ D_{IN^B} に対する補正演算（第 3 補正演算）の入出力カーブの始点 $C P O^B$ の位置が、差分 $D_{IN^B} - Y_{PIXEL}$ に応じて決定される。

【0022】

ここで、輝度 Y_{PIXEL} は、入力画像データ D_{IN} の R データ D_{IN^R} 、G データ D_{IN^G} 、B データ D_{IN^B} の重み付け平均として決定される値であるから、差分 $D_{IN^R} - Y_{PIXEL}$ 、 $D_{IN^G} - Y_{PIXEL}$ 、 $D_{IN^B} - Y_{PIXEL}$ のうちの少なくとも一つは正であり、少なくとも一つが負である。よって、始点 $C P O^R$ 、 $C P O^G$ 、 $C P O^B$ の位置を、それぞれ、差分 $D_{IN^R} - Y_{PIXEL}$ 、 $D_{IN^G} - Y_{PIXEL}$ 、 $D_{IN^B} - Y_{PIXEL}$ に応じて決定することで、彩度を強調することができる。図 2 は、差分 $D_{IN^R} - Y_{PIXEL}$ が正であり、差分 $D_{IN^G} - Y_{PIXEL}$ 、 $D_{IN^B} - Y_{PIXEL}$ が負である場合の彩度強調処理を示している。

【0023】

一実施形態では、あるフレーム期間における彩度強調処理においては、始点 $C P O^R$ 、 $C P O^G$ 、 $C P O^B$ の位置が、当該フレーム期間に表示される画像（フレーム画像）の平均彩度に応じて決定されることが好ましい。これにより、当該フレーム画像の平均彩度に応じた適正な彩度強調を行うことができる。

【0024】

一実施形態では、始点 $C P O^R$ の位置は、下記のように決定された強調係数 $INST$ と差分 $D_{IN^R} - Y_{PIXEL}$ の積に応じて決定され、始点 $C P O^G$ の位置は、該強調係数 $INST$ と差分 $D_{IN^G} - Y_{PIXEL}$ の積に応じて決定され、始点 $C P O^B$ の位置は、該強調係数 $INST$ と差分 $D_{IN^B} - Y_{PIXEL}$ の積に応じて決定されることが好ましい。ここで、強調係数 $INST$ は、強調係数 $INST^R$ 、 $INST^G$ 、 $INST^B$ のうちの最小値として決定される。ここで、強調係数 $INST^R$ 、 $INST^G$ 、 $INST^B$ は、それぞれ、入力画像データ D_{IN} の R データ D_{IN^R} 、G データ D_{IN^G} 、B データ D_{IN^B} から得られる値である。強調係数 $INST^R$ 、 $INST^G$ 、 $INST^B$ は、所定の関数 $f(x)$ を用いて下記のように算出される：

$$\begin{aligned} INST^R &= f(D_{IN^R}) \\ INST^G &= f(D_{IN^G}) \\ INST^B &= f(D_{IN^B}) \end{aligned}$$

【0025】

ここで、 $f(x)$ は、下記の条件を満たす関数である：

(1) x が であるときに最大値をとる。

(2) x が よりも小さいときには x に対して単調に増加する。

(3) x が よりも大きいときに x に対して単調に減少する。

10

20

30

40

50

また、₁は、入力画像データD_{IN}のRデータD_{IN^R}、GデータD_{IN^G}、BデータD_{IN^B}の上限値をD_{IN^{MAX}}としたとき、D_{IN^{MAX}}/2、又は、D_{IN^{MAX}}/2に最も近い整数（最も近い整数が2つ存在する場合にはいずれか一方）として与えられる値である。例えば、RデータD_{IN^R}、GデータD_{IN^G}、BデータD_{IN^B}が8ビットである場合、上限値D_{IN^{MAX}}は“255”であり、₁は“127”又は“128”である。

【0026】

このような彩度強調処理によれば、入力画像データD_{IN}のRデータD_{IN^R}、GデータD_{IN^G}、BデータD_{IN^B}の値（即ち、赤色、緑色、青色の階調）が、上限値D_{IN^{MAX}}の半分程度の値をとる場合に、彩度が強く強調されることになり、より適正な彩度強調を行うことができる。
10

【0027】

この場合も、始点C_{P0^R}、C_{P0^G}、C_{P0^B}の位置は、当該フレーム画像の平均彩度S_{AVE}に応じて制御されることが好ましい。より具体的には、始点C_{P0^R}の位置は、強調係数INSTと差分D_{IN^{MAX}}-S_{AVE}と差分D_{IN^R}-Y_{PIXEL}の積に応じて制御されることが好ましい。また、始点C_{P0^G}の位置は、強調係数INSTと差分D_{IN^{MAX}}-S_{AVE}と差分D_{IN^G}-Y_{PIXEL}の積に応じて制御されることが好ましく、始点C_{P0^R}の位置は、強調係数INSTと差分D_{IN^{MAX}}-S_{AVE}と差分D_{IN^B}-Y_{PIXEL}の積に応じて制御されることが好ましい。
20

【0028】

以下では、本発明のより具体的な実施形態について説明する。

【0029】

（第1の実施形態）

図3は、本発明の第1の実施形態の表示装置の構成を示すブロック図である。本実施形態の表示装置は、液晶表示装置1として構成されており、LCD（liquid crystal display）パネル2と、ドライバIC（integrated circuit：集積回路）3とを備えている。
。

【0030】

LCDパネル2は、表示領域5とゲート線駆動回路6（GIP（gate in panel）回路とも呼ばれる）を備えている。表示領域5には、複数のゲート線7（走査線、アドレス線とも呼ばれる）と、複数のデータ線8（信号線、ソース線とも呼ばれる）が配置されると共に、画素9が配置されている。本実施形態では、ゲート線7の数はv本であり、データ線8の数は3h本であり、画素9は、v行h列で表示領域5に配置されている。v、hは、いずれも、2以上の整数である。以下において、以下において、表示領域5の水平方向（ゲート線7が延伸する方向）をX軸方向と呼び、表示領域5の垂直方向（データ線8が延伸する方向）をY軸方向と呼ぶ。
30

【0031】

本実施形態では、各画素9は、3つの副画素：R副画素11R、G副画素11G、B副画素11Bを備えている。ここで、R副画素11Rとは、赤色に対応する（即ち、赤色を表示する）副画素であり、G副画素11Gとは、緑色に対応する（即ち、緑色を表示する）副画素であり、B副画素11Bとは、青色に対応する（即ち、青色を表示する）副画素である。なお、以下において、R副画素11R、G副画素11G、B副画素11Bを区別しない場合、副画素11と表記することがある。本実施形態では、副画素11が、v行3h列でLCDパネル2に配置される。各副画素11は、対応する一のゲート線7と一のデータ線8に接続される。LCDパネル2の各副画素11の駆動においては、ゲート線7が順次に選択され、選択されたゲート線7に接続された副画素11にデータ線8から所望の駆動電圧が書き込まれる。これにより、各副画素11が所望の階調に設定され、所望の画像がLCDパネル2の表示領域5に表示される。
40

【0032】

図4は、各副画素11の構造を概念的に示す回路図である。各副画素11は、TFT（

10

20

30

40

50

thin film transistor) 12と、画素電極13とを備えている。TFT11は、そのゲートがゲート線7に接続され、ソースがデータ線8に接続され、ドレインが画素電極13に接続される。画素電極13は、LCDパネル2の対向電極(共通電極とも呼ばれる)14に対向するように設けられており、画素電極13と対向電極14の間には液晶が満たされている。なお、図4では、対向電極14が副画素11毎に設けられているように図示されているが、実際には、複数の副画素11に共通の対向電極が設けられる(典型的には、LCDパネル2全体で共通の対向電極14が設けられる)ことは、当業者には容易に理解されよう。

【0033】

図3に戻り、ドライバIC3は、データ線8を駆動すると共にゲート線駆動回路6を制御するゲート線制御信号 $S_{G_{I_P}}$ を生成する。データ線8の駆動は、演算装置4から受け取った入力画像データ D_{IN} 及び同期データ D_{SYNC} に応答して行われる。ここで、入力画像データ D_{IN} とは、LCDパネル2の表示領域5に表示される画像に対応するデータであり、より具体的には、各画素9の各副画素11の階調を指定するデータである。本実施形態では、入力画像データ D_{IN} において、各画素9の各副画素11の階調が8ビットで表わされる。即ち、入力画像データ D_{IN} は、LCDパネル2の各画素9の階調を24ビットで表わすデータである。また、同期データ D_{SYNC} は、ドライバIC3の動作タイミングの制御に用いられるデータであり、ドライバIC3において発生されるタイミング制御信号、例えば、垂直同期信号 V_{SYNC} 及び水平同期信号 H_{SYNC} の生成タイミングを制御するデータである。また、ゲート線制御信号 $S_{G_{I_P}}$ の生成は、同期データ D_{SYNC} に応答して行われる。ドライバIC3は、COG(Chip on Glass)のような表面実装技術を用いてLCDパネル2に搭載されている。10
20

【0034】

図5は、ドライバIC3の構成の例を示すブロック図である。ドライバIC3は、インターフェース回路21と、直線演算補正回路22と、減色処理回路23と、ラッチ回路24と、階調電圧発生回路25と、データ線駆動回路26と、タイミング制御回路27と、始点制御回路28とを備えている。20

【0035】

インターフェース回路21は、演算装置4から送られてくる入力画像データ D_{IN} 及び同期データ D_{SYNC} を受け取り、入力画像データ D_{IN} を直線演算補正回路22に、同期データ D_{SYNC} をタイミング制御回路27に転送する。30

【0036】

直線演算補正回路22は、上述の彩度強調処理を行うための回路である。即ち、直線演算補正回路22は、入力画像データ D_{IN} に対して彩度強調処理を行って出力画像データ D_{OUT} を生成する。

【0037】

以下において、入力画像データ D_{IN} のうち、R副画素11Rの階調を示すデータをRデータ D_{IN}^R と記載することがある。同様に、入力画像データ D_{IN} のうち、G副画素11Gの階調を示すデータをGデータ D_{IN}^G と記載し、B副画素11Bの階調を示すデータをBデータ D_{IN}^B と記載することがある。また、出力画像データ D_{OUT} のうち、R副画素11Rの階調を示すデータをRデータ D_{OUT}^R と記載することがある。同様に、出力画像データ D_{OUT} のうち、G副画素11Gの階調を示すデータをGデータ D_{OUT}^G と記載し、B副画素11Bの階調を示すデータをBデータ D_{OUT}^B と記載することがある。40

【0038】

本実施形態では、直線演算補正回路22で行われる彩度強調処理の入出力カーブ(即ち、直線演算補正回路22に入力される入力画像データ D_{IN} の値と直線演算補正回路22から出力される出力画像データ D_{OUT} の値との間の入出力関係を示すカーブ)として直線が用いられ、該入出力カーブの始点の位置が、始点制御回路28から送られてくる始点制御データ CPO_cont^R 、 CPO_cont^G 、 CPO_cont^B によって指定50

される。ここで、始点制御データ $C P 0_c o n t^R$ は、入力画像データ $D_{I N}$ の R データ $D_{I N}^R$ に対する演算処理の入出力カーブの始点の位置を指定するデータである。同様に、始点制御データ $C P 0_c o n t^G$ は、入力画像データ $D_{I N}$ の G データ $D_{I N}^G$ に対する演算処理の入出力カーブの始点の位置を指定するデータであり、始点制御データ $C P 0_c o n t^B$ は、入力画像データ $D_{I N}$ の B データ $D_{I N}^B$ に対する演算処理の入出力カーブの始点の位置を指定するデータである。

【0039】

出力画像データ $D_{O U T}$ の R データ $D_{O U T}^R$ 、G データ $D_{O U T}^G$ 、B データ $D_{O U T}^B$ は、それぞれ、入力画像データ $D_{I N}$ の R データ $D_{I N}^R$ 、G データ $D_{I N}^G$ 、B データ $D_{I N}^B$ よりも多くのビット数を有するデータである。これは、彩度強調処理によって 10 画素の階調の情報が失われないために有効である。本実施形態では、入力画像データ $D_{I N}$ の R データ $D_{I N}^R$ 、G データ $D_{I N}^G$ 、B データ $D_{I N}^B$ は、いずれも、8 ビットデータであり、出力画像データ $D_{O U T}$ の R データ $D_{O U T}^R$ 、G データ $D_{O U T}^G$ 、B データ $D_{O U T}^B$ は、いずれも 10 ビットデータである。

【0040】

減色処理回路 23、ラッチ回路 24、階調電圧発生回路 25 及びデータ線駆動回路 26 は、直線演算補正回路 22 から出力される出力画像データ $D_{O U T}$ に応じて LCD パネル 2 の表示領域 5 のデータ線 8 を駆動する駆動回路部として機能する。具体的には、減色処理回路 23 は、直線演算補正回路 22 によって生成された出力画像データ $D_{O U T}$ に対して減色処理を行い、減色画像データ $D_{O U T_D}$ を生成する。ラッチ回路 24 は、タイミング制御回路 27 から供給されるラッチ信号 $S_{S T B}$ に応答して減色画像データ $D_{O U T}$ 20 を減色処理回路 23 からラッチし、ラッチした減色画像データ $D_{O U T_D}$ をデータ線駆動回路 26 に転送する。階調電圧発生回路 25 は、複数の階調電圧をデータ線駆動回路 26 に供給する。本実施形態では、各画素 9 の各副画素 11 の階調が 8 ビットで表わされていることから、階調電圧発生回路 25 から供給される階調電圧の数は $2^{56} (= 2^8)$ である。データ線駆動回路 26 は、ラッチ回路 24 から送られてくる減色画像データ $D_{O U T_D}$ に応答して、LCD パネル 2 の表示領域 5 のデータ線 8 を駆動する。詳細には、データ線駆動回路 26 は、減色画像データ $D_{O U T_D}$ に応答して階調電圧発生回路 25 から供給される複数の階調電圧のうちから対応する階調電圧を選択し、対応する LCD パネル 2 のデータ線 8 を、選択された階調電圧に駆動する。 30

【0041】

タイミング制御回路 27 は、同期データ $D_{S Y N C}$ に応答してドライバ IC 3 のタイミング制御を行う。詳細には、タイミング制御回路 27 は、同期データ $D_{S Y N C}$ に応答してラッチ信号 $S_{S T B}$ を生成し、生成したラッチ信号 $S_{S T B}$ をラッチ回路 24 に供給する。ラッチ信号 $S_{S T B}$ は、減色画像データ $D_{O U T_D}$ のラッチをラッチ回路 24 に許可する信号である。更に、タイミング制御回路 27 は、同期データ $D_{S Y N C}$ に応答してフレーム信号 $S_{F R M}$ を生成し、生成したフレーム信号 $S_{F R M}$ を始点制御回路 28 に供給する。ここで、フレーム信号 $S_{F R M}$ は、各フレーム期間の開始を始点制御回路 28 に通知するための信号であり、各フレーム期間の開始時にアサートされる。フレーム信号 $S_{F R M}$ としては、同期データ $D_{S Y N C}$ に応答して生成される垂直同期信号 $V_{S Y N C}$ を用いても良い。更に、タイミング制御回路 27 は、入力画像データ $D_{I N}$ に各副画素の階調が記述された画素 9 の座標を示す座標データ $D_{(x, y)}$ を同期データ $D_{S Y N C}$ から生成し、始点制御回路 28 に供給する。あるタイミングにおいて、ある画素 9 の各副画素 11 の階調が記述されている入力画像データ $D_{I N}$ が始点制御回路 28 に供給される場合、当該画素 9 の表示領域 5 における座標を示す座標データ $D_{(x, y)}$ がタイミング制御回路 27 から始点制御回路 28 に供給される。 40

【0042】

始点制御回路 28 は、直線演算補正回路 22 における彩度強調処理を制御する回路である。始点制御回路 28 は、入力画像データ $D_{I N}$ に応答して上述の始点制御データ $C P 0_c o n t^R$ 、 $C P 0_c o n t^G$ 、 $C P 0_c o n t^B$ を生成し、これにより、入力画 50

像データ D_{IN} に対する演算処理の入出力カーブの始点の位置を各色について制御する。

【0043】

より具体的には、始点制御回路 28 は、平均彩度算出部 28a と、輝度差分算出部 28b と、強調係数算出部 28c と、始点制御データ生成部 28d とを備えている。

【0044】

平均彩度算出部 28a は、入力画像データ D_{IN} から各フレーム画像（各フレーム期間において LCD パネル 2 の表示領域 5 に表示される画像）の平均彩度 S_{AVE} を算出する。

【0045】

輝度差分算出部 28b は、各画素 9 について、当該画素 9 に対応する入力画像データ D_{IN} の R データ D_{IN}^R と輝度 Y_{PIXEL} の差分 R_{dist} 、G データ D_{IN}^G と輝度 Y_{PIXEL} の差分 G_{dist} 、B データ D_{IN}^B と輝度 Y_{PIXEL} の差分 B_{dist} を算出する。
10

【0046】

強調係数算出部 28c は、各画素 9 について、入力画像データ D_{IN} の R データ D_{IN}^R 、G データ D_{IN}^G 、B データ D_{IN}^B から強調係数 $INST$ を算出する。後述されるように、強調係数 $INST$ は、彩度強調処理における彩度強調の程度を示す係数である。

【0047】

始点制御データ生成部 28d は、平均彩度算出部 28a によって算出された平均彩度 S_{AVE} と、輝度差分算出部 28b によって算出された差分 R_{dist} 、 G_{dist} 、 B_{dist} と、強調係数算出部 28c によって算出された強調係数 $INST$ とに応答して始点制御データ CPO_cont^R 、 CPO_cont^G 、 CPO_cont^B を生成する。
20
あるフレーム期間における、ある画素 9 に対応する入力画像データ D_{IN} の彩度強調処理では、当該フレーム期間に表示されるフレーム画像の平均彩度 S_{AVE} と、当該画素 9 に対応する入力画像データ D_{IN} の R データ D_{IN}^R 、G データ D_{IN}^G 、B データ D_{IN}^B から算出された差分 R_{dist} 、 G_{dist} 、 B_{dist} 及び強調係数 $INST$ に基づいて、当該画素 9 の彩度強調処理に用いられる始点制御データ CPO_cont^R 、 CPO_cont^G 、 CPO_cont^B が算出される。

【0048】

図 6 は、本実施形態における彩度強調処理、より具体的には、始点制御回路 28 と直線演算補正回路 22 とで行われる演算処理について説明するフローチャートである。本実施形態における彩度強調処理は、概略的には、始点制御データ CPO_cont^R 、 CPO_cont^G 、 CPO_cont^B の算出（ステップ S11～S14）と、始点制御データ CPO_cont^R 、 CPO_cont^G 、 CPO_cont^B に基づく入力画像データ D_{IN} に対する演算（ステップ S15）とを備えている。
30

【0049】

始点制御データ CPO_cont^R 、 CPO_cont^G 、 CPO_cont^B の算出においては、下記の演算が行われる。

【0050】

各フレーム期間に表示されるフレーム画像の平均彩度 S_{AVE} が、入力画像データ D_{IN} から算出される（ステップ S11）。ここで、ある画素 9 の彩度 S は、当該画素 9 に対応する入力画像データ D_{IN} の R データ D_{IN}^R 、G データ D_{IN}^G 、B データ D_{IN}^B のうちの最大値と最小値との差として算出され、あるフレーム画像の平均彩度 S_{AVE} は、該フレーム画像における全画素 9 の彩度 S の平均値として算出される。即ち、あるフレーム画像の平均彩度 S_{AVE} は、下記式（1a）、（1b）に従って算出される：
40

【数1】

$$S_j = \max(R_j, G_j, B_j) - \min(R_j, G_j, B_j) \quad \dots(1a)$$

$$S_{AVE} = \frac{\sum S_j}{Data_count} \quad \dots(1b)$$

式(1a)において、 R_j 、 G_j 、 B_j は、該フレーム画像の画素 j のRデータ D_{IN}^R 、Gデータ D_{IN}^G 、Bデータ D_{IN}^B の値であり、 S_j は、画素 j について算出される彩度である。また、 $\max(R_j, G_j, B_j)$ は、 R_j 、 G_j 、 B_j のうちの最大値であり、 $\min(R_j, G_j, B_j)$ は、 R_j 、 G_j 、 B_j のうちの最小値である。また、 $Data_count$ は、表示領域5の画素9の数(フレーム画像における画素9の数)であり、 S_{AVE} は、表示領域5の全ての画素9についての和を表している。上述のように、平均彩度 S_{AVE} の算出は、平均彩度算出部28aによって行われる。平均彩度 S_{AVE} の算出は、各フレーム期間について一度ずつ行われればよい。

【0051】

更に、入力画像データ D_{IN} から各画素9の輝度 Y_{PIXEL} が算出され、更に、入力画像データ D_{IN} のRデータ D_{IN}^R と輝度 Y_{PIXEL} の差分 $Rdist$ 、Gデータ D_{IN}^G と輝度 Y_{PIXEL} の差分 $Gdist$ 、Bデータ D_{IN}^B と輝度 Y_{PIXEL} の差分 $Bdist$ が算出される(ステップS12)。上述のように、輝度 Y_{PIXEL} 及び差分 $Rdist$ 、 $Gdist$ 、 $Bdist$ の算出は、輝度差分算出部28bによって行われる。

【0052】

詳細には、各画素 j の輝度 Y_{PIXEL} は、下記式(2a)：

$$Y_{PIXEL} = aR_j + bG_j + cB_j \quad \dots(2a)$$

従って、入力画像データ D_{IN} のRデータ D_{IN}^R 、Gデータ D_{IN}^G 、Bデータ D_{IN}^B の値 R_j 、 G_j 、 B_j の重み付け平均として算出される。 a 、 b 、 c は、それぞれ、Rデータ D_{IN}^R 、Gデータ D_{IN}^G 、Bデータ D_{IN}^B に与えられる重みである。 a 、 b 、 c は、いずれも、0より大きく、且つ、下記式：

$$a + b + c = 1 \quad \dots(2b)$$

を成立させる数である。

【0053】

輝度 Y_{PIXEL} の算出に用いられる重み a 、 b 、 c は、輝度 Y_{PIXEL} の定義に応じてさまざまに変更可能である。例えば、ITU-R BT.709に従えば、輝度 Y は

$$Y_{PIXEL} = 0.2126 \times R_j + 0.7152 \times G_j + 0.0722 \times B_j \quad \dots(2c)$$

で与えられる。この場合、重み a 、 b 、 c が、下記のように決定されていることになる。

$$a = 0.2126$$

$$b = 0.7152$$

$$c = 0.0722$$

【0054】

更に、入力画像データ D_{IN} のRデータ D_{IN}^R と輝度 Y_{PIXEL} の差分 $Rdist$ 、Gデータ D_{IN}^G と輝度 Y_{PIXEL} の差分 $Gdist$ 、Bデータ D_{IN}^B と輝度 Y_{PIXEL} の差分 $Bdist$ は、下記式(3a)～(3c)で算出される：

$$Rdist = R_j - Y_{PIXEL} \quad \dots(3a)$$

$$Gdist = G_j - Y_{PIXEL} \quad \dots(3b)$$

$$Bdist = B_j - Y_{PIXEL} \quad \dots(3c)$$

【0055】

10

20

30

40

50

更に、各画素 9 の入力画像データ D_{IN} から該画素 9 に対応する強調係数 $INST$ が算出される（ステップ S 13）。上述のように強調係数 $INST$ の算出は、強調係数算出部 28c によって行われる。各画素 9 についての強調係数 $INST$ の算出は、下記のようにして行われる。まず、各画素 9 の入力画像データ D_{IN} の R データ D_{IN}^R 、G データ D_{IN}^G 、B データ D_{IN}^B について、それぞれ、強調係数 $INST^R$ 、 $INST^G$ 、 $INST^B$ が算出される。

【0056】

強調係数 $INST^R$ 、 $INST^G$ 、 $INST^B$ は、次の 3 つの条件：

(1) x の値が であるときに最大値をとる。

(2) x の値が よりも小さいときには x に対して単調に増加する。

(3) x の値が よりも大きいときには x に対して単調に減少する。

を満たす関数 $f(x)$ を用いて下記式のように算出される：

$$INST^R = f(D_{IN}^R) \quad \dots (4a)$$

$$INST^G = f(D_{IN}^G) \quad \dots (4b)$$

$$INST^B = f(D_{IN}^B) \quad \dots (4c)$$

【0057】

ここで、 は、入力画像データ D_{IN} の R データ D_{IN}^R 、G データ D_{IN}^G 、B データ D_{IN}^B の上限値を D_{IN}^{MAX} としたとき、 $D_{IN}^{MAX}/2$ 、又は、 $D_{IN}^{MAX}/2$ に最も近い整数（最も近い整数が 2 つ存在する場合にはいずれか一方）として与えられる値として設定してもよい。例えば、R データ D_{IN}^R 、G データ D_{IN}^G 、B データ D_{IN}^B が 8 ビットである本実施形態では、上限値 D_{IN}^{MAX} は“255”であり、は“127”又は“128”である。

【0058】

なお、式 (4a) ~ (4c) は、画素 j の入力画像データ D_{IN} の R データ D_{IN}^R 、G データ D_{IN}^G 、B データ D_{IN}^B の値を、それぞれ、 R_j 、 G_j 、 B_j と記載した場合には、下記 (5a) ~ (5c) のように記載することもできる：

$$INST^R = f(R_j) \quad \dots (5a)$$

$$INST^G = f(G_j) \quad \dots (5b)$$

$$INST^B = f(B_j) \quad \dots (5c)$$

【0059】

図 7 は、強調係数 $INST^R$ 、 $INST^G$ 、 $INST^B$ の決定に用いられる関数 f の具体例を示すグラフである。一実施形態では、画素 j に対応する強調係数 $INST^R$ 、 $INST^G$ 、 $INST^B$ は、画素 j の入力画像データ D_{IN} の R データ D_{IN}^R 、G データ D_{IN}^G 、B データ D_{IN}^B の値 R_j 、 G_j 、 B_j から、下記式 (6a) ~ (6c) に従つて算出してもよい：

10

20

30

【数2】

$$INST^R = \begin{cases} \frac{reg}{\beta} \cdot \frac{R_j}{\beta} & \text{if } R_j \leq \beta \\ \frac{reg}{\beta} \cdot \frac{D_{IN}^{MAX} - R_j}{\beta} & \text{if } R_j > \beta \end{cases} \dots(6a)$$

$$INST^G = \begin{cases} \frac{reg}{\beta} \cdot \frac{G_j}{\beta} & \text{if } G_j \leq \beta \\ \frac{reg}{\beta} \cdot \frac{D_{IN}^{MAX} - G_j}{\beta} & \text{if } G_j > \beta \end{cases} \dots(6b)$$

$$INST^B = \begin{cases} \frac{reg}{\beta} \cdot \frac{B_j}{\beta} & \text{if } B_j \leq \beta \\ \frac{reg}{\beta} \cdot \frac{D_{IN}^{MAX} - B_j}{\beta} & \text{if } B_j > \beta \end{cases} \dots(6c)$$

10

ここで、`reg`は、ドライバIC3に設けられる強調係数設定レジスタ（図示されない）に設定されるレジスタ値であり、0より大きく以下の値をとる。レジスタ値`reg`の値を調節することにより、彩度強調の程度を調節することができる。

20

【0060】

特に、レジスタ値`reg`が`D_INMAX`に一致する場合、式(6a)～(6c)は、下記式(7a)～(7c)のように変形できる。

【数3】

$$INST^R = \begin{cases} \frac{R_j}{\beta} & \text{if } R_j \leq \beta \\ \frac{D_{IN}^{MAX} - R_j}{\beta} & \text{if } R_j > \beta \end{cases} \dots(7a)$$

30

$$INST^G = \begin{cases} \frac{G_j}{\beta} & \text{if } G_j \leq \beta \\ \frac{D_{IN}^{MAX} - G_j}{\beta} & \text{if } G_j > \beta \end{cases} \dots(7b)$$

$$INST^B = \begin{cases} \frac{B_j}{\beta} & \text{if } B_j \leq \beta \\ \frac{D_{IN}^{MAX} - B_j}{\beta} & \text{if } B_j > \beta \end{cases} \dots(7c)$$

40

図7は、式(7a)～(7c)によって算出される強調係数 $INST^R$ 、 $INST^G$ 、 $INST^B$ を示すグラフである。

【0061】

各画素9について最終的に算出される強調係数 $INST$ は、Rデータ D_{IN}^R 、Gデータ D_{IN}^G 、Bデータ D_{IN}^B についてそれぞれ得られた強調係数 $INST^R$ 、 $INST^G$ 、 $INST^B$ のうちの最小値と決定される。即ち、

$$INST = \min (INST^R, INST^G, INST^B) \dots\dots(8)$$

【0062】

50

図6を再度に参照して、始点制御データ $CP0_cont^R$ 、 $CP0_cont^G$ 、 $CP0_cont^B$ が、上記のようにして算出された平均彩度 S_{AVE} 、差分 $Rdist$ 、 $Gdist$ 、 $Bdist$ 、及び、強調係数 $INST$ に基づいて算出される(ステップS14)。始点制御データ $CP0_cont^R$ 、 $CP0_cont^G$ 、 $CP0_cont^B$ の算出は、始点制御データ生成部28dによって行われる。

【0063】

ここで、始点制御データ $CP0_cont^R$ は、上限値 D_{IN}^{MAX} から平均彩度 S_{AVE} を減じた差分 $D_{IN}^{MAX} - S_{AVE}$ が大きくなるほど大きくなるように決定され、また、差分 $Rdist$ に比例するように決定される。同様に、始点制御データ $CP0_cont^G$ は、上限値 D_{IN}^{MAX} から平均彩度 S_{AVE} を減じた差分 $D_{IN}^{MAX} - S_{AVE}$ が大きくなるほど大きくなるように決定され、また、差分 $Gdist$ に比例するように決定される。更に、始点制御データ $CP0_cont^B$ は、上限値 D_{IN}^{MAX} から平均彩度 S_{AVE} を減じた差分 $D_{IN}^{MAX} - S_{AVE}$ が大きくなるほど大きくなるように決定され、また、差分 $Bdist$ に比例するように決定される。強調係数 $INST$ は、彩度強調の程度を示す係数として、始点制御データ $CP0_cont^R$ 、 $CP0_cont^G$ 、 $CP0_cont^B$ に共通に用いられる。
10

【0064】

一実施形態では、始点制御データ $CP0_cont^R$ 、 $CP0_cont^G$ 、 $CP0_cont^B$ は、下記式(9a)～(9c)に従って算出される：

【数4】

$$CP0_cont^R = INST \cdot \frac{D_{IN}^{MAX} - S_{AVE}}{D_{IN}^{MAX}} \cdot Rdist \quad \dots(9a)$$

$$CP0_cont^G = INST \cdot \frac{D_{IN}^{MAX} - S_{AVE}}{D_{IN}^{MAX}} \cdot Gdist \quad \dots(9b)$$

$$CP0_cont^B = INST \cdot \frac{D_{IN}^{MAX} - S_{AVE}}{D_{IN}^{MAX}} \cdot Bdist \quad \dots(9c)$$

20

30

【0065】

更に、始点制御データ $CP0_cont^R$ 、 $CP0_cont^G$ 、 $CP0_cont^B$ に応じて入力画像データ D_{IN} に対する演算が行われ、出力画像データ D_{OUT} が算出される(ステップS15)。出力画像データ D_{OUT} は、入力画像データ D_{IN} に対して彩度強調処理がなされた結果として得られるデータである。

【0066】

ステップS15における演算処理では、入力画像データ D_{IN} のRデータ D_{IN}^R 、Gデータ D_{IN}^G 、Bデータ D_{IN}^B のそれぞれに対する演算処理の入出力カーブとして、直線が用いられる。また、入力画像データ D_{IN} のRデータ D_{IN}^R に対する演算処理の入出力カーブの始点の位置は、始点制御データ $CP0_cont^R$ により指定される。同様に、入力画像データ D_{IN} のGデータ D_{IN}^G に対する演算処理の入出力カーブの始点の位置が、始点制御データ $CP0_cont^G$ により指定され、入力画像データ D_{IN} のBデータ D_{IN}^B に対する演算処理の入出力カーブの始点の位置が、始点制御データ $CP0_cont^B$ により指定される。なお、入力画像データ D_{IN} のRデータ D_{IN}^R 、Gデータ D_{IN}^G 、Bデータ D_{IN}^B のそれぞれに対する演算処理の入出力カーブの終点(入力画像データ D_{IN} の値の上限値 D_{IN}^{MAX} に対応する入出力カーブ上の点)は、入力画像データ D_{IN} の値が上限値 D_{IN}^{MAX} である場合に、出力画像データ D_{OUT} の値が上限値 D_{OUT}^{MAX} であるように決定される。ここで、上限値 D_{OUT}^{MAX} は、出力画像データ D_{OUT} のビット数で決定される値である。
40
50

【0067】

より具体的には、出力画像データ D_{OUT} の R データ D_{OUT}^R 、G データ D_{OUT}^G 、B データ D_{OUT}^B の値は、下記式(10a)～(10c)に従って算出される。

【数5】

$$D_{OUT}^R = \frac{D_{OUT}^{MAX} - CP0_cont^R}{D_{IN}^{MAX}} \cdot D_{IN}^R + CP0_cont^R \quad \cdots(10a)$$

$$D_{OUT}^G = \frac{D_{OUT}^{MAX} - CP0_cont^G}{D_{IN}^{MAX}} \cdot D_{IN}^G + CP0_cont^G \quad \cdots(10b)$$

$$D_{OUT}^B = \frac{D_{OUT}^{MAX} - CP0_cont^B}{D_{IN}^{MAX}} \cdot D_{IN}^B + CP0_cont^B \quad \cdots(10c)$$

10

【0068】

図8は、式(10a)～(10c)に従って出力画像データ D_{OUT} の R データ D_{OUT}^R 、G データ D_{OUT}^G 、B データ D_{OUT}^B を算出した場合における、入力画像データ D_{IN} の R データ D_{IN}^R 、G データ D_{IN}^G 、B データ D_{IN}^B と出力画像データ D_{OUT} の R データ D_{OUT}^R 、G データ D_{OUT}^G 、B データ D_{OUT}^B との間の関係を示すグラフである。図8において、記号“CP5”は、各出入カーブの終点を示している。図8において、始点制御データ $CP0_cont^R$ 、 $CP0_cont^G$ 、 $CP0_cont^B$ のうちの少なくとも一つは正で、少なくとも負の値をとることに留意されたい。これは、始点制御データ $CP0_cont^R$ 、 $CP0_cont^G$ 、 $CP0_cont^B$ が式(9a)～(9c)で算出されること、及び、輝度 Y_{PIXEL} が入力画像データ D_{IN} の R データ D_{IN}^R 、G データ D_{IN}^G 、B データ D_{IN}^B の重み付け平均であるから、差分 $Rdist$ 、 $Gdist$ 、 $Bdist$ のうちの少なくとも一つは正で、少なくとも負の値をとることによる。始点制御データ $CP0_cont^R$ 、 $CP0_cont^G$ 、 $CP0_cont^B$ のうちの少なくとも一つは正で、少なくとも負の値をとることからを考慮すれば、式(10a)～(10c)による演算によって彩度が強調されることは、図8から、容易に理解されよう。

20

【0069】

直線演算補正回路22において上記の一連の式によって算出された出力画像データ D_{OUT} が、減色処理回路23に送られる。減色処理回路23では、出力画像データ D_{OUT} に対して減色処理を行われ、減色画像データ D_{OUT_D} が生成される。減色画像データ D_{OUT_D} は、ラッチ回路24を介してデータ線駆動回路26に送られ、LCDパネル2のデータ線8は、減色画像データ D_{OUT_D} に応じて駆動される。

30

【0070】

以上に述べられている本実施形態の彩度強調処理によれば、簡単な演算により、彩度強調処理を実現することができる。これは、彩度強調処理に用いられる画像処理回路(本実施形態では、始点制御回路28及び直線演算補正回路22)の回路規模の低減に寄与する。

40

【0071】

加えて、本実施形態における彩度強調処理では、彩度強調処理を行うことによる各画素9の輝度 Y_{PIXEL} の変化が小さいことに留意されたい。以下では、本実施形態の彩度強調処理による各画素9の輝度 Y_{PIXEL} の変化が小さいことを、具体的な数値例を挙げて説明する。

【0072】

画素jに対応する入力画像データ D_{IN} の R データ D_{IN}^R 、G データ D_{IN}^G 、B デ

50

ータ D_{IN}^B の値 R_j 、 G_j 、 B_j が、それぞれ、50、100、200 である場合について考える。式(2c)に従って輝度 Y_{PIXEL} を算出すると、輝度 Y_{PIXEL} が下記のように得られる：

$$\begin{aligned} Y_{PIXEL} &= 0.2126 \times 50 + 0.7152 \times 100 + \\ &\quad 0.0722 \times 200 \\ &= 96.59 \\ &= 97 \end{aligned}$$

値 “97” は、輝度 Y_{PIXEL} を 8 ビットで表現可能な整数として取り扱うために、四捨五入を行うことで得られていることに留意されたい。

【0073】

更に、式(3a)～(3c)に従って差分 $Rdist$ 、 $Gdist$ 、 $Bdist$ を算出すると、差分 $Rdist$ 、 $Gdist$ 、 $Bdist$ が下記のように得られる：

$$\begin{aligned} Rdist &= 50 - 97 = -47 \\ Gdist &= 100 - 97 = 3 \\ Bdist &= 200 - 97 = 103 \end{aligned}$$

【0074】

更に、 $= 127$ として、式(7a)～(7c)に従って強調係数 $INST^R$ 、 $INST^G$ 、 $INST^B$ を算出すると、強調係数 $INST^R$ 、 $INST^G$ 、 $INST^B$ が下記のように得られる。

$$\begin{aligned} INST^R &= 50 / 127 \\ INST^G &= 100 / 127 \\ INST^B &= (255 - 200) / 127 = 55 / 127 \end{aligned}$$

【0075】

強調係数 $INST$ は、強調係数 $INST^R$ 、 $INST^G$ 、 $INST^B$ のうちの最小値であるから(式(8)参照)、強調係数は下記のように得られる。

$$INST = 50 / 127$$

【0076】

始点制御データ CPO_cont^R 、 CPO_cont^G 、 CPO_cont^B は、式(9a)～(9c)で得られる。ここで、式(9a)～(9c)において、

$$0 \leq (D_{IN}^{MAX} - S_{AVE}) / D_{IN}^{MAX} \leq 1$$

が成り立つ。彩度が最も強く強調される場合における輝度 Y_{PIXEL} の変化を議論するのであれば、彩度が最も強く強調される、 $(D_{IN}^{MAX} - S_{AVE}) / D_{IN}^{MAX} = 1$ の場合を考えればよい。この場合、式(9a)～(9c)から、 CPO_cont^R 、 CPO_cont^G 、 CPO_cont^B が、下記のように得られる：

$$\begin{aligned} CPO_cont^R &= (50 / 127) \times 1 \times (-47) = -18.50 - 1.9 \\ CPO_cont^G &= (50 / 127) \times 1 \times 3 = 1.18 \\ CPO_cont^B &= (50 / 127) \times 1 \times 103 = 44.55 - 4.5 \end{aligned}$$

【0077】

出力画像データ D_{OUT} の R データ D_{OUT}^R 、G データ D_{OUT}^G 、B データ D_{OUT}^B の値は、式(10a)～(10c)を用いて、下記のように得られる：

$$\begin{aligned} D_{OUT}^R &= \{(255.00 + 19) / 255\} \times 50 - 19 \\ &= 34.72 - 34.75 \\ D_{OUT}^G &= \{(255.00 - 3) / 255\} \times 100 + 3 \\ &= 101.82 - 101.75 \\ D_{OUT}^B &= \{(255.00 - 103) / 255\} \times 200 + 103 \\ &= 222.21 - 222.25 \end{aligned}$$

ここで、出力画像データ D_{OUT} の R データ D_{OUT}^R 、G データ D_{OUT}^G 、B データ D_{OUT}^B の値は、10 ビットで表され、0.00～255.00 の範囲の 0.25 刻みで表現されるとしている。

【0078】

10

20

30

40

50

このようにして得られた出力画像データ D_{OUT} から彩度強調処理後の輝度 $Y_{PIXEL'}$ を計算すると、

$$\begin{aligned} Y_{PIXEL'} &= 0.2126 \times 34.75 + 0.7152 \times 101.75 + \\ &\quad 0.0722 \times 222.25 \\ &= 96.2059 \end{aligned}$$

【0079】

元の入力画像データ D_{IN} から算出された輝度 Y_{PIXEL} は、96.59であるから、本実施形態の彩度伸長処理によれば、輝度の変化が小さいことが理解される。彩度強調処理による輝度 $Y_{PIXEL'}$ の変化を小さくできるのは、強調係数 $INST$ が

(1) D_{IN}^k の値が であるときに最大値をとる。

10

(2) D_{IN}^k の値が よりも小さいときには単調に増加する。

(3) D_{IN}^k の値が よりも大きいときに単調に減少する。

を満たす関数 $f(x)$ を用いて算出されること、及び、 を、 $D_{IN}^{MAX}/2$ 又はそれに近い値に選択していることによる。強調係数 $INST$ をこのように算出することで、輝度の変化が小さい彩度伸長処理を実現することができる。

【0080】

(第2の実施形態)

図9は、第2の実施形態におけるドライバIC3の構成の例を示すブロック図である。第2の実施形態においては、彩度伸長処理とコントラスト強調とが(図1Bに図示されているような直列処理ではなく)同時に行われる。彩度伸長処理とコントラスト強調とを同時にすることは、回路規模を低減するために有用である。本実施形態では、彩度伸長処理とコントラスト強調とを同時に使うために、直線演算補正回路22の代わりに近似演算補正回路31が用いられ、更に、特徴データ算出回路32と補正点データ算出回路33とがドライバIC3に追加される。

20

【0081】

近似演算補正回路31は、ガンマ補正の近似式に基づく補正演算を入力画像データ D_{IN} に対して行い、出力画像データ D_{OUT} を生成する。ここで、本実施形態では、近似演算補正回路31による補正演算における入出力カーブとして、あるガンマ値で規定されるガンマカーブを、コントラスト強調を実現するように変形させた形状のカーブが用いられる。本実施形態では、入出力カーブとしてガンマカーブを用いることである程度のコントラスト強調が行われ、加えて、該ガンマカーブが変形されることにより、更なるコントラスト強調が実現されることに留意されたい。

30

【0082】

近似演算補正回路31による補正演算における入出力カーブの形状は、補正点データ算出回路33から供給される補正点データ組 CP_sel^R 、 CP_sel^G 、 CP_sel^B によって指定される。ここで、入力画像データ D_{IN} の R データ D_{IN}^R の補正演算に用いられる入出力カーブの形状は、補正点データ組 CP_sel^R によって指定される。同様に、入力画像データ D_{IN} の G データ D_{IN}^G の補正演算に用いられる入出力カーブの形状は、補正点データ組 CP_sel^G によって指定され、入力画像データ D_{IN} の B データ D_{IN}^B の補正演算に用いられる入出力カーブの形状は、補正点データ組 CP_sel^B によって指定される。

40

【0083】

特徴データ算出回路32は、入力画像データ D_{IN} に基づいて、各フレーム画像(各フレーム期間に表示領域5に表示される画像)の特徴量を示す特徴データを生成する。本実施形態では、特徴データとして、各フレーム画像の APL (average picture level) を示す APL データ D_{CHR_APL} と、各フレーム画像の輝度の分散を示す分散データ D_{CHR_2} とが使用される。APL データ D_{CHR_APL} 及び分散データ D_{CHR_2} の算出は、各フレーム期間について一度ずつ行われればよい。

【0084】

補正点データ算出回路33は、特徴データ算出回路32によって生成された特徴データ

50

、（本実施形態では、A P L データ $D_{C H R_A P L}$ 及び分散データ $D_{C H R_2}$ ）、及び、始点制御回路 28 によって生成された始点制御データ $C P 0_cont^R$ 、 $C P 0_cont^G$ 、 $C P 0_cont^B$ に応答して、上述の補正点データ組 $C P_sel^R$ 、 $C P_sel^G$ 、 $C P_sel^B$ を算出する。補正点データ算出回路 33 は、概略的には、特徴データ算出回路 32 によって生成された特徴データ（A P L データ $D_{C H R_A P L}$ 及び分散データ $D_{C H R_2}$ ）に応じて入出力カーブの形状を制御すると共に、始点制御データ $C P 0_cont^R$ 、 $C P 0_cont^G$ 、 $C P 0_cont^B$ に応じて該入出力カーブの始点の位置を調節する補正制御部として機能する。

【0085】

図 10 は、補正点データ算出回路 33 によって生成される各補正点データ組 $C P_sel^k$ により指定される入出力カーブ、及び、該入出力カーブに従った補正演算の内容を示している。各補正点データ組 $C P_sel^k$ は、補正点データ $C P 0 \sim C P 5$ を含んでいる。補正点データ $C P 0 \sim C P 5$ は、それぞれ、入力画像データ D_{IN}^k を横軸（第 1 軸）、出力画像データ D_{OUT}^k を縦軸（第 2 軸）とする座標系の上の点を指定するデータである。ここで、補正点データ $C P 0$ は、入出力カーブの始点の位置を指定するデータであり、補正点データ $C P 5$ は、入出力カーブの終点の位置を指定するデータである。補正点データ $C P 2$ 、 $C P 3$ は、該入出力カーブが、その中央付近で通過する位置を指定するデータである。補正点データ $C P 1$ は、補正点データ $C P 0$ 、 $C P 2$ の間の位置にあり、該入出力カーブの補正点データ $C P 0$ 、 $C P 2$ の間の部分の形状を指定する。また、補正点データ $C P 4$ は、補正点データ $C P 3$ 、 $C P 5$ の間の位置にあり、該入出力カーブの補正点データ $C P 3$ 、 $C P 5$ の間の部分の形状を指定する。補正点データ $C P 0 \sim C P 5$ の位置を適切に決定することにより、入出力カーブの形状が指定される。

【0086】

例えば、図 10 に示されているように、補正点データ $C P 1 \sim C P 4$ の位置を、カンマカーブの両端の位置を結ぶ直線より下の位置に定めることで、ガンマカーブを下に凸の形状に決定できる。近似演算補正回路 31 においては、補正点データ組 $C P_sel^k$ に含まれる補正点データ $C P 0 \sim C P 5$ により指定される形状の入出力カーブによる補正演算が行われて出力画像データ D_{OUT}^k が生成される。

【0087】

後に詳細に説明されるように、本実施形態では、補正点データ組 $C P_sel^R$ 、 $C P_sel^G$ 、 $C P_sel^B$ の補正点データ $C P 0 \sim C P 5$ が、特徴データ算出回路 32 によって生成された特徴データ（本実施形態では、A P L データ $D_{C H R_A P L}$ 及び分散データ $D_{C H R_2}$ ）に応じて決定される。これにより、入力画像データ D_{IN}^R の R データ D_{IN}^R 、G データ D_{IN}^G 、B データ D_{IN}^B の補正演算に用いられる入出力カーブの形状が、特徴データに応じて制御される。更に、補正点データ組 $C P_sel^R$ 、 $C P_sel^G$ 、 $C P_sel^B$ の補正点データ $C P 0$ が、それぞれ、始点制御データ $C P 0_cont^R$ 、 $C P 0_cont^G$ 、 $C P 0_cont^B$ に応じて調節される。これにより、入力画像データ D_{IN}^R の R データ D_{IN}^R 、G データ D_{IN}^G 、B データ D_{IN}^B の補正演算に用いられる入出力カーブの始点の位置が調節され、彩度強調処理が実現される。

【0088】

図 11 は、近似演算補正回路 31 の構成の例を示すブロック図である。近似演算補正回路 31 は、入力画像データ D_{IN} の R データ D_{IN}^R 、G データ D_{IN}^G 、B データ D_{IN}^B についてそれぞれ用意された近似演算ユニット 34 R、34 G、34 B を備えている。近似演算ユニット 34 R は、入力画像データ D_{IN} の R データ D_{IN}^R に対して演算式による補正演算を行い、出力画像データ D_{OUT} の R データ D_{OUT}^R を生成する。同様に、近似演算ユニット 34 G、34 B は、それぞれ、入力画像データ D_{IN} の G データ D_{IN}^G 及び B データ D_{IN}^B に対して演算式による補正演算を行い、出力画像データ D_{OUT} の G データ D_{OUT}^G 及び B データ D_{OUT}^B を生成する。上述のように、出力画像データ D_{OUT} の R データ D_{OUT}^R 、G データ D_{OUT}^G 及び B データ D_{OUT}^B のビット数は

10

20

30

40

50

、入力画像データ D_{IN} の R データ D_{IN}^R 、 G データ D_{IN}^G 、及び B データ D_{IN}^B のビット数よりも多く、 10 ビットである。

【 0089 】

近似演算ユニット 34R が補正演算に使用する演算式の係数は、補正点データ組 CP_se1^R の補正点データ CP0 ~ CP5 によって決定される。同様に、近似演算ユニット 34G 、 34B が補正演算に使用する演算式の係数は、それぞれ、補正点データ組 CP_se1^G 、 CP_se1^B の補正点データ CP0 ~ CP5 によって決定される。

【 0090 】

図 12 は、補正点データ算出回路 33 の好適な構成の例を示すブロック図である。図 12 の例では、補正点データ算出回路 33 は、補正点データ組格納レジスタ 41 と、補間演算 / 選択回路 42 と、補正点データ加減算回路 43 と、 CP0 加減算回路 44 とを備えている。

10

【 0091 】

補正点データ組格納レジスタ 41 は、複数の補正点データ組 CP#1 ~ CP#m を格納している。補正点データ組 CP#1 ~ CP#m は、上述の補正点データ組 CP_se1^R 、 CP_se1^G 、 CP_se1^B を決定する元データとして使用されるデータ組である。補正点データ組 CP#1 ~ CP#m のそれぞれは、図 10 に示されているような補正点データ CP0 ~ CP5 を有している。

【 0092 】

補間演算 / 選択回路 42 は、特徴データ算出回路 32 から受け取った APL データ D_{HR_APL} に応じてガンマ値 $_PIXEL^R$ 、 $_PIXEL^G$ 、 $_PIXEL^B$ を決定し、決定されたガンマ値 $_PIXEL^R$ 、 $_PIXEL^G$ 、 $_PIXEL^B$ に対応する補正点データ組 CP_L^R 、 CP_L^G 、 CP_L^B を決定する。ここで、ガンマ値 $_PIXEL^R$ は、入力画像データ D_{IN} の R データ D_{IN}^R に対する補正演算に用いられるガンマカーブのガンマ値である。同様に、ガンマ値 $_PIXEL^G$ は、入力画像データ D_{IN} の G データ D_{IN}^G に対する補正演算に用いられるガンマカーブのガンマ値であり、ガンマ値 $_PIXEL^B$ は、入力画像データ D_{IN} の B データ D_{IN}^B に対する補正演算に用いられるガンマカーブのガンマ値である。

20

【 0093 】

一実施形態では、補間演算 / 選択回路 42 は、ガンマ値 $_PIXEL^k$ に応じて、補正点データ組 CP_L^k を補正点データ組 CP#1 ~ CP#m のうちから選択することで補正点データ組 CP_L^k をしてもよい。また、補間演算 / 選択回路 42 は、ガンマ値 $_PIXEL^k$ に応じて補正点データ組 CP#1 ~ CP#m のうちの 2 つを選択し、選択された 2 つの補正点データ組に対して補間演算をすることで補正点データ組 CP_L^k を決定してもよい。補正点データ組 CP_L^R 、 CP_L^G 、 CP_L^B の決定については後に詳細に説明する。補間演算 / 選択回路 42 によって決定された補正点データ組 CP_L^R 、 CP_L^G 、 CP_L^B は、補正点データ加減算回路 43 に送られる。

30

【 0094 】

補正点データ加減算回路 43 は、特徴データ算出回路 32 から受け取った分散データ D_{CHR_2} に応じて補正点データ組 CP_L^R 、 CP_L^G 、 CP_L^B を修正するための回路である。この補正点データ加減算回路 43 の動作は、技術的には、分散データ D_{CHR_2} に応じてガンマ値 $_PIXEL^k$ で決定されるガンマカーブの形状を、分散データ D_{CHR_2} に応じて修正することと等価である。後述されるように、本実施形態では、補正点データ加減算回路 43 は、分散データ D_{CHR_2} に応じて補正点データ組 CP_L^R 、 CP_L^G 、 CP_L^B の補正点データ CP1 、 CP4 を修正し、これにより、コントラスト強調を行う。

40

【 0095 】

CP0 加減算回路 44 は、始点制御回路 28 から受け取った始点制御データ $CP0_cont^R$ 、 $CP0_cont^G$ 、 $CP0_cont^B$ に応じて補正点データ組 CP_L^R 、 CP_L^G 、 CP_L^B を修正するための回路である。この CP0 加減算回路 44 の動

50

作は、技術的には、始点制御データ $CP_0_cont^R$ 、 $CP_0_cont^G$ 、 $CP_0_cont^B$ に応じて入出力カーブの始点の位置を調節することと等価である。補正点データ加減算回路 43 及び CP_0 加減算回路 44 によって修正された補正点データ組 CP_L^R 、 CP_L^G 、 CP_L^B が、最終的に近似演算補正回路 31 に供給される補正点データ組 CP_sel^R 、 CP_sel^G 、 CP_sel^B として用いられる。

【0096】

本実施形態では、補正点データ組 CP_L^R 、 CP_L^G 、 CP_L^B が補正点データ加減算回路 43 によって先行して修正されて補正点データ組 CP_CR^R 、 CP_CR^G 、 CP_CR^B が生成され、その補正点データ組 CP_CR^R 、 CP_CR^G 、 CP_CR^B が CP_0 加減算回路 44 によって修正されて最終的に近似演算補正回路 31 に供給される補正点データ組 CP_sel^R 、 CP_sel^G 、 CP_sel^B が生成される。ただし、 CP_0 加減算回路 44 が先行して補正点データ組 CP_L^R 、 CP_L^G 、 CP_L^B を修正し、修正された補正点データ組 CP_L^R 、 CP_L^G 、 CP_L^B が更に補正点データ加減算回路 43 によって修正されて補正点データ組 CP_sel^R 、 CP_sel^G 、 CP_sel^B が生成されてもよい。また、補正点データ加減算回路 43 と CP_0 加減算回路 44 とが一の回路として実現されてもよい。この場合、当該一の回路は、分散データ D_{CHR_2} と始点制御データ $CP_0_cont^R$ 、 $CP_0_cont^G$ 、 $CP_0_cont^B$ とに応じて補正点データ組 CP_L^R 、 CP_L^G 、 CP_L^B を修正する。補正点データ算出回路 33 の各回路の動作の詳細は、後述される。

【0097】

図 13 は、入力画像データ D_{IN} に対して行われる補正演算の手順を示すフローチャートである。第 1 の実施形態と同様に、入力画像データ D_{IN} が始点制御回路 28 に供給され、始点制御データ $CP_0_cont^R$ 、 $CP_0_cont^G$ 、 $CP_0_cont^B$ が、始点制御回路 28 により、入力画像データ D_{IN} に基づいて生成される（ステップ S11 ~ S14）。始点制御データ $CP_0_cont^R$ 、 $CP_0_cont^G$ 、 $CP_0_cont^B$ の生成は、第 1 の実施形態と同様の演算処理によって行われる。

【0098】

入力画像データ D_{IN} は、更に、特徴データ算出回路 32 に供給され、各フレーム画像の APL データ D_{CHR_APL} 及び分散データ D_{CHR_2} が、特徴データ算出回路 32 によって入力画像データ D_{IN} から生成される（ステップ S21）。上述のように、APL データ D_{CHR_APL} は、各フレーム画像の APL を示すデータであり、分散データ D_{CHR_2} は、各フレーム画像の画素の輝度の分散を示すデータである。

【0099】

更に、各フレーム画像の APL データ D_{CHR_APL} から、該フレーム画像の各画素 9 の入力画像データ D_{IN} の補正演算に用いるべきガンマ値が算出される（ステップ S22）。本実施形態では、入力画像データ D_{IN} の R データ D_{IN}^R 、G データ D_{IN}^G 、B データ D_{IN}^B のそれぞれについてガンマ値が算出される。詳細には、あるフレーム画像の入力画像データ D_{IN} の R データ D_{IN}^R に対して行われる補正演算に用いるべきガンマ値 $_PIXEL^R$ は、下記式に従って算出される：

$$_PIXEL^R = _STD^R + APL \cdot ^R \dots (11a)$$

式 (11a)において、 $_STD^R$ は、基準となるガンマ値であり、APL は、当該フレーム画像の APL であり、また、 R は、所定の正の比例定数である。式 (11a) では、APL が増大されると $_PIXEL^R$ も増大されることに留意されたい。

【0100】

同様に、該フレーム画像の入力画像データ D_{IN} の G データ D_{IN}^G 、B データ D_{IN}^B に対して行われる補正演算に用いるべきガンマ値は、それぞれ、下記式に従って算出される：

$$_PIXEL^G = _STD^G + APL \cdot ^G \dots (11b)$$

$$_PIXEL^B = _STD^B + APL \cdot ^B \dots (11c)$$

ここで、 $_PIXEL^G$ 、 $_PIXEL^B$ は、該画素 9 の G 副画素 11G、B 副画素

10

20

30

40

50

11B の入力画像データ D_{IN} について行われるガンマ補正に用いるべきガンマ値であり、 $_STD^G$ 、 $_STD^B$ は、基準となるガンマ値であり、また、 R^G 、 R^B は、所定の比例定数である。 $_STD^R$ 、 $_STD^G$ 、 $_STD^B$ は、互いに同一でもよいし、異なっていても良い。また、 R^R 、 R^G 、 R^B は、互いに同一でもよいし、異なっていても良い。なお、ガンマ値 $_PIXEL^R$ 、 $_PIXEL^G$ 、 $_PIXEL^B$ は、各フレーム画像について算出される。

【0101】

$_STD^R$ 、 $_STD^G$ 、 $_STD^B$ が同一の値であり、且つ、 R^R 、 R^G 、 R^B が同一である場合には、入力画像データ D_{IN} の R データ D_{IN}^R 、G データ D_{IN}^G 、B データ D_{IN}^B に共通のガンマ値が算出されることになり、この場合、当該共通のガンマ値 $_PIXEL$ は、下記式に従って算出される：

$$_PIXEL = _STD + APL \dots (11d)$$

【0102】

更に、算出されたガンマ値 $_PIXEL^R$ 、 $_PIXEL^G$ 、 $_PIXEL^B$ に応じて、補正点データ組 CP_L^R 、 CP_L^G 、 CP_L^B が選択又は算出される（ステップ S23）。ここで、補正点データ組 CP_L^R 、 CP_L^G 、 CP_L^B は、それぞれ、最終的に近似演算補正回路 31 に供給される補正点データ組 CP_{sel}^R 、 CP_{sel}^G 、 CP_{sel}^B を算出するために用いられる元データである。補正点データ組 CP_L^R 、 CP_L^G 、 CP_L^B は、各フレーム画像に対して選択される。

【0103】

一実施形態では、補正点データ組 CP_L^R 、 CP_L^G 、 CP_L^B は、補正点データ算出回路 33 の補正点データ組格納レジスタ 41 に格納された複数の補正点データ組 $CP\#1 \sim CP\#m$ のうちから選択される。上述のとおり、補正点データ組 $CP\#1 \sim CP\#m$ は、異なるガンマ値 K に対応しており、補正点データ組 $CP\#1 \sim CP\#m$ のそれぞれは、補正点データ $CP0 \sim CP5$ から構成されている。

【0104】

あるガンマ値 K に対応する補正点データ組 $CP\#j$ の補正点データ $CP0 \sim CP5$ は、下記のように決定されている。

(1) $K < 1$ の場合

【数6】

$$CP0 = 0$$

$$CP1 = \frac{4 \cdot Gamma[K/4] - Gamma[K]}{2}$$

$$CP2 = Gamma[K-1] \dots (12a)$$

$$CP3 = Gamma[K]$$

$$CP4 = 2 \cdot Gamma[(D_{IN}^{MAX} + K - 1)/2] - D_{OUT}^{MAX}$$

$$CP5 = D_{OUT}^{MAX}$$

(2) $K \geq 1$ の場合

10

20

30

40

【数7】

$$\begin{aligned}
 CP0 &= 0 \\
 CP1 &= 2 \cdot \text{Gamma}[K/2] - \text{Gamma}[K] \\
 CP2 &= \text{Gamma}[K-1] \\
 CP3 &= \text{Gamma}[K] \\
 CP4 &= 2 \cdot \text{Gamma}[(D_{IN}^{MAX} + K - 1)/2] - D_{OUT}^{MAX} \\
 CP5 &= D_{OUT}^{MAX}
 \end{aligned} \quad \cdots(12b)$$

10

ここで、 D_{IN}^{MAX} は、上述されているように、入力画像データ D_{IN} の R データ D_{IN}^R 、G データ D_{IN}^G 、B データ D_{IN}^B の上限値であり、R データ D_{IN}^R 、G データ D_{IN}^G 、B データ D_{IN}^B のビット数によって決定される。また、 D_{OUT}^{MAX} は、出力画像データ D_{OUT} の R データ D_{OUT}^R 、G データ D_{OUT}^G 、B データ D_{OUT}^B の上限値であり、R データ D_{OUT}^R 、G データ D_{OUT}^G 、B データ D_{OUT}^B のビット数によって決定される。K は、下記式：

$$K = (D_{IN}^{MAX} + 1) / 2, \quad \cdots(13a)$$

で与えられる定数である。また、 $\text{Gamma}[x]$ は、ガンマ補正の厳密式を表す関数であり、下記式によって定義される：

20

【数8】

$$\text{Gamma}[x] = D_{OUT}^{MAX} \cdot (x / D_{IN}^{MAX})^\gamma \quad \cdots(13b)$$

20

【0105】

本実施形態では、補正点データ組 $CP\#1 \sim CP\#m$ は、補正点データ組 $CP\#1 \sim CP\#m$ から任意に選択された補正点データ組 $CP\#j$ について、 j が大きいほど式(11)の γ が大きくなるように決定されている。即ち、補正点データ組 $CP\#j$ について定められたガンマ値を γ_j とすると、

$$1 < \gamma_2 < \dots < \gamma_{m-1} < \gamma_m \quad \cdots(14)$$

が成立する。

【0106】

一実施形態では、補正点データ組 CP_L^R は、ガンマ値 γ_{PIXEL^R} に応じて補正点データ組 $CP\#1 \sim CP\#m$ のうちから選択される。ガンマ値 γ_{PIXEL^R} が大きいほど、より j の値が大きいような補正点データ組 $CP\#j$ が選択される。同様に、補正点データ組 CP_L^G 、 CP_L^B は、それぞれ、ガンマ値 γ_{PIXEL^G} 、 γ_{PIXEL^B} に応じて補正点データ組 $CP\#1 \sim CP\#m$ のうちから選択される。

30

【0107】

図14は、このようにして補正点データ組 CP_L^k が決定された場合の APL 、 γ_{PIXEL^k} 、及び、補正点データ組 CP_L^k の関係を説明するグラフである。 APL が大きいほど、ガンマ値 γ_{PIXEL^k} は大きく設定され、より j の値が大きいような補正点データ組 $CP\#j$ が選択される。

40

【0108】

他の実施形態では、補正点データ組 CP_L^R 、 CP_L^G 、 CP_L^B は、次のように算出されてもよい。補正点データ算出回路33に、 $2^{P-(Q-1)}$ 組の補正点データ組 $CP\#1 \sim CP\#m$ (ここで、 $m = 2^{P-(Q-1)}$) が保存される。ここで、 P は、 $APL_PIXEL(y, x)$ を記述するために使用されるビットの数であり、 Q は、 P よりも小さく2以上の所定の整数である。補正点データ算出回路33に格納される補正点

50

データ組 C P # 1 ~ C P # m は、初期設定として、演算装置 4 からドライバ I C 3 に供給されてもよい。

【 0 1 0 9 】

更に、ガンマ値 $_P_{IXE}_L^k$ (k は、"R"、"G"、"B" の任意) に応じて、補正点データ算出回路 33 に格納されている補正点データ組 C P # 1 ~ C P # m のうちの 2 つの補正点データ組：補正点データ組 C P # q、C P # (q + 1) が選択される。q は、1 以上、m - 1 の整数である。ここで、

$$q < _P_{IXE}_L^k < q + 1 \quad \dots (15)$$

となるように補正点データ組 C P # q、C P # (q + 1) が選択される。

【 0 1 1 0 】

補正点データ組 C P _ L k の補正点データ C P 0 ~ C P 5 は、それぞれ、選択した 2 つの補正点データ組 C P # q、C P # (q + 1) の補正点データ C P 0 ~ C P 5 の補間計算によって算出される。

【 0 1 1 1 】

より具体的には、補正点データ組 C P _ L k (k は、"R"、"G"、"B" の任意) の補正点データ C P 0 ~ C P 5 は、選択した 2 つの補正点データ組 C P # q、C P # (q + 1) の補正点データ C P 0 ~ C P 5 から、下記式で算出される。

$$\begin{aligned} C P _L^k = & C P (\# q) + \\ & \{ (C P (\# (q + 1)) - C P (\# q)) / 2^Q \} \times A P L [Q - 1 : 0], \end{aligned} \quad \dots (16)$$

: 0 以上、5 以下の整数

C P _ L k : 補正点データ組 C P _ L k の補正点データ C P

C P (\# q) : 選択された補正点データ組 C P # q の補正点データ C P

C P (\# (q + 1)) : 選択された補正点データ組 C P # (q + 1) の補正点データ C P

A P L [Q - 1 : 0] : A P L の下位 Q ビット

【 0 1 1 2 】

図 15 は、このようにして補正点データ組 C P _ L k が決定された時の A P L、 $_P_{IXE}_L^k$ 及び、補正点データ組 C P _ L k の関係を説明するグラフである。A P L が大きいほど、ガンマ値 $_P_{IXE}_L^k$ は大きく設定され、より q の値が大きいような補正点データ組 C P # q、C P # (q + 1) が選択される。そして、補正点データ組 C P _ L k は、補正点データ組 C P # q、C P # (q + 1) が対応するガンマ値 $_{q+1}$ の中間の値のガンマ値に対応するよう決定されることになる。

【 0 1 1 3 】

図 16 は、補正点データ組 C P # q、C P # (q + 1) にそれぞれに対応するガンマカーブの形状と、補正点データ組 C P _ L k に対応するガンマカーブの形状を概念的に示すグラフである。補正点データ組 C P _ L k の補正点データ C P が、補正点データ組 C P # q、C P # (q + 1) それぞれの補正点データ C P (\# q)、C P (\# q + 1) の補間計算により算出される結果 (は、0 以上 5 以下の整数)、補正点データ組 C P _ L k に対応するガンマカーブは、補正点データ組 C P # q、C P # (q + 1) にそれぞれに対応するガンマカーブの間にあるような形状になる。補正点データ組 C P _ L k の補正点データ C P 0 ~ C P 5 を、選択した 2 つの補正点データ組 C P # q、C P # (q + 1) の補正点データ C P 0 ~ C P 5 の補間計算によって算出することは、補正点データ算出回路 33 に保存される補正点データ組 C P # 1 ~ C P # m の数が少くとも、補正演算に使用されるガンマ値を細かく調節することを可能にする点で有用である。

【 0 1 1 4 】

なお、入力画像データ D_I_N の R データ D_I_N^R、G データ D_I_N^G、B データ D_I_N^B に共通のガンマ値 $_P_{IXE}_L$ が算出される場合には、同様の手順により、共通の補正点データ組 C P _ L が選択又は算出される。

【 0 1 1 5 】

10

20

30

40

50

更に、上記のようにして選択又は算出された補正点データ組 $C P_L^R$ 、 $C P_L^G$ 、 $C P_L^B$ が、分散データ $D_{C H R \dots}$ に応じて修正され、補正点データ組 $C P_C R^R$ 、 $C P_C R^G$ 、 $C P_C R^B$ が生成される（ステップ S 24）。ここで、上述されているように、補正点データ組 $C P_L^R$ 、 $C P_L^G$ 、 $C P_L^B$ は、それぞれ、特定のガンマカーブの形状を表すデータ組であるから、補正点データ組 $C P_L^R$ 、 $C P_L^G$ 、 $C P_L^B$ を分散データ $D_{C H R \dots}$ に応じて修正することは、技術的には、補正演算に使用されるガンマカーブの形状を分散データ $D_{C H R \dots}$ に応じて修正することと等価であることに留意されたい。

【0116】

図 17 は、補正点データ組 $C P_L^k$ を、分散データ $D_{C H R \dots}$ に基づいて修正することの技術的意義を示す概念図である。あるフレーム画像の輝度の分散 σ^2 の値が大きいことは、当該フレーム画像において、当該フレーム画像の APL から離れた輝度の画素が多いことを意味しており、言い換えれば、当該フレーム画像について本来的に表現すべきコントラストが大きいことを意味している。このような場合には、コントラストを強調するように近似演算補正回路 31 における補正演算を行うことで、当該フレーム画像のコントラストを表現できるようになる。

【0117】

補正点データ組 $C P_L^R$ 、 $C P_L^G$ 、 $C P_L^B$ の補正点データ $C P\ 1$ 、 $C P\ 4$ は、コントラストに及ぼす影響が大きいので、本実施形態では、補正点データ組 $C P_L^R$ 、 $C P_L^G$ 、 $C P_L^B$ の補正点データ $C P\ 1$ 、 $C P\ 4$ が分散データ $D_{C H R \dots}$ の値に応じて制御される。あるフレーム画像について選択 / 算出された補正点データ組 $C P_L^k$ の補正点データ $C P\ 1$ の修正は、分散データ $D_{C H R \dots}$ に示された当該フレーム画像の輝度の分散 σ^2 の値が大きいほど、修正後の補正点データ $C P\ 1$ の値が小さくなるよう行われる。また、補正点データ組 $C P_L^k$ の補正点データ $C P\ 4$ の修正は、当該フレーム画像の輝度の分散 σ^2 の値が大きいほど、最終的に近似演算補正回路 31 に供給される補正点データ組 $C P_s e l^k$ の補正点データ $C P\ 4$ が大きくなるよう行われる。このような修正により、画像のコントラストが大きい場合には、コントラストを強調するように近似演算補正回路 31 における補正演算が行われることになる。なお、本実施形態では、補正点データ組 $C P_L^k$ の補正点データ $C P\ 0$ 、 $C P\ 2$ 、 $C P\ 3$ 、 $C P\ 5$ については、分散データ $D_{C H R \dots}$ に基づく修正は行われない。

【0118】

更に、補正点データ組 $C P_C R^R$ 、 $C P_C R^G$ 、 $C P_C R^B$ が、始点制御データ $C P\ 0_c o n t^R$ 、 $C P\ 0_c o n t^G$ 、 $C P\ 0_c o n t^B$ に応じて修正され、補正点データ組 $C P_s e l^R$ 、 $C P_s e l^G$ 、 $C P_s e l^B$ が生成される（ステップ S 25）。本実施形態では、始点制御データ $C P\ 0_c o n t^R$ 、 $C P\ 0_c o n t^G$ 、 $C P\ 0_c o n t^B$ に応じて、入出力カーブの始点、即ち、補正点データ組 $C P_C R^R$ 、 $C P_C R^G$ 、 $C P_C R^B$ の補正点データ $C P\ 0$ が修正される。補正点データ $C P\ 0$ は、ガンマカーブ（入出力カーブ）の始点の位置を指定するデータであるから、補正点データ組 $C P_C R^R$ 、 $C P_C R^G$ 、 $C P_C R^B$ の補正点データ $C P\ 0$ を修正することは、技術的には、ガンマカーブの始点の位置を調節することと等価である。

【0119】

加えて、補正点データ組 $C P_C R^R$ 、 $C P_C R^G$ 、 $C P_C R^B$ の補正点データ $C P\ 1 \sim C P\ 4$ も、補正点データ $C P\ 0$ の修正、即ち、入出力カーブの始点の位置の修正に合わせて修正される。ここで、補正点データ組 $C P_C R^R$ 、 $C P_C R^G$ 、 $C P_C R^B$ の補正点データ $C P\ 1 \sim C P\ 4$ は、入出力カーブの中間の位置を示すデータであるから、補正点データ組 $C P_C R^R$ 、 $C P_C R^G$ 、 $C P_C R^B$ の補正点データ $C P\ 1 \sim C P\ 4$ を修正することは、技術的には、入出力カーブの中間の位置を修正することと等価である。入出力カーブの始点に近い点に対応する補正点データ（例えば、補正点データ $C P\ 1$ ）は、相対的に大きく修正され、入出力カーブの終点に近い点に対応する補正点データ（例えば、補正点データ $C P\ 4$ ）は、相対的に小さく修正される。より具体的には、補正

10

20

30

40

50

点データ組 CP_CR^k の補正点データ $CP1 \sim CP4$ の修正量を示す補正点制御データ $CP1_cont^k \sim CP4_cont^k$ は、下記式に従って算出される：

【数9】

$$CP1_cont^k = \frac{(D_{OUT}^{MAX} - CP0_cont^k)}{D_{IN}^{MAX}} \cdot \frac{K}{2} + CP0_cont^k \quad \dots(17a)$$

$$CP2_cont^k = \frac{(D_{OUT}^{MAX} - CP0_cont^k)}{D_{IN}^{MAX}} \cdot (K-1) + CP0_cont^k \quad \dots(17b)$$

$$CP3_cont^k = \frac{(D_{OUT}^{MAX} - CP0_cont^k)}{D_{IN}^{MAX}} \cdot K + CP0_cont^k \quad \dots(17c)$$

$$CP4_cont^k = \frac{(D_{OUT}^{MAX} - CP0_cont^k)}{D_{IN}^{MAX}} \cdot \frac{(D_{IN}^{MAX} + K - 1)}{2} + CP0_cont^k \quad \dots(17d)$$

10

【0120】

図18は、このようにして算出された補正点制御データ $CP1_cont^k \sim CP4_cont^k$ を概念的に示す図である。図18において、記号「 $CP5^R$ 」、「 $CP5^G$ 」、「 $CP5^B$ 」は、それぞれ、Rデータ D_{IN}^R 、Gデータ D_{IN}^G 、Bデータ D_{IN}^B の補正演算に用いられる入出力カーブの終点を示している。補正点データ組 CP_CR^k の補正点データ $CP1 \sim CP4$ に、上記の補正点制御データ $CP1_cont^k \sim CP4_cont^k$ を加算することで補正点データ組 CP_sel^R 、 CP_sel^G 、 CP_sel^B が算出される。

【0121】

以上をまとめると、一実施形態では、補正点データ組 CP_sel^k の補正点データ $CP0 \sim CP4$ は、次式で算出される：

$$CP0_sel^R = CP0_L^R + CP0_cont^R \quad \dots(18a)$$

$$CP0_sel^G = CP0_L^G + CP0_cont^G \quad \dots(18b)$$

$$CP0_sel^B = CP0_L^B + CP0_cont^B \quad \dots(18c)$$

$$CP1_sel^R = CP1_L^R - (D_{IN}^{MAX} - ^2) \cdot + CP1_cont^R \quad \dots(19a)$$

$$CP1_sel^G = CP1_L^G - (D_{IN}^{MAX} - ^2) \cdot + CP1_cont^G \quad \dots(19b)$$

$$CP1_sel^B = CP1_L^B - (D_{IN}^{MAX} - ^2) \cdot + CP1_cont^B \quad \dots(19c)$$

$$CP2_sel^R = CP2_L^R + CP2_cont^R \quad \dots(20a)$$

$$CP2_sel^G = CP2_L^G + CP2_cont^G \quad \dots(20b)$$

$$CP2_sel^B = CP2_L^B + CP2_cont^B \quad \dots(20c)$$

$$CP3_sel^R = CP3_L^R + CP3_cont^R \quad \dots(21a)$$

$$CP3_sel^G = CP3_L^G + CP3_cont^G \quad \dots(21b)$$

$$CP3_sel^B = CP3_L^B + CP3_cont^B \quad \dots(21c)$$

$$CP4_sel^R = CP4_L^R - (D_{IN}^{MAX} - ^2) \cdot + CP4_cont^R \quad \dots(22a)$$

$$CP4_sel^G = CP4_L^G - (D_{IN}^{MAX} - ^2) \cdot + CP4_cont^G \quad \dots(22b)$$

$$CP4_sel^B = CP4_L^B - (D_{IN}^{MAX} - ^2) \cdot + CP4_cont^B \quad \dots(22c)$$

ここで、 2 は、分散データ $D_{CHR} - ^2$ に示されている輝度の分散であり、 D_{IN}^{MAX} は、入力画像データ D_{IN} の Rデータ D_{IN}^R 、Gデータ D_{IN}^G 、Bデータ D_{IN}^B

20

30

40

50

N^B の上限値である。また、 R^R 、 G^G 、 B^B は、所定の比例定数である。 R^R 、 G^G 、 B^B は、同一であってもよいし、互いに異なっていてもよい。また、 CP_sel^k は、補正点データ組 CP_sel^k の補正点データ CP_L の値であり、 CP_L^k は、それぞれ、補正点データ組 CP_L^k の補正点データ CP_L の値である。

【0122】

また、補正点データ組 CP_sel^k の補正点データ CP_5 は、補正点データ組 CP_L^k の補正点データ CP_5 と同一である。ここで、ステップ S 23 における補正点データ組 CP_L^k の選択又は補正点データ組 CP_L^k の補間計算による算出では、補正点データ CP_5 は不变であることから、下記式(27)が成り立つ：

$$CP_5_sel^R = CP_5_sel^G = CP_5_sel^B = CP_5 (= D_{OUT}^{MAX}) \quad 10 \\) \quad \dots (23)$$

【0123】

ここで、始点制御データ $CP_0_cont^R$ 、 $CP_0_cont^G$ 、 $CP_0_cont^B$ は、各画素 9 について算出されるデータであるから、補正点データ組 CP_sel^R 、 CP_sel^G 、 CP_sel^B は、各画素 9 について算出されるデータであることに留意されたい。即ち、あるフレーム画像のある画素 9 に対応する補正点データ組 CP_sel^k は、当該フレーム画像について算出された補正点データ組 CP_L^k と、当該フレーム画像について算出された分散データ D_{CHR-2} に記述された輝度の分散²と、当該画素 9 について算出された始点制御データ $CP_0_cont^R$ 、 $CP_0_cont^G$ 、 $CP_0_cont^B$ から算出される。 20

【0124】

なお、入力画像データ D_{IN} の R データ D_{IN}^R 、G データ D_{IN}^G 、B データ D_{IN}^B に共通のガンマ値 $_PIXEL$ が算出され、共通の補正点データ組 CP_L が選択又は算出される場合には、補正点データ組 CP_L に対して分散データ D_{CHR-2} に基づく修正が共通に行われる一方で、始点制御データ $CP_0_cont^R$ 、 $CP_0_cont^G$ 、 $CP_0_cont^B$ に基づく修正は、R データ D_{IN}^R 、G データ D_{IN}^G 、B データ D_{IN}^B について個別に行われる。この場合、最終的に得られる補正点データ組 CP_sel^R 、 CP_sel^G 、 CP_sel^B の補正点データ $CP_0 \sim CP_4$ は、下記式に従って算出される： 30

$$CP_0_sel^R = CP_0_L + CP_0_cont^R \quad \dots (24a)$$

$$CP_0_sel^G = CP_0_L + CP_0_cont^G \quad \dots (24b)$$

$$CP_0_sel^B = CP_0_L + CP_0_cont^B \quad \dots (24c)$$

$$CP_1_sel^R = CP_1_L - (D_{IN}^{MAX} - ^2) \cdot + CP_1_cont^R \quad \dots (25a)$$

$$CP_1_sel^G = CP_1_L - (D_{IN}^{MAX} - ^2) \cdot + CP_1_cont^G \quad \dots (25b)$$

$$CP_1_sel^B = CP_1_L - (D_{IN}^{MAX} - ^2) \cdot + CP_1_cont^B \quad \dots (25c)$$

$$CP_2_sel^R = CP_2_L + CP_2_cont^R \quad \dots (26a)$$

$$CP_2_sel^G = CP_2_L + CP_2_cont^G \quad \dots (26b)$$

$$CP_2_sel^B = CP_2_L + CP_2_cont^B \quad \dots (26c)$$

$$CP_3_sel^R = CP_3_L + CP_3_cont^R \quad \dots (27a)$$

$$CP_3_sel^G = CP_3_L + CP_3_cont^G \quad \dots (27b)$$

$$CP_3_sel^B = CP_3_L + CP_3_cont^B \quad \dots (27c)$$

$$CP_4_sel^R = CP_4_L - (D_{IN}^{MAX} - ^2) \cdot + CP_4_cont^R \quad \dots (28a)$$

$$CP_4_sel^G = CP_4_L - (D_{IN}^{MAX} - ^2) \cdot + CP_4_cont^G \quad \dots (28b)$$

$$CP_4_sel^B = CP_4_L - (D_{IN}^{MAX} - ^2) \cdot + CP_4_cont^B \quad 40$$

$$CP_4_sel^B = CP_4_L - (D_{IN}^{MAX} - ^2) \cdot + CP_4_cont^B \quad 50$$

· · · (2 8 c)

【 0 1 2 5 】

この場合も、補正点データ組 CP_sel^k の補正点データ CP_5 は、補正点データ組 CP_L の補正点データ CP_5 と同一であり、式(23)が成立する。

【 0 1 2 6 】

更に、上記のようにして算出された補正点データ組 CP_sel^R 、 CP_sel^G 、 CP_sel^B を用いて当該画素 9 に対応する入力画像データ D_{IN} の R データ D_{IN}^R 、G データ D_{IN}^G 及び B データ D_{IN}^B に対して補正演算が行われ、当該画素 9 に対応する出力画像データ D_{OUT} の R データ D_{OUT}^R 、G データ D_{OUT}^G 及び B データ D_{OUT}^B が生成される(ステップ S26)。この補正演算は、近似演算補正回路 31 の近似演算ユニット 34R、34G、34B によって行われる。
10

【 0 1 2 7 】

より具体的には、近似演算補正回路 31 における補正演算では、下記式に従って、入力画像データ D_{IN} の R データ D_{IN}^R 、G データ D_{IN}^G 及び B データ D_{IN}^B から出力画像データ D_{OUT} の R データ D_{OUT}^R 、G データ D_{OUT}^G 及び B データ D_{OUT}^B が算出される：

(1) $D_{IN}^k < D_{IN}^{center}$ 、且つ、 $CP_1 > CP_0$ の場合：

【数 1 0】

$$D_{OUT}^k = \frac{2(CP1 - CP0) \cdot PD_{INS}}{K^2} + \frac{(CP3 - CP0)D_{INS}}{K} + CP0 \quad \dots(29a) \quad 20$$

(2) $D_{IN}^k < D_{IN}^{center}$ 、且つ、 $CP_1 < CP_0$ の場合：

【数 1 1】

$$D_{OUT}^k = \frac{2(CP1 - CP0) \cdot ND_{INS}}{K^2} + \frac{(CP3 - CP0)D_{INS}}{K} + CP0 \quad \dots(29b) \quad 30$$

(3) $D_{IN}^k > D_{IN}^{center}$ の場合：

【数 1 2】

$$D_{OUT}^k = \frac{2(CP4 - CP2) \cdot ND_{INS}}{K^2} + \frac{(CP5 - CP2)D_{INS}}{K} + CP2 \quad \dots(29c)$$

なお、式(29a)～(29c)における $CP_0 \sim CP_5$ は、それぞれ、補正点データ組 CP_sel^k の補正点データ $CP_0 \sim CP_5$ を意味していることに留意されたい。

【 0 1 2 8 】

ここで、中間データ値 D_{IN}^{center} とは、入力画像データ D_{IN} の上限値 D_{IN}^{MAX} を用いて下記式：

$$D_{IN}^{center} = D_{IN}^{MAX} / 2, \quad \dots(29d)$$

で定義される値である。また、K は、上述の式(13a)で与えられるパラメータである。更に、式(29a)～(29c)に現れる D_{INS} 、 PD_{INS} 、 ND_{INS} は、下記のように定義される値である。

【 0 1 2 9 】

(a) D_{INS}

D_{INS} は、入力画像データ D_{IN}^k に依存して決まる値であり、下記式で与えられる：

40

50

【数13】

$$D_{INS} = D_{IN}^k \quad (\text{for } D_{IN}^k < D_{IN}^{Center}) \quad \dots(30a)$$

$$D_{INS} = D_{IN}^k + 1 - K \quad (\text{for } D_{IN}^k > D_{IN}^{Center}) \quad \dots(30b)$$

【0130】

10

(b) PD_{INS}

PD_{INS} は、式(31b)で定義されるパラメータ R を用いて、下記式(31a)で定義される：

【数14】

$$PD_{INS} = (K - R) \cdot R \quad \dots(31a)$$

$$R = K^{1/2} \cdot D_{INS}^{1/2} \quad \dots(31b)$$

式(30a)、(30b)、(31b)から理解されるように、パラメータ R は、 D_{IN}^k の $1/2$ 乗に比例する値であり、従って、 PD_{INS} は、入力画像データ D_{IN}^k の $1/2$ 乗に比例する項、及び 1 乗に比例する項を含む式で算出される値である。

20

【0131】

(c) ND_{INS}

ND_{INS} は、下記式で与えられる：

【数15】

$$ND_{INS} = (K - D_{INS}) \cdot D_{INS} \quad \dots(32)$$

30

式(30a)、(30b)、(32)から理解されるように、 ND_{INS} は、入力画像データ D_{IN}^k の 2 乗に比例する項を含む式で算出される値である。

【0132】

図19は、上記の演算によって出力画像データ D_{OUT} の R データ D_{OUT}^R 、G データ D_{OUT}^G 、B データ D_{OUT}^B を算出した場合における、入力画像データ D_{IN} の R データ D_{IN}^R 、G データ D_{IN}^G 、B データ D_{IN}^B と出力画像データ D_{OUT} の R データ D_{OUT}^R 、G データ D_{OUT}^G 、B データ D_{OUT}^B との間の関係を示すグラフである。図8において、始点制御データ CPO_cont^R 、 CPO_cont^G 、 CPO_cont^B のうちの少なくとも一つは正で、少なくとも負の値をとることに留意されたい。始点制御データ CPO_cont^R 、 CPO_cont^G 、 CPO_cont^B のうちの少なくとも一つは正で、少なくとも負の値をとることからを考慮すれば、上記の演算によって彩度が強調されることとは、図18から、容易に理解されよう。

40

【0133】

近似演算補正回路31において上記の一連の式によって算出された出力画像データ D_{OUT} が、減色処理回路23に送られる。減色処理回路23では、出力画像データ D_{OUT} に対して減色処理を行われ、減色画像データ D_{OUT_D} が生成される。減色画像データ D_{OUT_D} は、ラッチ回路24を介してデータ線駆動回路26に送られ、LCDパネル2のデータ線8は、減色画像データ D_{OUT_D} に応じて駆動される。

【0134】

50

以上に述べられている本実施形態の彩度強調処理によれば、入出力カーブの始点の位置を調節するという簡単な演算により、彩度強調処理を実現することができる。加えて、本実施形態では、近似演算補正回路31において彩度強調とコントラスト強調とが同時に行われるため、（例えば、図1Bのコントラスト強調と彩度強調とを直列的に行う場合と比較して）回路規模を小さくすることができる。

【0135】

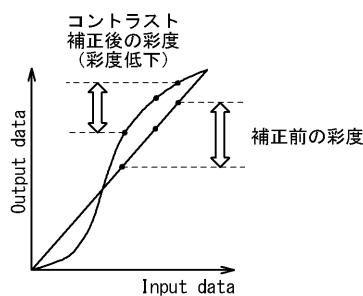
以上には、本発明の実施形態が具体的に記載されているが、本発明は上記の実施形態に限定されず、様々な変更とともに実施され得る。上記では、LCDパネル2を備えた液晶表示装置1の実施形態が記載されているが、上記の実施形態において行われる彩度強調処理及びコントラスト強調処理は、一般に、画像処理装置において実行してもよい。また、本発明は、他の表示パネルを備えたパネル表示装置（例えば、OLED（organic light emitting diode）表示パネルを備えた表示装置）に適用され得ることに留意されたい。10

【符号の説明】

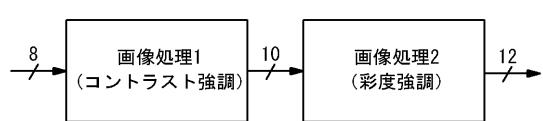
【0136】

1	：液晶表示装置	
2	：LCDパネル	
3	：ドライバIC	
4	：演算装置	
5	：表示領域	
6	：ゲート線駆動回路	20
7	：ゲート線	
8	：データ線	
9	：画素	
11	：副画素	
11B	：B副画素	
11G	：G副画素	
11R	：R副画素	
13	：画素電極	
14	：対向電極	
21	：インターフェース回路	30
22	：直線演算補正回路	
23	：減色処理回路	
24	：ラッチ回路	
25	：階調電圧発生回路	
26	：データ線駆動回路	
27	：タイミング制御回路	
28	：始点制御回路	
28a	：平均彩度算出部	
28b	：輝度差分算出部	
28c	：強調係数算出部	40
28d	：始点制御データ生成部	
31	：近似演算補正回路	
32	：特徴データ算出回路	
33	：補正点データ算出回路	
34R、34G、34B	：近似演算ユニット	
41	：補正点データ組格納レジスタ	
42	：補間演算／選択回路	
43	：補正点データ加減算回路	
44	：CPO加減算回路	

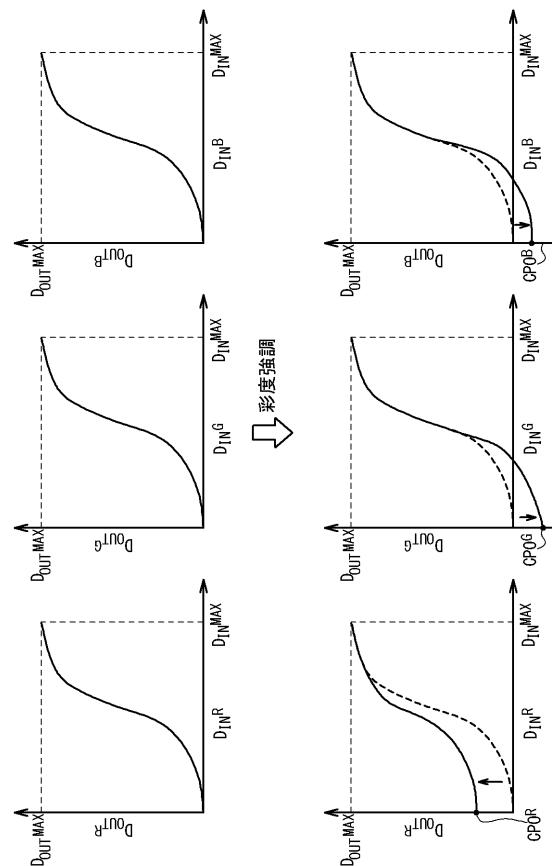
【図1A】



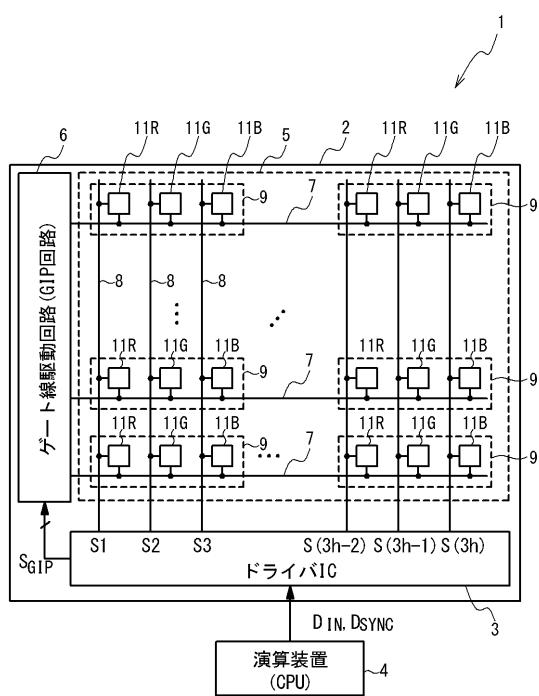
【図1B】



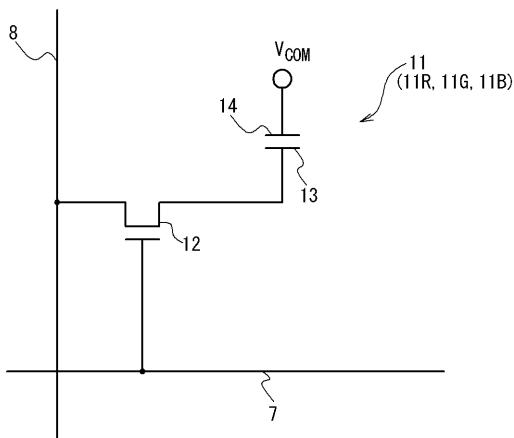
【図2】



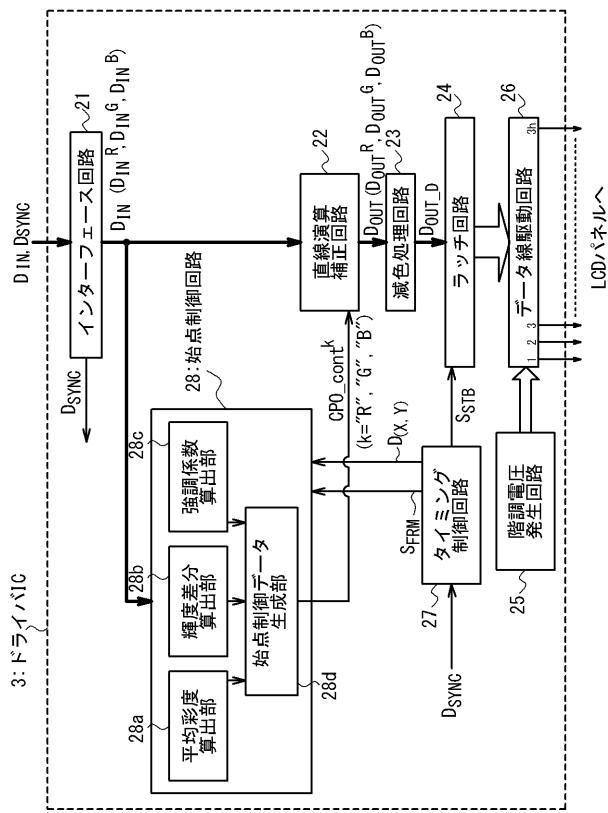
【図3】



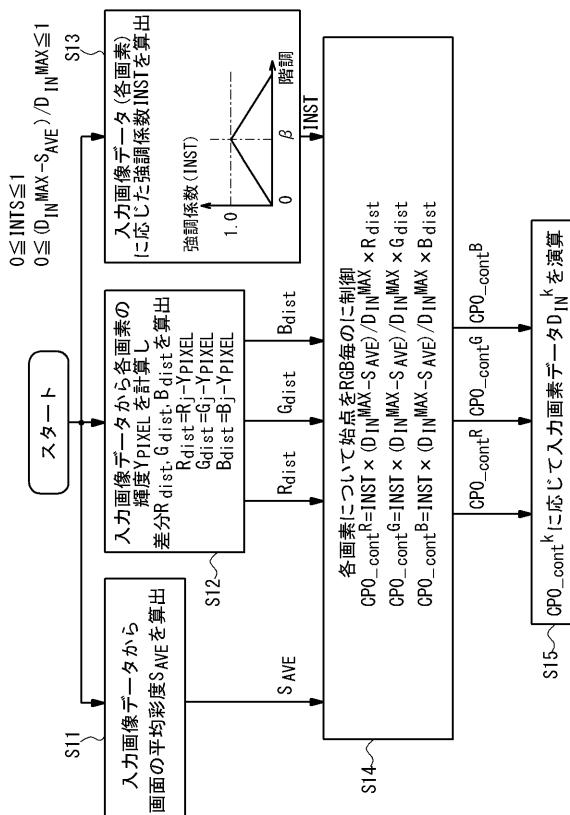
【図4】



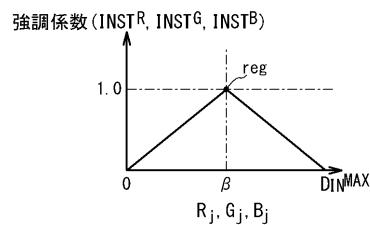
【図5】



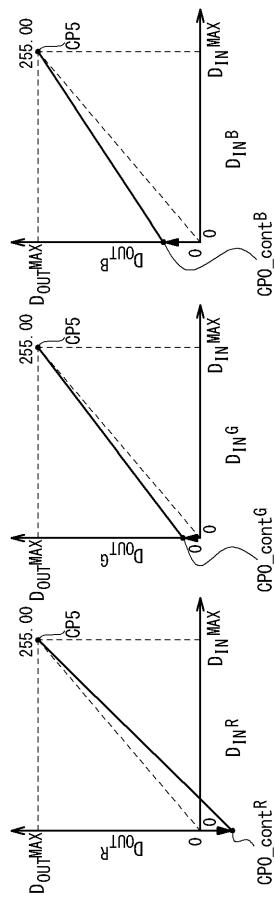
【図6】



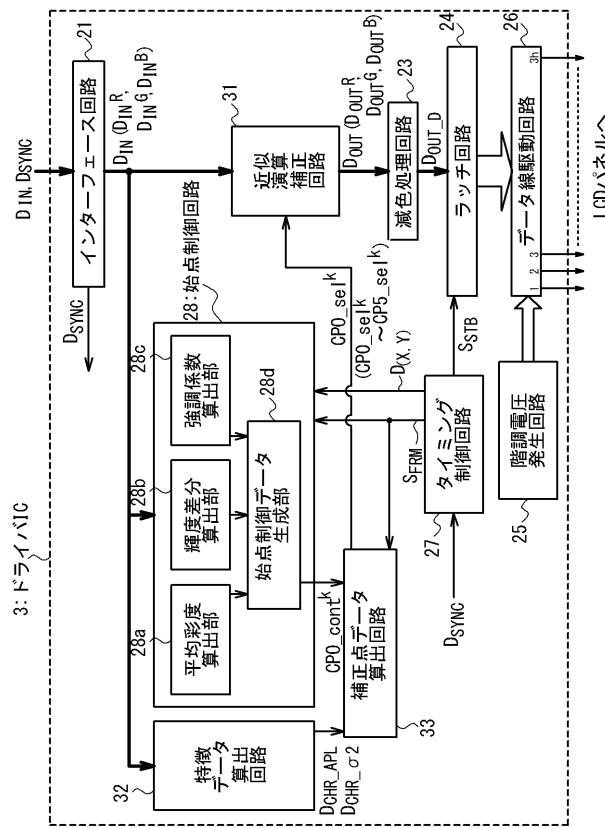
【図7】



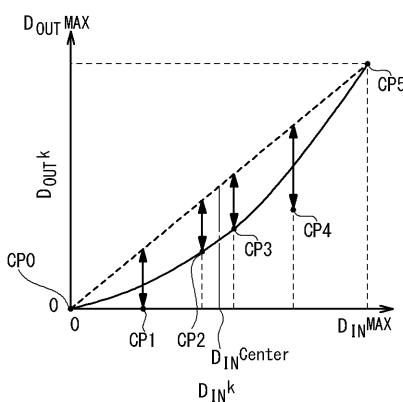
【図 8】



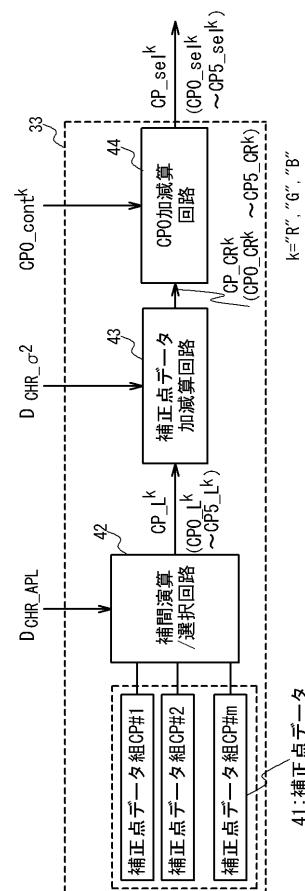
【図 9】



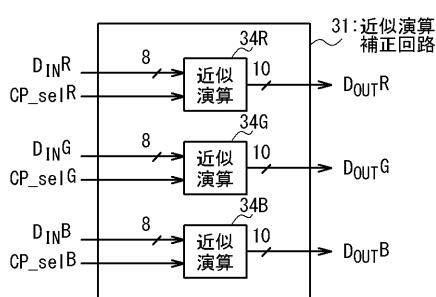
【図 10】



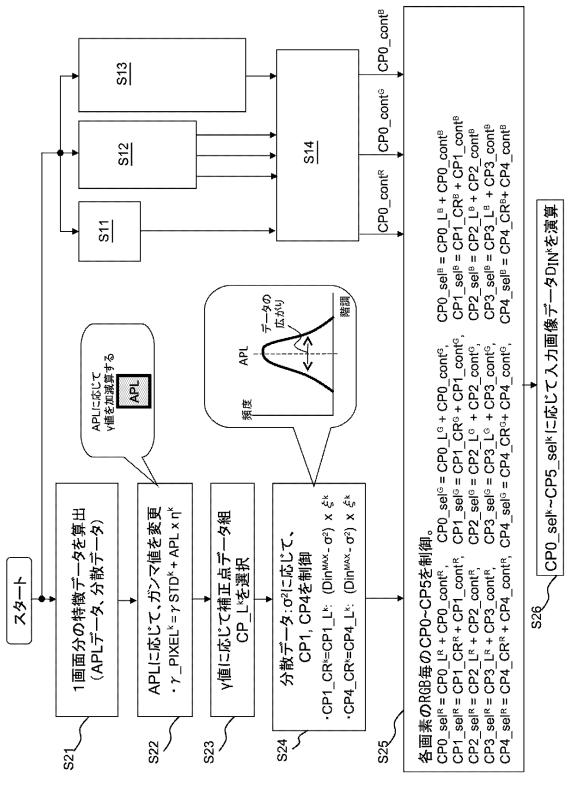
【図 12】



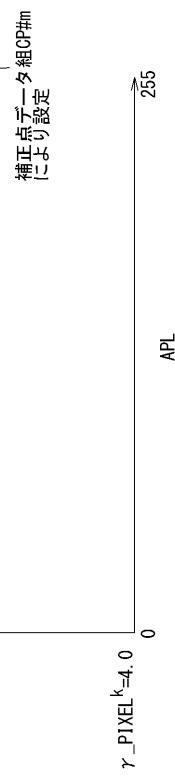
【図 11】



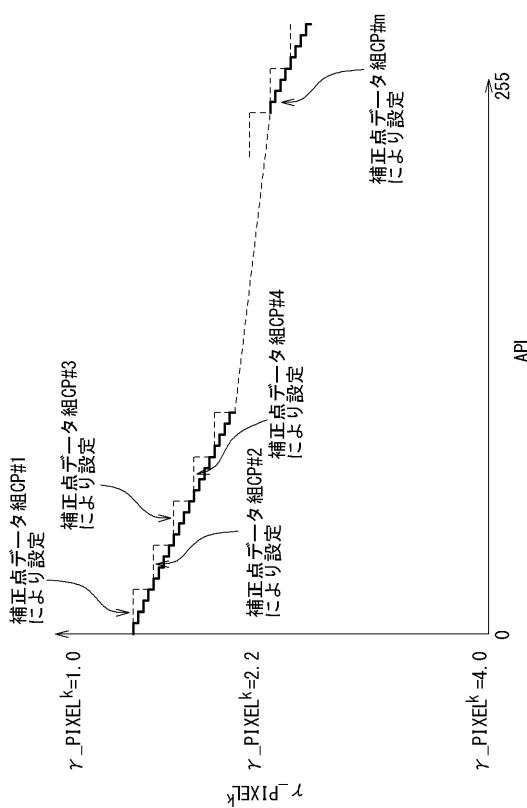
【図 1 3】



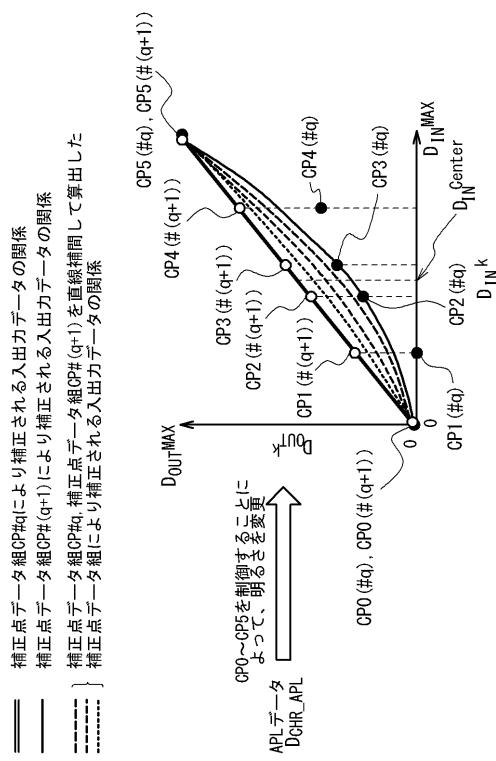
【図 1 4】



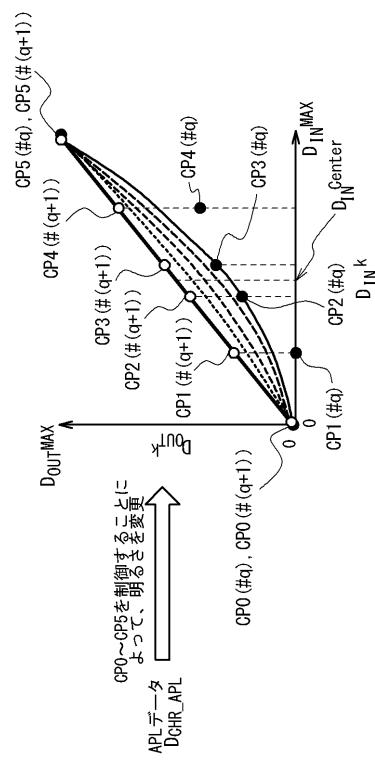
【図 1 5】



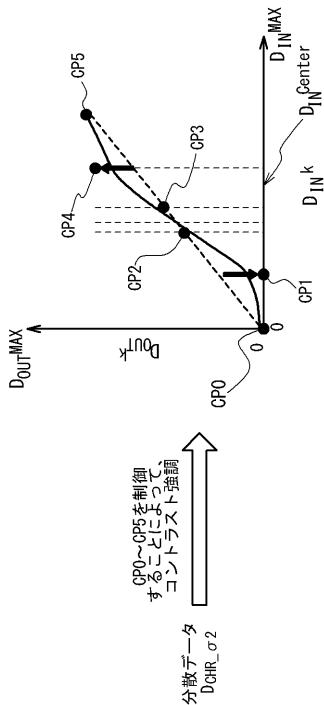
【図 1 6】



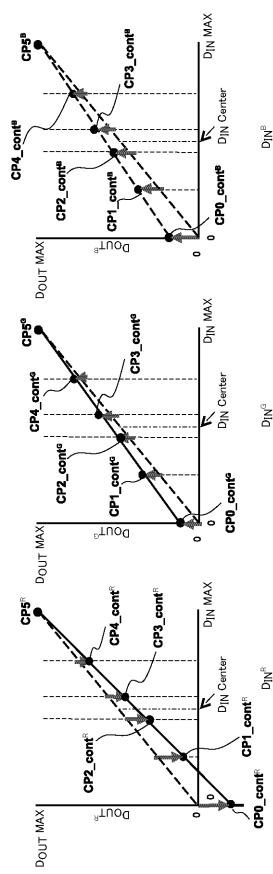
==== 補正点データ組 CP#q により補正される入出力データの関係
 ===== 補正点データ組 CP#(q+1) により補正される入出力データの関係
 ----- 補正点データ組 CP#(q-1) を直線時間して算出した
 - - - } 補正点データ組 CP#q により補正される入出力データの関係



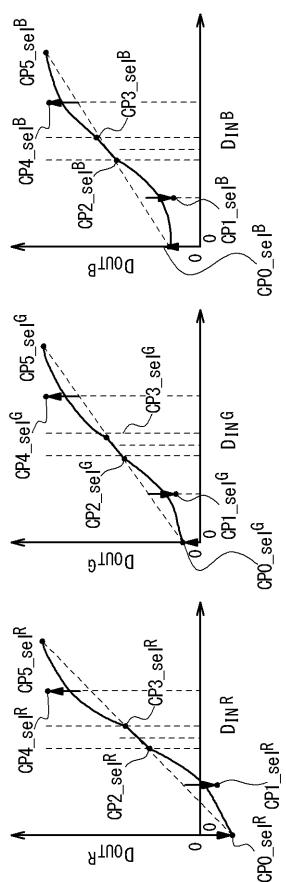
【図17】



【図18】



【図19】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.

F I

G 0 9 G	3/20	6 1 2 U
G 0 2 F	1/133	5 7 5
G 0 2 F	1/133	5 1 0

(72)発明者 杉山 明生

東京都小平市上水本町5丁目20番1号 株式会社ルネサスエスピードライバ内

審査官 西島 篤宏

(56)参考文献 特開2001-211339 (JP, A)

特開2009-237373 (JP, A)

特開2003-052050 (JP, A)

特開平02-081594 (JP, A)

特開平02-271793 (JP, A)

米国特許出願公開第2007/0273776 (US, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G 0 9 G 3 / 3 6

G 0 2 F 1 / 1 3 3

G 0 9 G 3 / 2 0