

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6309777号
(P6309777)

(45) 発行日 平成30年4月11日(2018.4.11)

(24) 登録日 平成30年3月23日(2018.3.23)

(51) Int.Cl.

G09G 3/36 (2006.01)
G09G 3/20 (2006.01)

F 1

G09G 3/36
G09G 3/20
G09G 3/20
G09G 3/20
G09G 3/20

請求項の数 9 (全 43 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号

特願2014-23874 (P2014-23874)

(22) 出願日

平成26年2月10日 (2014.2.10)

(65) 公開番号

特開2015-152644 (P2015-152644A)

(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 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

(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

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、及び、表示パネルの駆動方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

表示領域を有する表示パネルと、

入力画像データに応答して前記表示領域の各画素を駆動するドライバとを具備し、

前記表示領域には、複数のエリアが規定され、

前記ドライバは、

(1) 前記入力画像データに対して APL 算出用フィルタリング処理を行って APL 算出用輝度画像を表す APL 算出用画像データを生成し、

(2) 前記 APL 算出用画像データから、前記 APL 算出用輝度画像における前記複数のエリアのそれぞれの APL (average picture level) を示す第 1 APL データを含むエリア別特徴データを前記複数のエリアのそれぞれについて算出し、

(3) 前記各画素が配置されたエリア及びそれに隣接するエリアに対応する前記エリア別特徴データの前記第 1 APL データと前記各画素の位置とに依存し、前記各画素の近傍の領域の APL に対応する第 2 APL データを前記各画素について算出し、前記第 2 APL データを含む画素別特徴データを前記各画素について生成し、

(4) 前記各画素に対応する前記画素別特徴データに応じて決められたガンマカーブに従つた補正演算を行うことで前記各画素に対応する出力画像データを生成し、

(5) 前記各画素を、前記各画素に対応する前記出力画像データに応答して駆動するよう構成され、

10

20

前記表示領域の画素のうちの対象画素についての前記 APL 算出用フィルタリング処理は、前記入力画像データが表す原画像における前記対象画素の輝度の前記対象画素の周辺の画素の輝度からの変化が所定以下である場合に、前記 APL 算出用輝度画像における前記対象画素の輝度を特定の APL 算出用輝度代替値に設定する演算を含む表示装置。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の表示装置であって、

前記 APL 算出用フィルタリング処理では、前記対象画素の輝度の前記対象画素の周辺の画素の輝度からの変化に対応する変化係数を算出し、前記 APL 算出用輝度画像における前記対象画素の輝度が、前記 APL 算出用輝度代替値と、前記原画像における前記対象画素の輝度との第 1 重み付け平均として算出され、10

前記第 1 重み付け平均の算出において前記 APL 算出用輝度代替値に与えられる第 1 重み及び前記原画像における前記対象画素の輝度に与えられる第 2 重みが、前記変化係数に依存する

表示装置。

【請求項 3】

請求項 1 に記載の表示装置であって、

前記ドライバは、前記入力画像データに対して二乗平均データ算出用フィルタリング処理を行って二乗平均データ算出用輝度画像に対応する二乗平均データ算出用画像データを生成するように構成され、20

前記エリア別特徴データは、前記二乗平均データ算出用輝度画像における前記複数のエリアのそれぞれの輝度の二乗平均を示す二乗平均データを含み、

前記画素別特徴データは、前記各画素が配置されたエリア及びそれに隣接するエリアに対応する前記エリア別特徴データの前記二乗平均データと前記各画素の位置とに依存し、前記各画素の近傍の領域の輝度の分散に対応する第 1 分散データを含み、

前記ドライバは、前記各画素に対応する前記画素別特徴データの前記第 2 APL データに基づいて前記各画素について前記ガンマカーブのガンマ値を決定し、前記各画素に対応する前記画素別特徴データの前記第 1 分散データに基づいて前記各画素について決定された前記ガンマカーブの形状を修正し、形状が修正された前記ガンマカーブに従って前記補正演算を行うことで前記各画素に対応する前記出力画像データを生成し、30

前記対象画素についての前記二乗平均データ算出用フィルタリング処理は、前記原画像における前記対象画素の輝度の前記対象画素の周辺の画素の輝度からの変化が所定以下である場合に、前記対象画素の輝度を特定の二乗平均データ算出用輝度代替値に設定する演算を含む

表示装置。

【請求項 4】

請求項 2 に記載の表示装置であって、

前記ドライバは、前記入力画像データに対して二乗平均データ算出用フィルタリング処理を行って二乗平均データ算出用輝度画像に対応する二乗平均データ算出用画像データを生成するように構成され、40

前記エリア別特徴データは、前記二乗平均データ算出用輝度画像における前記複数のエリアのそれぞれの輝度の二乗平均を示す二乗平均データを含み、

前記画素別特徴データは、前記各画素が配置されたエリア及びそれに隣接するエリアに対応する前記エリア別特徴データの前記二乗平均データと前記各画素の位置とに依存し、前記各画素の近傍の領域の輝度の分散に対応する第 1 分散データを含み、

前記ドライバは、前記各画素に対応する前記画素別特徴データの前記第 2 APL データに基づいて、前記各画素について前記ガンマカーブのガンマ値を決定し、前記各画素に対応する前記画素別特徴データの前記第 1 分散データに基づいて前記各画素について決定された前記ガンマカーブの形状を修正し、形状が修正された前記ガンマカーブに従って前記補正演算を行うことで前記各画素に対応する前記出力画像データを生成し、50

前記対象画素についての前記二乗平均データ算出用フィルタリング処理は、前記原画像における前記対象画素の輝度の前記対象画素の周辺の画素の輝度からの変化が所定以下である場合に、前記対象画素の輝度を特定の二乗平均データ算出用輝度代替値に設定する演算を含む

表示装置。

【請求項 5】

請求項 4 に記載の表示装置であって、

前記二乗平均データ算出用フィルタリング処理では、前記二乗平均データ算出用輝度画像における前記対象画素の輝度が、前記二乗平均データ算出用輝度代替値と、前記原画像における前記対象画素の輝度との第 2 重み付け平均として算出され、

10

前記第 2 重み付け平均の算出において前記二乗平均データ算出用輝度代替値に与えられる第 3 重み及び前記原画像における前記対象画素の輝度に与えられる第 4 重みが、前記変化係数に依存する

表示装置。

【請求項 6】

請求項 4 又は 5 に記載の表示装置であって、

前記複数のエリアのそれぞれは、矩形であり、

前記ドライバは、前記複数のエリアの各頂点について、前記各頂点が属するエリアの前記エリア別特徴データの前記第 1 APL データに基づいて前記各頂点が属するエリアの APL の平均値を示す第 3 APL データを算出すると共に前記各頂点が属するエリアの前記エリア別特徴データの前記二乗平均データに基づいて前記各頂点が属するエリアの輝度の分散の平均を示す第 2 分散データを算出し、前記第 3 APL データと前記第 2 分散データを含むフィルタ処理後特徴データを生成し、

20

前記各画素に対応する前記画素別特徴データの前記第 2 APL データを、前記各画素が配置されたエリアに属する頂点に対応する前記フィルタ処理後特徴データの前記第 3 APL データに対し、前記各画素の前記各画素が配置されたエリアにおける位置に基づいた直線補間を行うことにより算出し、

前記各画素に対応する前記画素別特徴データの前記第 1 分散データを、前記各画素が配置されたエリアに属する頂点に対応する前記フィルタ処理後特徴データの前記第 2 分散データに対し、前記各画素の前記各画素が配置されたエリアにおける位置に基づいた直線補間を行うことにより算出する

30

表示装置。

【請求項 7】

表示パネルの表示領域の各画素を入力画像データに応答して駆動する表示パネルドライバであって、

前記入力画像データに対して APL 算出用フィルタリング処理を行って APL 算出用輝度画像を表す APL 算出用画像データを生成し、前記 APL 算出用輝度画像における、前記表示領域に規定された複数のエリアのそれぞれの APL (average picture level) を示す第 1 APL データを含むエリア別特徴データを前記 APL 算出用画像データから前記複数のエリアのそれぞれについて算出するエリア別特徴データ算出部と、

40

前記各画素が配置されたエリア及びそれに隣接するエリアに対応する前記エリア別特徴データの前記第 1 APL データと前記各画素の位置とに依存し、前記各画素の近傍の領域の APL に対応する第 2 APL データを前記各画素について算出し、前記第 2 APL データを含む画素別特徴データを前記各画素について生成する画素別データ算出部と、

前記各画素に対応する前記画素別特徴データに応じて決められたガンマカーブに従った補正演算を行うことで前記各画素に対応する出力画像データを生成する補正回路部と、

前記各画素を、前記各画素に対応する前記出力画像データに応答して駆動する駆動回路部とを具備し、

前記表示領域の画素のうちの対象画素についての前記 APL 算出用フィルタリング処理は、前記入力画像データが表す原画像における前記対象画素の輝度の前記対象画素の周辺

50

の画素の輝度からの変化が所定以下である場合に、前記 A P L 算出用輝度画像における前記対象画素の輝度を特定の A P L 算出用輝度代替値に設定する演算を含む
表示パネルドライバ。

【請求項 8】

請求項 7 に記載の表示パネルドライバであって、

前記 A P L 算出用フィルタリング処理では、前記対象画素の輝度の前記対象画素の周辺の画素の輝度からの変化に対応する変化係数を算出し、前記 A P L 算出用輝度画像における前記対象画素の輝度が、前記 A P L 算出用輝度代替値と、前記原画像における前記対象画素の輝度との第 1 重み付け平均として算出され、

前記第 1 重み付け平均の算出において前記 A P L 算出用輝度代替値に与えられる第 1 重み及び前記原画像における前記対象画素の輝度に与えられる第 2 重みが、前記変化係数に依存する

表示パネルドライバ。

【請求項 9】

請求項 7 に記載の表示パネルドライバであって、

前記エリア別特徴データ算出部は、前記入力画像データに対して二乗平均データ算出用フィルタリング処理を行って二乗平均データ算出用輝度画像に対応する二乗平均データ算出用画像データを生成し、

前記エリア別特徴データは、前記二乗平均データ算出用輝度画像における前記複数のエリアのそれぞれの輝度の二乗平均を示す二乗平均データを含み、

前記画素別特徴データは前記各画素が配置されたエリア及びそれに隣接するエリアに対応する前記エリア別特徴データの前記二乗平均データと前記各画素とに依存し、前記各画素の近傍の領域の輝度の分散に対応する第 1 分散データを含み、

前記補正回路部は、前記各画素に対応する前記画素別特徴データの前記第 2 A P L データに基づいて前記各画素について前記ガンマカーブのガンマ値を決定し、前記各画素に対応する前記画素別特徴データの前記第 1 分散データに基づいて前記各画素について決定された前記ガンマカーブの形状を修正し、形状が修正された前記ガンマカーブに従って前記補正演算を行うことで前記各画素に対応する前記出力画像データを生成し、

前記対象画素についての二乗平均データ算出用フィルタリング処理は、前記原画像における前記対象画素の輝度の前記対象画素の周辺の画素の輝度からの変化が所定以下である場合に、前記対象画素の輝度を特定の二乗平均データ算出用輝度代替値に設定する演算を含む

表示パネルドライバ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、表示装置、表示パネルドライバ、及び、表示パネルの駆動方法に関し、特に、画像データに対して補正演算を行うパネル表示装置、表示パネルドライバ、及び、表示パネルの駆動方法に関する。

【背景技術】

【0002】

自動コントラスト強調 (A C O : auto contrast optimization) は、液晶表示装置その他のパネル表示装置の表示品質を向上するために広く採用されている技術の一つである。例えば、バックライトの輝度の抑制が求められる状況において暗い画像のコントラストを強調することで、液晶表示装置の消費電力を低減しながら表示品質の劣化を抑制することができる。コントラスト強調は、例えば、画像データ (各画素の階調を指定するデータ) に対して補正演算を行うことによって行われる。コントラスト強調を行う技術については、例えば、特許文献 1 (特許第 4198720 号) に開示されている。

【0003】

10

20

30

40

50

現在、最も典型的に行われる自動コントラスト強調は、画面全体の画像データを分析し、全画素について共通の補正演算を行うことによって行われる。しかしながら、発明者の検討によれば、このような手法による自動コントラスト強調では、強調度を強くすると、画像の暗い領域又は明るい領域において表現可能な階調数が減少するという問題が発生し得る。強調度が強い場合、暗い領域においては、いわゆる黒つぶれ（即ち、本来的には階調表現で表示すべき画像要素が存在するにも関わらず、階調がほぼ均一な黒領域として表示される現象）が発生する可能性があり、また、明るい領域においては、いわゆる白つぶれが発生する可能性がある。

【0004】

このような問題に対応するための手法として、画像の各部分について異なる補正を行う局所コントラスト補正が知られている。局所コントラスト補正是、例えば、特許文献2（特開2001-245154号公報）に開示されている。特許文献2に開示された技術では、原画像の異なる領域間の小さなコントラスト差が維持される一方、原画像の異なる領域間の最大コントラスト差が制限される。

【0005】

局所コントラスト補正の一つの手法として、画像データにLPF (low pass filter) 処理を行って得られた画像と原画像との差分に応じて画像の各位置のコントラスト補正を行う技術が知られている。このような技術は、例えば、特許文献3～5（特開2008-263475号公報、特開平7-170428号公報、特表2008-511048号公報）に開示されている。しかしながら、LPF処理を用いるこの手法では、LPF処理によって得られた画像を保存するメモリが必要であり、回路規模の増大の問題が生じる。

【0006】

局所コントラスト補正の他の手法としては、画像に複数のエリアを規定し、各エリアの画像特性に応じて各エリアの画素のコントラスト補正を行う技術が知られている。このような技術は、例えば、特許文献6、7（特開2001-113754号公報、特開2010-278937号公報）に知られている。これらの特許文献に開示された技術では、各エリアの画素の入力画像データと補正後画像データ（入力画像データに対してコントラスト補正を行うことによって得られる画像データ）の間の入出力関係を、該エリアの画像特性に応じて設定することで、各エリアについて最適なコントラスト補正が行われる。

【0007】

画像に規定された複数のエリアのそれぞれの画像特性に応じてコントラスト補正を行う技術を使用すると、エリアの境界付近において表示画像に不連続性が発生し得る。このような表示画像の不連続性は、ブロックノイズとして観察されることになり、好ましくない。

【0008】

特許文献7（特開2010-278937号公報）に開示された技術では、このような表示画像の不連続性を解消するために、入力画像データと補正後画像データの間の入出力関係を連続的に変化させている（例えば、図1参照）。

【0009】

しかしながら、入力画像データと補正後画像データの間の入出力関係を連続的に変化させる技術では、エッジの境界の近傍で同一色の領域を含む画像（例えば、ウィンドウ表示の画像）を表示させる場合にハロー現象が発生することがある。

【0010】

図1は、ハロー現象が発生する場合の例を示す概念図である。図1は、各エリアのAPL (average picture level) に応じてコントラスト補正に用いられるガンマカーブのガンマ値を決定する技術が採用される例におけるハロー現象の発生について示している。ガンマカーブは、入力画像データと補正後画像データの間の入出力関係を示すカーブであることに留意されたい。

【0011】

例えば、図1に図示されているように、画像が2行2列のエリアに分割される場合に、

10

20

30

40

50

輝度が 200 である同一色の領域と、輝度が 20 である同一色の領域とを含む画像の入力画像データが与えられ、2 行 2 列のエリアの APL が、それぞれ、155、110、110、20 と算出されたとする。APL が 150 であるエリアの位置 A についてガンマ値が

_A と決定され、APL が 110 であるエリアの位置 B についてガンマ値が _B と決定される場合、入力画像データと補正後画像データの間の入出力関係を連続的に変化させる技術では、位置 A、B の間の位置については、ガンマ値が、_A、_B の間で連続的に変化するように決定されることになる。しかしながら、ガンマ値が異なると、入力画像データに示される各色の階調が同一であっても、最終的に出力される各色の階調が異なる結果となる。これは、ハロー現象として観察されることになる。

【0012】

10

図 2 は、ハロー現象が発生した画像を概念的に示す図である。原画像（図 2 (a)）が、色が均一なバックグラウンド 101 に、色が均一な矩形のウインドウ 102 が重ねられた画像であったとする。この場合、コントラスト補正後の画像（図 2 (b)）も、色が均一なバックグラウンド 101 に、色が均一な矩形のウインドウ 102 が重ねられた画像として表示されることが望ましい。しかしながら、入力画像データと補正後画像データの間の入出力関係を連続的に変化させる技術を採用すると、図 2 (c) に図示されているように、矩形のウインドウ 102 の境界の周辺に階調変化が現れるハロー現象が観察されることになる。

【0013】

20

このように、画像に規定された複数のエリアのそれぞれの画像特性に応じてコントラスト補正を行う場合に、エリアの境界付近において表示画像に不連続性が発生することを抑制しながら、ハロー現象の発生も抑制できる技術が提供されることには、技術的なニーズが存在する。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0014】

【特許文献 1】特許第 4198720 号

【特許文献 2】特開 2001-245154 号公報

【特許文献 3】特開 2008-263475 号公報

【特許文献 4】特開平 7-170428 号公報

30

【特許文献 5】特表 2008-511048 号公報

【特許文献 6】特開 2001-113754 号公報

【特許文献 7】特開 2010-278937 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0015】

したがって、本発明の目的は、画像に規定された複数のエリアのそれぞれの画像特性に応じてコントラスト補正を行う場合に、エリアの境界付近において表示画像に不連続性が発生することを抑制しながら、ハロー現象の発生も抑制できる技術を提供することにある。

40

【課題を解決するための手段】

【0016】

本発明の一の観点では、表示装置が、表示領域を有する表示パネルと、入力画像データに応答して表示領域の各画素を駆動するドライバとを具備する。表示パネルの表示領域には、複数のエリアが規定される。ドライバは、入力画像データに対して APL 算出用フィルタリング処理を行って APL 算出用輝度画像に対応する APL 算出用画像データを生成し、APL 算出用画像データから、APL 算出用輝度画像における複数のエリアのそれぞれの APL (average picture level) を示す第 1 APL データを含むエリア別特徴データを複数のエリアのそれぞれについて算出するように構成されている。該ドライバは、更に、各画素が配置されたエリア及びそれに隣接するエリアに対応するエリア別特徴データ

50

の第1A P Lデータと各画素の位置とに依存する第2A P Lデータを算出し、前記第2A P Lデータを含む画素別特徴データを各画素について生成するように構成されている。該ドライバは、更に、各画素に対応する画素別特徴データの第2A P Lデータに応じた補正演算を行うことで各画素に対応する出力画像データを生成し、各画素を、各画素に対応する出力画像データに応答して駆動するように構成されている。表示領域の画素のうちの対象画素についてのA P L算出用フィルタリング処理は、入力画像データの輝度画像における対象画素の輝度の対象画素の周辺の画素の輝度からの変化に応じて、対象画素の輝度を特定のA P L算出用輝度代替値に設定する演算を含む。

【0017】

好適な一実施形態では、ドライバは、入力画像データに対して二乗平均データ算出用フィルタリング処理を行って二乗平均データ算出用輝度画像に対応する二乗平均データ算出用画像データを生成するように構成されている。この場合、エリア別特徴データは、二乗平均データ算出用輝度画像における複数のエリアのそれぞれの輝度の二乗平均を示す二乗平均データを含み、画素別特徴データは、各画素が配置されたエリア及びそれに隣接するエリアに対応するエリア別特徴データの二乗平均データと各画素の位置とに依存する分散データを含む。ドライバは、各画素に対応する画素別特徴データの第2A P Lデータに基づいて、各画素についてガンマカーブのガンマ値を決定し、各画素に対応する画素別特徴データの分散データに基づいて各画素について決定されたガンマカーブの形状を修正するように構成されている。表示領域の画素のうちの対象画素についての二乗平均データ算出用フィルタリング処理は、入力画像データの輝度画像における対象画素の輝度の対象画素の周辺の画素の輝度からの変化に応じて、対象画素の輝度を特定の二乗平均データ算出用輝度代替値に設定する演算を含む。10

【0018】

本発明の他の観点では、表示パネルの表示領域の各画素を入力画像データに応答して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A P L算出用フィルタリング処理を行ってA P L算出用輝度画像に対応するA P L算出用画像データを生成し、A P L算出用輝度画像における、表示領域に規定された複数のエリアのそれぞれのA P L (average picture level) を示す第1A P Lデータを含むエリア別特徴データをA P L算出用画像データから複数のエリアのそれぞれについて算出するエリア別特徴データ算出部と、各画素が配置されたエリア及びそれに隣接するエリアに対応するエリア別特徴データの第1A P Lデータと各画素の位置とに依存する第2A P Lデータを算出し、該第2A P Lデータを含む画素別特徴データを各画素について生成する画素別データ算出部と、各画素に対応する画素別特徴データの第2A P Lデータに応じた補正演算を行うことで各画素に対応する出力画像データを生成する補正回路部と、各画素を、各画素に対応する出力画像データに応答して駆動する駆動回路部とを具備する。表示領域の画素のうちの対象画素についてのA P L算出用フィルタリング処理は、入力画像データの輝度画像における対象画素の輝度の対象画素の周辺の画素の輝度からの変化に応じて、対象画素の輝度を特定のA P L算出用輝度代替値に設定する演算を含む。20

【0019】

好適な一実施形態では、エリア別特徴データ算出部は、入力画像データに対して二乗平均データ算出用フィルタリング処理を行って二乗平均データ算出用輝度画像に対応する二乗平均データ算出用画像データを生成する。エリア別特徴データは、二乗平均データ算出用輝度画像における複数のエリアのそれぞれの輝度の二乗平均を示す二乗平均データを含む。画素別特徴データは、各画素が配置されたエリア及びそれに隣接するエリアに対応するエリア別特徴データの二乗平均データと各画素の位置とに依存する分散データを含む。補正回路部は、各画素に対応する画素別特徴データの第2A P Lデータに基づいて、各画素についてガンマカーブのガンマ値を決定し、各画素に対応する画素別特徴データの分散データに基づいて各画素について決定されたガンマカーブの形状を修正する。表示領域の画素のうちの対象画素についての二乗平均データ算出用フィルタリング処理は、入力画像データの輝度画像における対象画素の輝度の対象画素の周辺の画素の輝度からの変化に応じて、対象画素の輝度を特定のA P L算出用輝度代替値に設定する演算を含む。30

40

50

じて、対象画素の輝度を特定の二乗平均データ算出用輝度代替値に設定する演算を含む。

【0020】

本発明の更に他の観点では、表示パネルの表示領域の各画素を入力画像データに応答して駆動する表示パネルの駆動方法が提供される。該駆動方法は、入力画像データに対して APL 算出用フィルタリング処理を行って APL 算出用輝度画像に対応する APL 算出用画像データを生成するステップと、APL 算出用輝度画像における、表示領域に規定された複数のエリアのそれぞれの APL (average picture level) を示す第 1 APL データを含むエリア別特徴データを APL 算出用画像データから複数のエリアのそれについて算出するステップと、各画素が配置されたエリア及びそれに隣接するエリアに対応するエリア別特徴データの第 1 APL データと各画素の位置とに依存する第 2 APL データを算出し、第 2 APL データを含む画素別特徴データを各画素について生成するステップと、各画素に対応する画素別特徴データの第 2 APL データに応じた補正演算を行うことで各画素に対応する出力画像データを生成するステップと、各画素を、各画素に対応する出力画像データに応答して駆動するステップとを具備する。表示領域の画素のうちの対象画素についての APL 算出用フィルタリング処理は、入力画像データの輝度画像における対象画素の輝度の対象画素の周辺の画素の輝度からの変化に応じて、対象画素の輝度を特定の APL 算出用輝度代替値に設定する演算を含む。
10

【0021】

好適な一実施形態では、該駆動方法は、更に、入力画像データに対して二乗平均データ算出用フィルタリング処理を行って二乗平均データ算出用輝度画像に対応する二乗平均データ算出用画像データを生成するステップを具備する。この場合、エリア別特徴データは、二乗平均データ算出用輝度画像における複数のエリアのそれぞれの輝度の二乗平均を示す二乗平均データを含み、画素別特徴データは、各画素が配置されたエリア及びそれに隣接するエリアに対応するエリア別特徴データの二乗平均データと各画素の位置とに依存する分散データを含む。出力画像データを生成するステップでは、各画素に対応する画素別特徴データの第 2 APL データに基づいて、各画素についてガンマカーブのガンマ値を決定し、各画素に対応する画素別特徴データの分散データに基づいて各画素について決定されたガンマカーブの形状を修正する。表示領域の画素のうちの対象画素についての二乗平均データ算出用フィルタリング処理は、入力画像データの輝度画像における対象画素の輝度の対象画素の周辺の画素の輝度からの変化に応じて、対象画素の輝度を特定の二乗平均データ算出用輝度代替値に設定する演算を含む。
20
30

【発明の効果】

【0022】

本発明によれば、画像に規定された複数のエリアのそれぞれの画像特性に応じてコントラスト補正を行う場合に、エリアの境界付近において表示画像に不連続性が発生することを抑制しながら、ハロー現象の発生も抑制できる。

【図面の簡単な説明】

【0023】

【図 1】各エリアの APL (average picture level) に応じてコントラスト補正に用いられるガンマカーブのガンマ値を決定する技術が採用される例におけるハロー現象の発生を説明する図である。
40

【図 2】ハロー現象が発生した画像を概念的に示す図である。

【図 3】本発明の一実施形態のパネル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】本実施形態のドライバ I C の構成の例を示すブロック図である。

【図 6】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 7】本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 8】LCD パネルの表示領域に規定されるエリア、及び、各エリアについて算出されたエリア別特徴データの内容を説明する図である。
50

【図9】本実施形態におけるエリア別特徴データ算出部の好適な構成の一例を示すブロック図である。

【図10】本実施形態における画素別特徴データ算出部の好適な構成の一例を示すブロック図である。

【図11】本実施形態におけるフィルタ処理後特徴データの内容を説明する図である。

【図12】本実施形態における補正点データ算出回路の好適な構成の例を示すブロック図である。

【図13】本実施形態における、入力画像データに対する補正演算の手順を示すフローチャートである。

【図14】A P L 算出用フィルタリング処理及び二乗平均データ算出用フィルタリング処理の概念を示す図である。 10

【図15】A P L 算出用フィルタリング処理及び二乗平均データ算出用フィルタリング処理によるハロー現象の抑制の一例を示す図である。

【図16】A P L 算出用フィルタリング処理及び二乗平均データ算出用フィルタリング処理において用いられる変化係数 の決定について概念的に説明する図である。

【図17】マトリックスフィルタを用いて変化係数 を算出する手順の例を示す図である。

【図18】マトリックスフィルタを用いて変化係数 を算出する手順の他の例を示す図である。

【図19】本実施形態における画素別特徴データの算出方法を示す概念図である。 20

【図20】一実施形態における、A P L _ P I X E L (y , x) 、 _ P I X E 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。

【図21】他の実施形態における、A P L _ P I X E L (y , x) 、 _ P I X E 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。

【図22】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。

【図23】補正点データ組 C P _ L ^k を、分散データ ² _ P I X E L (y , x) 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。

【発明を実施するための形態】

【0024】

図3は、本発明の一実施形態のパネル表示装置の構成を示すブロック図である。本実施形態のパネル表示装置は、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。

【0025】

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。 40

【0026】

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

50

30

40

50

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 3 h 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。

【0027】

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 (thin film transistor) 12 と、画素電極 13 とを備えている。TFT 11 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。

【0028】

図 3 に戻り、ドライバ I C 3 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_{GICP} 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。以下において、入力画像データ D_{IN} のうち、R 副画素 11 R の階調を示すデータを入力画像データ 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 11 G の階調を示すデータを入力画像データ D_{IN}^G と記載し、B 副画素 11 B の階調を示すデータを入力画像データ D_{IN}^B と記載することがある。また、同期データ D_{SYNC} は、ドライバ I C 3 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 I C 3 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_{GICP} の生成は、同期データ D_{SYNC} に応答して行われる。ドライバ I C 3 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。

【0029】

図 5 は、ドライバ I C 3 の構成の例を示すブロック図である。ドライバ I C 3 は、インターフェース回路 21 と、近似演算補正回路 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、特徴データ算出回路 28 と、補正点データ算出回路 29 とを備えている。

【0030】

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} を近似演算補正回路 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。

【0031】

近似演算補正回路 22 は、補正点データ算出回路 29 から送られてくる補正点データ組 $C_P_se1^k$ によって指定されたガンマカーブに従った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。以下において、出力画像データ D_{OUT} のうち、R 副画素 11 R の階調を示すデータを出力画像データ 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 11 G の階調を示すデータを出力画像データ D_{OUT}^G と記載し、B 副画素 11 B の階調を示すデータを出力画像データ D_{OUT}^B と記載する。

像データ D_{OUT}^B と記載することがある。

【0032】

出力画像データ D_{OUT} は、入力画像データ D_{IN} よりも多いビット数を有するデータである。出力画像データ D_{OUT} のビット数を入力画像データ D_{IN} より多くすることは、補正演算によって画素の階調の情報が失われないために有効である。入力画像データ D_{IN} が各画素 9 の各副画素 11 の階調を 8 ビットで表わすデータである本実施形態では、出力画像データ D_{OUT} は、例えば、各画素 9 の各副画素 11 の階調を 10 ビットで表わすデータとして生成される。

【0033】

ガンマ補正は、最も典型的には、LUT (lookup table) を用いて実行されるが、本実施形態の近似演算補正回路 22 によって行われる補正演算では、LUT を用いずに演算式が用いられる。近似演算補正回路 22 から LUT を排除することは、近似演算補正回路 22 の回路規模を小さくし、更に、ガンマ値を切り換えるのに必要な消費電力を低減させるために有効である。ただし、近似演算補正回路 22 による補正演算では、ガンマ補正を厳密に行う厳密式ではなく近似式が用いられる。近似演算補正回路 22 は、ガンマ補正に使用される近似式の係数を、所望のガンマカーブに応じて決定し、これにより、所望のガンマ値によるガンマ補正を行う。厳密式によってガンマ補正を行うためには、べき乗の演算を行う必要があり、これは、回路規模を増大させる。本実施形態では、べき乗を含まない近似式によってガンマ補正を行うことにより、回路規模が小さくされている。

【0034】

近似演算補正回路 22 による補正演算におけるガンマカーブの形状は、補正点データ算出回路 29 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、R 副画素 11 R、G 副画素 11 G、B 副画素 11 B について異なるガンマ値を用いて補正演算を行うことを可能にするために、本実施形態では、R 副画素 11 R、G 副画素 11 G、B 副画素 11 B それぞれについて補正点データ組が供給される。補正点データ組 CP_sel^R は、R 副画素 11 R に対応する入力画像データ D_{IN}^R の補正演算に用いられる。同様に、補正点データ組 CP_sel^G は、G 副画素 11 G に対応する入力画像データ D_{IN}^G の補正演算に用いられ、補正点データ組 CP_sel^B は、B 副画素 11 B に対応する入力画像データ D_{IN}^B の補正演算に用いられる。

【0035】

図 6 は、各補正点データ組 CP_sel^k 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の内容を示している。各補正点データ組 CP_sel^k は、補正点データ $CP_0 \sim CP_5$ を含んでいる。補正点データ $CP_0 \sim CP_5$ 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として定義される。ここで、補正点データ CP_0 、 CP_5 は、ガンマカーブの両端の位置にある。補正点データ CP_2 、 CP_3 は、ガンマカーブの中央付近の位置にある。また、補正点データ CP_1 は、補正点データ CP_0 、 CP_2 の間の位置にあり、補正点データ CP_4 は、補正点データ CP_3 、 CP_5 の間の位置にある。補正点データ $CP_1 \sim CP_4$ の位置を適切に決定することにより、ガンマカーブの形状が指定される。

【0036】

例えば、図 6 に示されているように、補正点データ $CP_1 \sim CP_4$ の位置を、ガ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 22 においては、補正点データ組 CP_sel^k に含まれる補正点データ $CP_0 \sim CP_5$ により指定される形状のガンマカーブによるガンマ補正が行われて出力画像データ D_{OUT}^k が生成される。

【0037】

図 7 は、近似演算補正回路 22 の構成の例を示すブロック図である。近似演算補正回路 22 は、R 副画素 11 R、G 副画素 11 G、B 副画素 11 B についてそれぞれ用意された

10

20

30

40

50

近似演算ユニット 22R、22G、22B を備えている。近似演算ユニット 22R、22G、22B は、それぞれ、入力画像データ D_{IN}^R 、 D_{IN}^G 、及び D_{IN}^B について演算式によるガンマ補正を行い、出力画像データ D_{OUT}^R 、 D_{OUT}^G 、及び D_{OUT}^B を生成する。上述のように、出力画像データ D_{OUT}^R 、 D_{OUT}^G 、及び D_{OUT}^B のビット数は、入力画像データ D_{IN}^R 、 D_{IN}^G 、及び D_{IN}^B のビット数よりも多く、10 ビットである。

【0038】

近似演算ユニット 22R 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_sel^R の補正点データ $CP_0 \sim CP_5$ によって決定される。同様に、近似演算ユニット 22G、22B 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_sel^G 、 CP_sel^B の補正点データ $CP_0 \sim CP_5$ によって決定される。
10

【0039】

近似演算ユニット 22R、22G、22B の機能は、それに入力される入力画像データと補正点データ組が異なること以外は同一である。

【0040】

図 5 に戻り、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、近似演算補正回路 22 から出力される出力画像データ D_{OUT} 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、近似演算補正回路 22 によって生成された出力画像データ D_{OUT} に対して減色処理を行い、減色画像データ D_{OUT_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_{STB} に応答して減色画像データ D_{OUT_D} 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_{OUT_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 256 ($= 2^8$) 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_{OUT_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_{OUT_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。
20
30

【0041】

タイミング制御回路 27 は、同期データ D_{SYNC} 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_{SYNC} に応答してラッチ信号 S_{STB} を生成し、生成したラッチ信号 S_{STB} をラッチ回路 24 に供給する。ラッチ信号 S_{STB} は、減色画像データ D_{OUT_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_{SYNC} に応答してフレーム信号 S_{FRM} を生成し、生成したフレーム信号 S_{FRM} を特徴データ算出回路 28 及び補正点データ算出回路 29 に供給する。ここで、フレーム信号 S_{FRM} は、各フレーム期間の開始を特徴データ算出回路 28 及び補正点データ算出回路 29 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_{FRM} としては、同期データ D_{SYNC} に応答して生成される垂直同期信号 V_{SYNC} 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_{IN} 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_{SYNC} から生成し、特徴データ算出回路 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_{IN} が特徴データ算出回路 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 から特徴データ算出回路 28 に供給される。
40

【0042】

特徴データ算出回路 28、及び、補正点データ算出回路 29 は、入力画像データ D_{IN} に応答して補正点データ組 CP_sel^R 、 CP_sel^G 、 CP_sel^B を生成し、
50

生成した補正点データ組 CP_sel^R 、 CP_sel^G 、 CP_sel^B を近似演算補正回路 22 に供給する回路部を構成している。

【0043】

詳細には、特徴データ算出回路 28 は、エリア別特徴データ算出部 28a と画素別特徴データ算出部 28b を備えている。エリア別特徴データ算出部 28a は、LCD パネル 2 の表示領域 5 を区分して定義された複数のエリアのそれぞれについてエリア別特徴データ D_{CHR_AREA} を算出する回路である。図 8 は、表示領域 5 に規定されるエリアを説明する図である。

【0044】

LCD パネル 2 の表示領域 5 は、複数のエリアに区分される。図 8 の例では、表示領域 5 が 6 行 6 列に配置された 36 個の矩形のエリアに区分されている。以下において、表示領域 5 の各エリアは、“A(N, M)”で参照されることがある。ここで、N は、エリアが位置する行を示すインデックスであり、M は、エリアが位置する列を示すインデックスである。図 8 の例では、N、M は、いずれも、0 以上 5 以下の整数である。LCD パネル 2 が、 1920×1080 画素の表示領域 5 を有するように構成されている場合、各エリアの X 軸方向の画素 9 の数 (X 軸方向画素数) X_{area} は、 $320 (= 1920 / 6)$ であり、Y 軸方向の画素 9 の数 (Y 軸方向画素数) Y_{area} は、 $180 (= 1080 / 6)$ である。また、各エリアに含まれる画素 9 の数 (エリア全画素数) $Data_Count$ は、 $57600 (= 1920 / 6 \times 1080 / 6)$ である。

【0045】

エリア別特徴データ D_{CHR_AREA} とは、入力画像データ D_{IN} の画像に対して所定のフィルタリング処理を行って得られる画像の各エリアにおける特徴量を示すデータである。本実施形態では、各補正点データ組 CP_sel^k をエリア別特徴データ D_{CHR_AREA} に応じて生成し、生成した補正点データ組 CP_sel^k で指定されたガンマカーブに従った補正演算 (ガンマ補正) を行うことにより、各エリア毎に適正なコントラスト強調が行われる。

【0046】

ここで、エリア別特徴データ算出部 28a によって算出されるエリア別特徴データ D_{CHR_AREA} は、入力画像データ D_{IN} から直接算出されるのではなく、入力画像データ D_{IN} に対してフィルタリング処理を行うことで得られる画像データから算出されることに留意されたい。エリア別特徴データ D_{CHR_AREA} の内容や生成方法については、後に詳細に説明する。

【0047】

図 5 に戻り、画素別特徴データ算出部 28b は、エリア別特徴データ算出部 28a から受け取ったエリア別特徴データ D_{CHR_AREA} から画素別特徴データ D_{CHR_PIXEL} を算出する。画素別特徴データ D_{CHR_PIXEL} は、表示領域 5 の画素 9 のそれぞれについて算出されるデータであり、ある画素 9 の画素別特徴データ D_{CHR_PIXEL} は、該画素 9 が属するエリアについて算出されたエリア別特徴データ D_{CHR_AREA} と、該エリアの周辺に位置するエリア (該エリアに隣接するエリア) について算出されたエリア別特徴データ D_{CHR_AREA} とに基づいて算出される。これは、ある画素 9 の画素別特徴データ D_{CHR_PIXEL} が、該画素 9 の近傍の領域に表示される画像の特徴量を示すデータであることを意味している。画素別特徴データ D_{CHR_PIXEL} の内容や生成方法については、後に詳細に説明する。

【0048】

補正点データ算出回路 29 は、画素別特徴データ算出部 28b から受け取った画素別特徴データ D_{CHR_PIXEL} に応答して補正点データ組 CP_sel^R 、 CP_sel^G 、 CP_sel^B を生成し、生成した補正点データ組 CP_sel^R 、 CP_sel^G 、 CP_sel^B を近似演算補正回路 22 に供給する。この補正点データ算出回路 29 と近似演算補正回路 22 とは、画素別特徴データ D_{CHR_PIXEL} に応答して入力画像データ D_{IN} を補正して出力画像データ D_{OUT} を生成する補正回路部を構成している。

10

20

30

40

50

【0049】

図8は、エリア別特徴データ $D_{C H R_A R E A}$ を算出するエリア別特徴データ算出部28aの好適な構成の一例を示すブロック図である。一実施形態では、エリア別特徴データ算出部28aは、変化率フィルタ30と、APL算出回路31と、変化率フィルタ32と、二乗平均データ算出回路33と、特徴データ計算結果格納メモリ34と、エリア別特徴データ格納メモリ35とを備えている。

【0050】

変化率フィルタ30は、入力画像データ $D_{I N}$ (各画素9のR副画素11R、G副画素11G、B副画素11Bの階調を記述している)に対して色空間の変換(例えば、RGB-YUV変換や、RGB-YCbCr変換)を行って各画素9の輝度を算出し、更に、フィルタリング処理を行うことによって、APL算出用画像データ $D_{F I L T E R_A P L}$ を生成する。APL算出用画像データ $D_{F I L T E R_A P L}$ は、各エリアのAPLの算出に使用される画像データであり、各画素9の輝度を示している。このとき、変化率フィルタ30は、変化率フィルタ30に供給された入力画像データ $D_{I N}$ がどの画素9に対応するかを、タイミング制御回路27から供給されたフレーム信号 $S_{F R M}$ 及び座標データ $D(X, Y)$ から認識する。

【0051】

APL算出回路31は、APL算出用画像データ $D_{F I L T E R_A P L}$ から各エリアのAPL(N, M)を算出する。このとき、APL算出回路31は、APL算出回路31に供給されたAPL算出用画像データ $D_{F I L T E R_A P L}$ がどの画素9に対応するかを、タイミング制御回路27から供給されたフレーム信号 $S_{F R M}$ 及び座標データ $D(X, Y)$ から認識する。

【0052】

一方、変化率フィルタ32は、入力画像データ $D_{I N}$ に対して色空間の変換を行って各画素9の輝度を算出し、更に、フィルタリング処理を行うことにより、二乗平均データ算出用画像データ $D_{F I L T E R_Y_2}$ を生成する。二乗平均データ算出用画像データ $D_{F I L T E R_Y_2}$ は、各エリアの画素9の輝度の二乗平均の算出に使用される画像データであり、APL算出用画像データ $D_{F I L T E R_A P L}$ と同様に、各画素9の輝度を示している。このとき、変化率フィルタ32は、変化率フィルタ32に供給された入力画像データ $D_{I N}$ がどの画素9に対応するかを、タイミング制御回路27から供給されたフレーム信号 $S_{F R M}$ 及び座標データ $D(X, Y)$ から認識する。なお、変化率フィルタ30、32のうち、入力画像データ $D_{I N}$ に対して色空間の変換を行って各画素9の輝度を算出する回路部分は共有されてもよい。

【0053】

二乗平均データ算出回路33は、二乗平均データ算出用画像データ $D_{F I L T E R_Y_2}$ から各エリアの画素9の輝度の二乗平均を示す二乗平均データ $\langle Y^2 \rangle (N, M)$ を算出する。このとき、二乗平均データ算出回路33は、二乗平均データ算出回路33に供給された二乗平均データ算出用画像データ $D_{F I L T E R_Y_2}$ がどの画素9に対応するかを、タイミング制御回路27から供給されたフレーム信号 $S_{F R M}$ 及び座標データ $D(X, Y)$ から認識する。

【0054】

以下では、変化率フィルタ30、32で行われるフィルタリング処理を区別するために、変化率フィルタ30で行われるフィルタリング処理をAPL算出用フィルタリング処理(第1のフィルタリング処理)、変化率フィルタ32で行われるフィルタリング処理を二乗平均データ算出用フィルタリング処理(第2のフィルタリング処理)と呼ぶ。後に議論するように、変化率フィルタ30、32で行われるAPL算出用フィルタリング処理、二乗平均データ算出用フィルタリング処理は、エリアの境界付近において表示画像に不連続性が発生することを抑制しながら、ハロー現象の発生を抑制するために重要である。

【0055】

この定義にしたがえば、APL算出回路31は、入力画像データ $D_{I N}$ の輝度画像に対

10

20

30

40

50

して APL 算出用フィルタリング処理を行うことによって得られる画像（以下、「APL 算出用輝度画像」ということがある。）の各エリアの APL を算出する回路である。以下において、エリア A (N, M) について算出された APL を APL (N, M) と表記することがある。APL 算出用画像データ D_{FILTER_APL} の各エリアの APL は、各エリアの画素 9 の輝度の平均値として算出される。

【0056】

一方、二乗平均データ算出回路 33 は、入力画像データ D_{IN} の輝度画像に対して二乗平均データ算出用フィルタリング処理を行うことによって得られる画像（以下、「二乗平均データ算出用輝度画像」ということがある。）の各エリアの画素 9 の輝度の二乗平均を算出する回路である。エリア A (N, M) について算出された輝度の二乗平均を、Y² (N, M) と表記することがある。
10

【0057】

本実施形態では、エリア別特徴データ D_{CHR_AREA} に示される特徴量として、APL 算出用輝度画像の各エリアの APL と、二乗平均データ算出用輝度画像の各エリアにおける輝度の二乗平均が採用される。即ち、エリア別特徴データ D_{CHR_AREA} は、APL 算出用輝度画像の各エリアの APL を示す APL データと、二乗平均データ算出用輝度画像の各エリアにおける輝度の二乗平均を示す二乗平均データと含んでいる。

【0058】

特徴データ計算結果格納メモリ 34 は、APL 算出回路 31 及び二乗平均データ算出回路 33 によって算出されたエリア別特徴データ D_{CHR_AREA} の APL データ及び二乗平均データを順次に受け取って保存する。特徴データ計算結果格納メモリ 34 は、1 行のエリア A (N, 0) ~ A (N, 5) のエリア別特徴データ D_{CHR_AREA} (即ち、APL (N, 0) ~ APL (N, 5) 及び <Y²> (N, 0) ~ <Y²> (N, 0)) を格納するように構成されている。また、特徴データ計算結果格納メモリ 34 は、格納した 1 行のエリア A (N, 0) ~ A (N, 5) のエリア別特徴データ D_{CHR_AREA} をエリア別特徴データ格納メモリ 35 に転送する機能を有している。
20

【0059】

エリア別特徴データ格納メモリ 35 は、特徴データ計算結果格納メモリ 34 から、エリア別特徴データ D_{CHR_AREA} を、1 行のエリア A (N, 0) ~ A (N, 5) を単位として順次に受け取って保存する。エリア別特徴データ格納メモリ 35 は、表示領域 5 の全エリア A (0, 0) ~ A (5, 5) のエリア別特徴データ D_{CHR_AREA} を格納するように構成されている。また、エリア別特徴データ格納メモリ 35 は、格納したエリア別特徴データ D_{CHR_AREA} のうち、隣接する 2 行のエリア A (N, 0) ~ A (N, 5)、エリア A (N+1, 0) ~ A (N+1, 5) に対応するエリア別特徴データ D_{CHR_AREA} を出力する機能を有している。
30

【0060】

図 10 は、画素別特徴データ算出部 28 b の好適な構成の一例を示すブロック図である。画素別特徴データ算出部 28 b は、フィルタ処理後特徴データ算出回路 36 と、フィルタ処理後特徴データ格納メモリ 37 と、画素別特徴データ算出回路 38 とを備えている。フィルタ処理後特徴データ算出回路 36 は、エリア別特徴データ算出部 28 a のエリア別特徴データ格納メモリ 35 から読み出されたエリア別特徴データ D_{CHR_AREA} に対して一種のフィルタリング処理を行ってフィルタ処理後特徴データ D_{CHR_FILTER} を算出する。
40

【0061】

図 11 は、フィルタ処理後特徴データ D_{CHR_FILTER} の内容を説明する図である。フィルタ処理後特徴データ D_{CHR_FILTER} は、エリアの頂点のそれぞれについて算出されるデータである。本実施形態では、各エリアは矩形であり、4 つの頂点を有している。隣接するエリアで頂点が共有されるから、表示領域 5 には、エリアの頂点が行列に配置されることになる。例えば、表示領域 5 が 6 行 6 列のエリアを含む場合には、頂点は、7 行 7 列に配置されることになる。以下において、表示領域 5 の各頂点は、“VT”
50

X (N , M) ”で参照されることがある。ここで、Nは、該頂点が位置する行を示すインデックスであり、Mは、該頂点が位置する列を示すインデックスである。

【 0 0 6 2 】

ある頂点に対応するフィルタ処理後特徴データ D_{CHR_FILTER} は、該頂点が属するエリアのエリア別特徴データ D_{CHR_AREA} から算出される。ここで、頂点は、複数のエリアに属することがあり、この場合、該頂点に対応するフィルタ処理後特徴データ D_{CHR_FILTER} は、該複数のエリアに対応するエリア別特徴データ D_{CHR_AREA} に対してフィルタリング処理（最も単純には、平均値を算出する処理）を行うことで算出される。

【 0 0 6 3 】

本実施形態では、エリア別特徴データ D_{CHR_AREA} が APL データ及び二乗平均データを含んでいる一方で、フィルタ処理後特徴データ D_{CHR_FILTER} は、各頂点について算出された APL データ及び分散データを含んでいる。ある頂点に対応するフィルタ処理後特徴データ D_{CHR_FILTER} の APL データは、該頂点が属するエリア（複数である場合がある）のエリア別特徴データ D_{CHR_AREA} の APL データから算出される。一方、ある頂点に対応するフィルタ処理後特徴データ D_{CHR_FILTER} の分散データは、該頂点が属するエリア（複数である場合がある）のエリア別特徴データ D_{CHR_AREA} の APL データ及び二乗平均データから算出される。フィルタ処理後特徴データ D_{CHR_FILTER} の APL データは、対応する頂点の近傍の領域の APL に対応するデータであり、フィルタ処理後特徴データ D_{CHR_FILTER} の分散データは、対応する頂点の近傍の領域の輝度の分散に対応するデータである。図 10においては、頂点 VTX (N , M) に対応するフィルタ処理後特徴データ D_{CHR_FILTER} の APL データは、記号 “APL_FILTER (N , M) ” で示されており、頂点 VTX (N , M) に対応するフィルタ処理後特徴データ D_{CHR_FILTER} の分散データは、記号 “ σ^2 _FILTER (N , M) ” で示されている。フィルタ処理後特徴データ D_{CHR_FILTER} の算出については、後に詳細に説明する。

【 0 0 6 4 】

フィルタ処理後特徴データ格納メモリ 37 は、算出されたフィルタ処理後特徴データ D_{CHR_FILTER} を格納する。フィルタ処理後特徴データ格納メモリ 37 は、2 行の頂点に対応するフィルタ処理後特徴データ D_{CHR_FILTER} を格納する容量を有している。

【 0 0 6 5 】

画素別特徴データ算出回路 38 は、フィルタ処理後特徴データ格納メモリ 37 から受け取ったフィルタ処理後特徴データ D_{CHR_FILTER} から画素別特徴データ D_{CHR_PIXEL} を算出する。画素別特徴データ D_{CHR_PIXEL} は、表示領域 5 の画素 9 のそれぞれについて算出された特徴量を示すデータである。本実施形態では、フィルタ処理後特徴データ D_{CHR_FILTER} が APL データ及び分散データを含んでおり、これに合わせて、画素別特徴データ D_{CHR_PIXEL} も、各画素 9 について算出された APL データ及び分散データを含んでいる。画素別特徴データ D_{CHR_PIXEL} の APL データは、対応する画素 9 の近傍の領域の APL に対応するデータであり、画素別特徴データ D_{CHR_PIXEL} の分散データは、対応する画素 9 の近傍の領域の輝度の分散に対応するデータである。

【 0 0 6 6 】

ある画素 9 に対応する画素別特徴データ D_{CHR_PIXEL} は、当該画素 9 が属するエリアの各頂点に対応するフィルタ処理後特徴データ D_{CHR_FILTER} に対して、当該画素 9 の位置に応じた直線補間を行うことによって算出される。詳細には、ある画素 9 に対応する画素別特徴データ D_{CHR_PIXEL} の APL データは、当該画素 9 が属するエリアの各頂点に対応するフィルタ処理後特徴データ D_{CHR_FILTER} の APL データに対して、当該画素 9 の位置に応じた直線補間を行うことによって算出される。同様に、ある画素 9 に対応する画素別特徴データ D_{CHR_PIXEL} の分散データは、

10

20

30

40

50

当該画素 9 が属するエリアの各頂点に対応するフィルタ処理後特徴データ $D_{C H R_F I L T E R}$ の分散データに対して、当該画素 9 の位置に応じた直線補間を行うことによって算出される。図 10においては、表示領域 5 の位置 (x, y) に位置する画素 9 の画素別特徴データ $D_{C H R_P I X E L}$ の APL データは、記号 “ $APL_PIXEL(y, x)$ ” で示されており表示領域 5 の位置 (x, y) に位置する画素 9 の画素別特徴データ $D_{C H R_P I X E L}$ の分散データは、記号 “ $^2_PIXEL(y, x)$ ” で示されている。画素別特徴データ $D_{C H R_P I X E L}$ の算出については、後に詳細に説明する。画素別特徴データ算出回路 38 で算出された画素別特徴データ $D_{C H R_P I X E L}$ は、補正点データ算出回路 29 に送られる。

【0067】

10

図 12 は、補正点データ算出回路 29 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 29 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 とを備えている。

【0068】

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 $C P \# 1 \sim C P \# m$ を格納している。補正点データ組 $C P \# 1 \sim C P \# m$ は、上述の補正点データ組 $C P_sel^R$ 、 $C P_sel^G$ 、 $C P_sel^B$ 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 $C P \# 1 \sim C P \# m$ のそれぞれは、図 6 に示されているような補正点データ $C P_0 \sim C P_5$ を有している。

【0069】

20

補間演算 / 選択回路 42 は、画素別特徴データ $D_{C H R_P I X E L}$ の APL データ $APL_PIXEL(y, x)$ に応じてガンマ値 $_P I X E L^R$ 、 $_P I X E L^G$ 、 $_P I X E L^B$ を決定し、決定されたガンマ値 $_P I X E L^R$ 、 $_P I X E L^G$ 、 $_P I X E L^B$ に対応する補正点データ組 $C P_L^R$ 、 $C P_L^G$ 、 $C P_L^B$ を決定する。ここで、ガンマ値 $_P I X E L^R$ は、入力画像データ D_{IN} のうち R 副画素 11 R の階調を示すデータ（入力画像データ D_{IN}^R ）に対するコントラスト補正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 $_P I X E L^G$ は、入力画像データ D_{IN} のうち G 副画素 11 G の階調を示すデータ（入力画像データ D_{IN}^G ）に対するコントラスト補正に用いられるガンマカーブのガンマ値であり、ガンマ値 $_P I X E L^B$ は、入力画像データ D_{IN} のうち B 副画素 11 B の階調を示すデータ（入力画像データ D_{IN}^B ）に対するコントラスト補正に用いられるガンマカーブのガンマ値である。

30

【0070】

一実施形態では、補間演算 / 選択回路 42 は、ガンマ値 $_P I X E L^k$ に応じて、補正点データ組 $C P_L^k$ を補正点データ組 $C P \# 1 \sim C P \# m$ のうちから選択することで補正点データ組 $C P_L^k$ をしてもよい。また、補間演算 / 選択回路 42 は、ガンマ値 $_P I X E L^k$ に応じて補正点データ組 $C P \# 1 \sim C P \# m$ 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 $C P_L^k$ を決定してもよい。補正点データ組 $C P_L^R$ 、 $C P_L^G$ 、 $C P_L^B$ 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 $C P_L^R$ 、 $C P_L^G$ 、 $C P_L^B$ は、補正点データ加減算回路 39 に送られる。

40

【0071】

補正点データ加減算回路 39 は、画素別特徴データ $D_{C H R_P I X E L}$ の分散データ $^2_P I X E L(y, x)$ に応じて補正点データ組 $C P_L^R$ 、 $C P_L^G$ 、 $C P_L^B$ を修正し、最終的に近似演算補正回路 22 に供給される補正点データ組 $C P_sel^R$ 、 $C P_sel^G$ 、 $C P_sel^B$ を算出する。補正点データ算出回路 29 の各回路の動作の詳細は、後述される。

【0072】

統いて、本実施形態における液晶表示装置 1 の動作の概要、特に、コントラスト補正のための補正演算の概要について説明する。図 13 は、本実施形態の液晶表示装置 1 において行われる、コントラスト補正のための補正演算の内容を示すフローチャートである。

50

【0073】

本実施形態における補正演算は、概略的には、コントラスト補正におけるガンマカーブの形状を各画素9について決定する第1フェイズ(ステップS10～S16)と、決定されたガンマカーブに従って各画素9の入力画像データD_{IN}に対して補正演算を行う第2フェイズ(ステップS17)とを備えている。上述のように、本実施形態ではコントラスト補正におけるガンマカーブの形状は補正点データ組CP_se1^kによって指定されるので、第1フェイズは、各画素9について補正点データ組CP_se1^kを決定するフェイズであり、第2フェイズは、決定された補正点データ組CP_se1^kによって指定されたガンマカーブに従って各画素9の入力画像データD_{IN}に対して補正演算を行うフェイズである。

10

【0074】

第1フェイズにおけるガンマカーブの形状の決定は、概略的には、以下に述べられる演算によって行われる。なお、第1フェイズの各ステップにおける演算の詳細は、後述される。

【0075】

入力画像データD_{IN}に対してAPL算出用フィルタリング処理を行うことによってAPL算出用画像データD_{FILTER_APL}が生成され、入力画像データD_{IN}に対して二乗平均データ算出用フィルタリング処理を行うことによって二乗平均データ算出用画像データD_{FILTER_Y2}が生成される(ステップS10)。ここで、APL算出用画像データD_{FILTER_APL}は、APL算出用輝度画像の各画素9の輝度を示す画像データであり、二乗平均データ算出用画像データD_{FILTER_Y2}は、二乗平均データ算出用輝度画像の各画素9の輝度を示す画像データである。上述のように、APL算出用フィルタリング処理は、特徴データ算出回路28のエリア別特徴データ算出部28aの変化率フィルタ30で行われ(図9参照)、二乗平均データ算出用フィルタリング処理は、変化率フィルタ32によって行われる。APL算出用フィルタリング処理及び二乗平均データ算出用フィルタリング処理の内容、及び、技術的意義については、後述する。

20

【0076】

更に、APL算出用画像データD_{FILTER_APL}及び二乗平均データ算出用画像データD_{FILTER_Y2}から、LCDパネル2の表示領域5の各エリアのエリア別特徴データD_{CHR_AREA}が算出される(ステップS11)。上述のように、各エリアのエリア別特徴データD_{CHR_AREA}は、APLデータと二乗平均データとを含んでいる(図8参照)。ここで、エリア別特徴データD_{CHR_AREA}のAPLデータは、APL算出用画像データD_{FILTER_APL}から算出される。一方、エリア別特徴データD_{CHR_AREA}の二乗平均データは、二乗平均データ算出用画像データD_{FILTER_Y2}から算出される。エリア別特徴データD_{CHR_AREA}のAPLデータの算出は、特徴データ算出回路28のエリア別特徴データ算出部28aのAPL算出回路31で行われ、エリア別特徴データD_{CHR_AREA}の二乗平均データの算出は、特徴データ算出回路28のエリア別特徴データ算出部28aの二乗平均データ算出回路33で行われる。

30

【0077】

続いて、特徴データ算出回路28の画素別特徴データ算出部28bのフィルタ処理後特徴データ算出回路36により、各エリアのエリア別特徴データD_{CHR_AREA}から各エリアの頂点に対応するフィルタ処理後特徴データD_{CHR_FILTER}が算出される(ステップS12)。ある頂点に対応するフィルタ処理後特徴データD_{CHR_FILTER}は、当該頂点が属するエリア(複数のエリアであり得る)のエリア別特徴データD_{CHR_AREA}から算出される(図11参照)。上述のように、フィルタ処理後特徴データD_{CHR_FILTER}は、APLデータと分散データとを含んでいる。詳細には、ある頂点に対応するフィルタ処理後特徴データD_{CHR_FILTER}のAPLデータは、当該頂点が属するエリアのエリア別特徴データD_{CHR_AREA}のAPLデータから算出され、ある頂点に対応するフィルタ処理後特徴データD_{CHR_FILTER}の分散データ

40

50

ータは、当該頂点が属するエリア（複数のエリアであり得る）のエリア別特徴データ $D_{C_H_R_A_R_E_A}$ の APL データと二乗平均データとから算出される。

【0078】

続いて、画素別特徴データ算出部 28b の画素別特徴データ算出回路 38 により、各エリアの頂点に対応するフィルタ処理後特徴データ $D_{C_H_R_F_I_L_T_E_R}$ から各画素の画素別特徴データが算出される（ステップ S13）。あるエリアに位置するある画素 9 の画素別特徴データ $D_{C_H_R_P_I_X_E_L}$ は、該エリアの頂点に対応するフィルタ処理後特徴データ $D_{C_H_R_F_I_L_T_E_R}$ を、該画素 9 の当該エリア内の位置に応じて直線補間することによって算出される。上述のように、画素別特徴データ $D_{C_H_R_P_I_X_E_L}$ は、APL データと分散データとを含んでいる。ある画素 9 に対応する画素別特徴データ $D_{C_H_R_P_I_X_E_L}$ の APL データは、該画素が位置するエリアの頂点に対応するフィルタ処理後特徴データ $D_{C_H_R_F_I_L_T_E_R}$ の APL データから算出され、該画素 9 に対応する画素別特徴データ $D_{C_H_R_P_I_X_E_L}$ の分散データは、該画素が位置するエリアの頂点に対応するフィルタ処理後特徴データ $D_{C_H_R_F_I_L_T_E_R}$ の分散データから算出される。
10

【0079】

更に、各画素 9 の補正演算に用いられるガンマカーブのガンマ値 $_{P_I_X_E_L}^k$ (k は、“R”、“G”、“B”) が、該画素 9 に対応する画素別特徴データ $D_{C_H_R_P_I_X_E_L}$ の APL データ $APL_PIXEL(y, x)$ から算出される（ステップ S14）。更に、そのガンマ値 $_{P_I_X_E_L}^k$ で指定されるガンマカーブを示す補正点データ組 $C P_L^k$ が選択される（ステップ S15）。ガンマ値 $_{P_I_X_E_L}^k$ (k は、“R”、“G”、“B”) の算出と補正点データ組 $C P_L^k$ の選択は、補正点データ算出回路 29 の補間演算 / 選択回路 42 によって行われる。
20

【0080】

更に、ある画素 9 について選択された補正点データ組 $C P_L^k$ (k は、“R”、“G”、“B”) が、当該画素 9 に対応する画素別特徴データ $D_{C_H_R_P_I_X_E_L}$ の分散データ $_{P_I_X_E_L}^2$ (y, x) に応じて修正され、最終的に近似演算補正回路 22 に供給される補正点データ組 $C P_s e l^k$ が算出される（ステップ S16）。画素別特徴データ $D_{C_H_R_P_I_X_E_L}$ の分散データ $_{P_I_X_E_L}^2$ (y, x) に応じて補正点データ組 $C P_L^k$ を修正する演算は、技術的には、画素別特徴データ $D_{C_H_R_P_I_X_E_L}$ の分散データ $_{P_I_X_E_L}^2$ (y, x) に応じて入力画像データ $D_{I_N}^k$ のコントラスト補正に用いられるガンマカーブの形状を修正することと等価である。
30

【0081】

補正点データ組 $C P_s e l^k$ (k は、“R”、“G”、“B”) は、近似演算補正回路 22 に送られる。近似演算補正回路 22 においては、ある画素 9 に対応する入力画像データ D_{I_N} の補正演算が、当該画素 9 に対応して決定された補正点データ組 $C P_s e l^k$ によって指定されるガンマカーブに従って行われる（ステップ S17）。

【0082】

上述されたステップ S11 ~ S16 の処理は、基本的には、あるエリアに属する画素 9 の入力画像データ D_{I_N} の補正演算において、該エリアのエリア別特徴データ $D_{C_H_R_A_R_E_A}$ (APL データと二乗平均データ) と、該エリアに隣接するエリア (隣接エリア) のエリア別特徴データ $D_{C_H_R_A_R_E_A}$ とに基づいて該画素 9 の画素別特徴データ $D_{C_H_R_P_I_X_E_L}$ (APL データと分散データ) を決定し、この画素別特徴データ $D_{C_H_R_P_I_X_E_L}$ に基づいて該画素 9 の入力画像データ D_{I_N} に対して行われる補正演算を決定するものである。そして、該画素 9 の画素別特徴データ $D_{C_H_R_P_I_X_E_L}$ が、隣接エリアのエリア別特徴データ $D_{C_H_R_A_R_E_A}$ に対して依存する程度は、該画素 9 の位置に依存して異なっている。この結果、画素別特徴データ $D_{C_H_R_P_I_X_E_L}$ から決定される補正演算は、該画素 9 のエリア内の位置に依存して異なり得る。このような場合、図 1、図 2 を参照しながら説明されているように、ある領域の画素 9 が同一色であっても、入力画像データ D_{I_N} に対して行われる補正演算が該画素 9 のエリア内の位置に依
40
50

存して相違し得る。このような処理は、ブロックノイズを低減するが、その一方で、ハロー現象の発生につながり得る。

【0083】

ステップS10において行われるAPL算出用フィルタリング処理及び二乗平均データ算出用フィルタリング処理は、ハロー現象の問題に対処するためのものである。図14は、APL算出用フィルタリング処理及び二乗平均データ算出用フィルタリング処理の概念を示している。

【0084】

本実施形態で行われるAPL算出用フィルタリング処理は、原画像（即ち、入力画像データ D_{IN} の輝度画像）の演算対象の画素9（以下、「対象画素」ということがある。）の輝度の、周辺の画素9の輝度からの変化に応じて、該対象画素の輝度を特定の輝度値（以下、「APL算出用輝度代替値」という。）に設定する演算を含んでいる。原画像の対象画素の輝度の、周辺の画素9の輝度からの変化が小さい場合、該対象画素の輝度が、特定のAPL算出用輝度代替値に設定される。APL算出用輝度代替値が固定値であることに留意されたい。一方、原画像の対象画素の輝度の、周辺の画素9の輝度からの変化が大きい場合、APL算出用輝度画像（APL算出用フィルタリング処理によって得られる輝度画像）の対象画素の輝度は、原画像の対象画素の輝度に一致するように決定される。また、対象画素の輝度の周辺の画素9の輝度からの変化が中程度である場合には、APL算出用輝度画像の対象画素の輝度は、原画像の対象画素の輝度とAPL算出用輝度代替値との重み付け平均として決定される。10

【0085】

このような演算によれば、輝度の変化が小さい領域を多く含むエリアについては、APLがAPL算出用輝度代替値、又は、それに近い値として算出される。この結果、輝度の変化が小さい領域を多く含む2つのエリアが隣接している場合、隣接する2つのエリアのAPLが近い値であると認識され、よって、ステップS14においては、ガンマカーブのガンマ値が、ほぼ同じ値として算出される。結果として、当該2つのエリアの画素9について決定されるガンマカーブの形状が近くなり、ハロー現象を有効に抑制することができる。ここで、輝度の変化が大きい領域については、APL算出用フィルタリング処理においては各画素9の輝度が不变であるが、このような場合にはハロー現象は目立たない。また、輝度の変化が中程度である領域では、輝度の変化が小さい領域と輝度の変化が大きい領域の中間的な演算が行われるので、最終的に表示される画像の不連続性が軽減される。20

【0086】

ここで、APL算出用輝度代替値は、入力画像データ D_{IN} の輝度画像（入力画像データ D_{IN} に対して色変換を行って得られる輝度画像）の下限値と上限値の平均値、又は、該平均値に最も近い整数値に設定されることが好ましい。ここで、入力画像データ D_{IN} の輝度画像の下限値と上限値は、入力画像データ D_{IN} の輝度画像の各画素の輝度を表すデータのビット数で決定される値である。例えば、入力画像データ D_{IN} に輝度画像の各画素の輝度を表すデータのビット数が8である場合、下限値が0、上限値が255であり、この場合、APL算出用輝度代替値は、128に設定されることが好ましい。ただし、APL算出用輝度代替値は、下限値から上限値までの任意の値をとり得る。30

【0087】

同様に、本実施形態で行われる二乗平均データ算出用フィルタリング処理は、原画像（即ち、入力画像データ D_{IN} の輝度画像）の対象画素の輝度の周辺の画素9の輝度からの変化に応じて、二乗平均データ算出用輝度画像（二乗平均データ算出用フィルタリング処理で得られる輝度画像）における対象画素の輝度を特定の輝度値（以下、「二乗平均データ算出用輝度代替値」という。）に設定する演算を含んでいる。二乗平均データ算出用輝度代替値が固定値であることに留意されたい。原画像の対象画素の輝度の、周辺の画素9の輝度からの変化が小さい場合、該対象画素の輝度が、特定の二乗平均データ算出用輝度代替値に設定される。一方、原画像の対象画素の輝度の、周辺の画素9の輝度からの変化が大きい場合、二乗平均データ算出用輝度画像の対象画素の輝度は、原画像の対象画素の40

輝度に一致するように決定される。また、対象画素の輝度の周辺の画素 9 の輝度からの変化が中程度である場合には、二乗平均データ算出用輝度画像の対象画素の輝度は、原画像の対象画素の輝度と二乗平均データ算出用輝度代替値との重み付け平均として決定される。

【 0 0 8 8 】

このような演算によれば、輝度の変化が小さい領域を多く含むエリアについては、二乗平均データに示される輝度の二乗平均が二乗平均データ算出用輝度代替値、又は、それに近い値として算出される。この結果、輝度の変化が小さい領域を多く含む 2 つのエリアが隣接している場合、隣接する 2 つのエリアの輝度の二乗平均が近い値として認識され、その結果、ステップ S 1 6において、ガンマカーブの形状が、ほぼ同じ程度で修正されることになる。結果として、当該 2 つのエリアの画素 9 について決定されるガンマカーブの形状が近くなり、ハロー現象を有効に抑制することができる。ここで、輝度の変化が大きい領域については、二乗平均データ算出用フィルタリング処理においては各画素 9 の輝度が不变であるが、このような場合にはハロー現象は目立たない。また、輝度の変化が中程度である領域では、輝度の変化が小さい領域と輝度の変化が大きい領域の中間的な演算が行われるので、最終的に表示される画像の不連続性が軽減される。

【 0 0 8 9 】

図 1 5 は、A P L 算出用フィルタリング処理及び二乗平均データ算出用フィルタリング処理によるハロー現象の抑制の一例を示す図である。図 1 5 の例では、簡単のために、3 行 3 列のエリアが規定され、全画素の輝度が 6 4 であるエリアと、全画素の輝度が 2 5 5 であるエリアとが、行方向、列方向の両方において交互に並んでいる場合について考える。また、A P L 算出用輝度代替値が 1 2 8 であり、二乗平均データ算出用輝度代替値が 1 6 0 であるとする。

【 0 0 9 0 】

A P L 算出用フィルタリング処理及び二乗平均データ算出用フィルタリング処理を行わない場合、図 1 5 の上段に示されているように、A P L が 6 4 であると算出されるエリアと、A P L が 2 5 5 であると算出されるエリアとが、行方向、列方向の両方において交互に並ぶことになる。なお、輝度の分散については、全エリアの輝度の分散が 0 であるとして画素別特徴データ $D_{C H R_P I X E L}$ の分散データが算出されることになる。その結果、例えば、隣接するエリアに位置する位置 A の画素と、位置 B の画素について行われる補正演算のガンマカーブのガンマ値は、異なる値に算出され、その間の位置の画素については、それらの中間の値のガンマ値が算出されることになる。その結果、位置 A、B の間の画素については、異なるガンマカーブで補正演算が行われ、ハロー現象が発生してしまう。

【 0 0 9 1 】

一方、A P L 算出用フィルタリング処理及び二乗平均データ算出用フィルタリング処理を行う場合には、図 1 5 の下段に示されているように、A P L 算出用輝度画像は、全エリアについて、全画素の輝度が A P L 算出用輝度代替値（即ち、1 2 8 ）に一致する輝度画像として得られ、二乗平均データ算出用輝度画像は、全エリアについて、全画素の輝度が二乗平均データ算出用輝度代替値（即ち、1 6 0 ）に一致する輝度画像として得られる。このようにして得られた A P L 算出用輝度画像及び二乗平均データ算出用輝度画像に基づいてエリア別特徴データの A P L データ及び二乗平均データを算出し、更に、画素別特徴データの A P L データ及び分散データを算出することは、全エリアの画像が、輝度が上限値（例えば、0 ）と下限値（例えば、2 5 5 ）の間で均一に分布するような画像、即ち、全エリアの画像が、A P L が 1 2 8 、輝度の偏差が（即ち、分散の平方根）8 5 であるような画像であるとして画素別特徴データの A P L データ及び分散データを算出することと等価である。その結果、隣接するエリアに位置する位置 A の画素と、位置 B の画素について行われる補正演算のガンマカーブのガンマ値は、同一値に算出される。また、位置 A、B の画素についてのガンマカーブの修正も同程度で行われる。この結果、位置 A、B の画素、及び、位置 A、B の間の位置の画素について同一のガンマカーブで補正演算が行われ

10

20

30

40

50

、ハロー現象は発生しない。

【0092】

続いて、以下では、図13の各ステップにおける演算について詳細に説明する。

【0093】

(ステップS10)

上述のように、ステップS10では、入力画像データ D_{IN} に対してAPL算出用フィルタリング処理及び二乗平均データ算出用フィルタリング処理が行われ、APL算出用画像データ(APL算出用輝度画像の画像データ)と二乗平均データ算出用画像データ(二乗平均データ算出用輝度画像の画像データ)が算出される。

【0094】

本実施形態におけるAPL算出用フィルタリング処理では、APL算出用輝度画像における画素#j(即ち、対象画素)の輝度 Y_j^{APL} が、下記式(1)によって算出される:

$$Y_j^{APL} = (1 - \cdot) \cdot Y^{APL_SUB} + \cdot Y_j \quad \dots (1)$$

【0095】

式(1)において、 Y_j は、入力画像データ D_{IN} の輝度画像における画素#jの輝度であり、 Y^{APL_SUB} は、APL算出用輝度代替値である。また、 \cdot は、入力画像データ D_{IN} の輝度画像における、画素#jの輝度の周囲の画素の輝度からの変化の程度を表す変化係数であり、0以上、1以下の範囲の値である。式(1)の \cdot は、画素#jの輝度の周囲の画素の輝度からの変化が小さい場合に0に設定され、変化が大きい場合には1に設定され、変化が中程度の場合には、0と1の間の値に設定される。

【0096】

式(1)は、APL算出用輝度画像における画素#jの輝度 Y_j^{APL} が、APL算出用輝度代替値と、入力画像データ D_{IN} の輝度画像における画素#jの輝度との重み付け平均として算出され、且つ、該重み付け平均の算出においてAPL算出用輝度代替値に与えられる重み、及び、入力画像データ D_{IN} の輝度画像における画素#jの輝度に与えられる重みが、変化係数 \cdot に依存していることを意味している。 \cdot が0である場合、APL算出用輝度画像における画素#jの輝度 Y_j^{APL} は、APL算出用輝度代替値 Y^{APL_SUB} に一致し、 \cdot が1である場合、入力画像データ D_{IN} の輝度画像における画素#jの輝度 Y_j に一致する。また、 \cdot が0と1の間の値の場合には、APL算出用輝度画像における画素#jの輝度 Y_j^{APL} は、APL算出用輝度代替値 Y^{APL_SUB} と入力画像データ D_{IN} の輝度画像における画素#jの輝度 Y_j の中間の値となる。

【0097】

一方、二乗平均データ算出用フィルタリング処理では、二乗平均データ算出用輝度画像の画素#j(即ち、対象画素)の輝度 $Y_j^{<Y^2>}$ が、下記式(2)によって算出される:

$$Y_j^{<Y^2>} = (1 - \cdot) \cdot Y^{<Y^2>_SUB} + \cdot Y_j \quad \dots (2)$$

【0098】

式(2)において、 $Y^{<Y^2>_SUB}$ は、二乗平均データ算出用輝度代替値である。また、 \cdot は、上述の変化係数である。APL算出用輝度画像における画素#jの輝度 Y_j^{APL} において使用される変化係数 \cdot と、二乗平均データ算出用輝度画像の画素#jの輝度 $Y_j^{<Y^2>}$ において使用される変化係数 \cdot とは同一であることに留意されたい。

【0099】

式(2)は、二乗平均データ算出用輝度画像における画素#jの輝度 $Y_j^{<Y^2>}$ が、二乗平均データ算出用輝度代替値と、入力画像データ D_{IN} の輝度画像における画素#jの輝度との重み付け平均として算出され、且つ、該重み付け平均の算出において、二乗平均データ算出用輝度代替値に与えられる重み、及び、入力画像データ D_{IN} の輝度画像における画素#jの輝度に与えられる重みが、変化係数 \cdot に依存していることを意味している。 \cdot が0である場合、画素#jの二乗平均データ算出用輝度画像における輝度 $Y_j^{<Y^2>}$ は、二乗平均データ算出用輝度代替値 $Y^{<Y^2>_SUB}$ に一致し、 \cdot が1である場

10

20

30

40

50

合、入力画像データ D_{IN} の輝度画像における画素 # j の輝度 Y_j に一致する。また、 $j < Y^2 >$ が 0 と 1 の間の値の場合には、二乗平均データ算出用輝度画像における画素 # j の輝度 $Y_j^{< Y^2 >}$ は、二乗平均データ算出用輝度代替値 $Y^{< Y^2 > - SUB}$ と入力画像データ D_{IN} の輝度画像における画素 # j の輝度 Y_j の重み付け平均となる。

【0100】

図 16 は、A P L 算出用フィルタリング処理及び二乗平均データ算出用フィルタリング処理において用いられる変化係数 の決定について概念的に説明する図である。例えば、X 軸方向（ゲート線 7 が延伸する方向）に並んだ画素 # 1 ~ # 3 について、画素 # 1 の輝度が 100、画素 # 2 の輝度が 101 であるとする。更に、対象画素が画素 # 3 であり、A P L 算出用輝度画像における画素 # 3 の輝度を、原画像における画素 # 3 の輝度の、画素 # 1、# 2 の輝度からの変化に応じて決定する場合を考える。
10

【0101】

図 16 の例では、原画像において、画素 # 3 の輝度の画素 # 1、# 2 の輝度からの変化がないと判断される場合、例えば、画素 # 3 の輝度が 102 である場合、変化係数 が 0 に決定される。また、画素 # 3 の輝度の画素 # 1、# 2 の輝度からの変化が大きいと判断される場合、例えば、画素 # 3 の輝度が 97 以下である、又は、107 以上である場合、変化係数 が 1 に決定される。変化が中程度である場合と判断される場合、例えば、画素 # 3 の輝度が 98 以上 101 以下の場合、及び、画素 # 3 の輝度が 103 以上 106 以下の場合、変化係数 が 0 と 1 の間の値に決定される。図 16 の例では、変化係数 は 5 つの異なる値から選択されている。
20

【0102】

図 17 は、変化係数 の算出の具体的な手順の例を示す図である。変化係数 の算出を実デバイスに実装する場合、図 17 に図示されているように、マトリックスフィルタを用いて変化係数 を算出してもよい。一実施形態では、ある対象画素について算出される変化係数 は、フィルタマトリックスの要素と、原画像における該対象画素及びその周辺の画素の輝度との畳み込み和 Y_{SUM} の絶対値 $|Y_{SUM}|$ に基づいて、下記式 (3) に従って算出される：

$$\begin{aligned} &= |Y_{SUM}| / K \quad (|Y_{SUM}| < K \text{ の場合}) \\ &= 1 \quad (|Y_{SUM}| \geq K \text{ の場合}) \quad \dots \quad (3) \end{aligned}$$

ここで、K は、所定の係数（固定値）である。
30

【0103】

図 17 には、変化係数 を算出するために用いられるマトリックスフィルタの一例が図示されている。一実施形態では、ある対象画素について算出される変化係数 は、フィルタマトリックスの要素と、原画像における、該対象画素を含み X 軸方向に並ぶ複数の画素 9 の輝度との畳み込み和 Y_{SUM} から、式 (3) に従って算出してもよい。該複数の画素のうちの一つが、対象画素であり、且つ、副画素 11 が、同一のゲート線 7 に接続されていることに留意されたい。

【0104】

例えば、画素 # 1 ~ # 3 が X 軸方向に並んで配置されており（即ち、画素 # 1 ~ # 3 の副画素 11 が、同一のゲート線 7 に接続されており）、画素 # 3 が対象画素である場合を考える。ここで、画素 # 2 は、画素 # 3 の左隣の画素であり、画素 # 1 は、画素 # 2 の左隣の画素である。変化係数 は、 1×3 のフィルタマトリックスの各要素と、画素 # 1 ~ # 3 の畳み込み和 Y_{SUM} から算出される。ここで、該フィルタマトリックスの要素の値は、図 17 に図示されている。また、係数 K の値は、4 に設定されるとする。
40

【0105】

原画像における画素 # 1、# 2、# 3 の輝度が、それぞれ、100、101、102 である例 1 では、畳み込み和 Y_{SUM} が 0 と算出され、変化係数 も 0 と算出されている。一方、原画像における画素 # 1、# 2、# 3 の輝度が、それぞれ、100、101、104 である例 2 では、畳み込み和 Y_{SUM} が -2 と算出され（即ち、畳み込み和 Y_{SUM} の絶対値 $|Y_{SUM}|$ が 2 と算出され）、変化係数 は 0.5 と算出されている。
50

【0106】

変化係数 α を、フィルタマトリックスの要素と、原画像における、該対象画素を含み X 軸方向に並ぶ複数の画素 9 の輝度との畳み込み和 Y_{SUM} から算出する構成では、対象画素が接続されているゲート線 7 と隣接するゲート線 7 に接続された画素 9 の入力画像データ D_{IN} を用いずに変化係数 α を算出できる。これは、変化係数 α の算出するための回路の規模を低減できる点で好適である。

【0107】

なお、変化係数 α の算出に用いられるフィルタマトリックスとしては、様々なマトリックスが使用され得る。図 18 は、変化係数 α を算出するためのマトリックスフィルタの他の例を示す図である。図 18 の例では、 3×3 のフィルタマトリックスが用いられ、係数 K が 8 に設定される。ある対象画素について算出される変化係数 α は、フィルタマトリックスの要素と、原画像における、3 行 3 列の画素の輝度との畳み込み和 Y_{SUM} から式(3)に従って算出される。ここで、対象画素は、該 3 行 3 列の画素の中央に位置している。図 18 の例では、畳み込み和 Y_{SUM} が 0 と算出され、変化係数 α も 0 と算出されている。

10

【0108】

(ステップ S 11)

ステップ S 11 では、ステップ S 10 における APL 算出用フィルタリング処理及び二乗平均データ算出用フィルタリング処理によって得られた APL 算出用画像データと二乗平均データ算出用画像データとから、各エリアのエリア別特徴データ D_{CHR_AREA} が算出される。ここで、上述されているように、各エリアのエリア別特徴データ D_{CHR_AREA} の APL データは、APL 算出用画像データから算出され、各エリアのエリア別特徴データ D_{CHR_AREA} の二乗平均データは、二乗平均データ算出用画像データから算出される。

20

【0109】

詳細には、本実施形態では、エリア A (N, M) に対応するエリア別特徴データ D_{CHR_AREA} の APL データ (即ち、エリア A (N, M) の APL (N, M)) は、下記式(4)で算出される：

【数 1】

$$APL(N, M) = \frac{\sum Y_j^{APL}}{Data_Count} \quad \dots(4)$$

30

ここで、Data_Count は、エリア A (N, M) に含まれる画素 9 の数であり、 Y_j^{APL} は、APL 算出用輝度画像の各画素 9 の輝度であり、 \sum は、エリア A (N, M) についての和を表している。

【0110】

一方、エリア A (N, M) に対応するエリア別特徴データ D_{CHR_AREA} の二乗平均データ (即ち、エリア A (N, M) の画素 9 の輝度の二乗平均 $\langle Y^2 \rangle (N, M)$) は、下記式(5)で算出される：

40

【数 2】

$$\langle Y^2 \rangle (N, M) = \frac{\sum (Y_j^{APL})^2}{Data_Count} \quad \dots(5)$$

ここで、Data_Count は、エリア A (N, M) に含まれる画素 9 の数であり、 Y_j^{APL} は、二乗平均データ算出用輝度画像の各画素 9 の輝度であり、 \sum は、エリア A (N, M) についての和を表している。

50

【0111】

(ステップS12)

ステップS12では、ステップS11で算出されたエリア別特徴データ $D_{CHR_ARE_A}$ からフィルタ処理後特徴データ D_{CHR_FILTER} が算出される。上述されるように、フィルタ処理後特徴データ D_{CHR_FILTER} は、表示領域5に規定された各エリアの各頂点に対応して算出される。ある頂点に対応するフィルタ処理後特徴データ D_{CHR_FILTER} は、該頂点が属するエリアのエリア別特徴データ $D_{CHR_ARE_A}$ から算出される。これは、ある頂点のフィルタ処理後特徴データ D_{CHR_FILTER} が、該頂点の近傍の領域に表示される画像の特徴量を示すデータであることを意味している。本実施形態では、エリア別特徴データ $D_{CHR_ARE_A}$ がAPLデータ及び二乗平均データを含んでいる一方で、フィルタ処理後特徴データ D_{CHR_FILTER} は、各頂点について算出されたAPLデータ及び分散データを含んでいる。10

【0112】

ここで、図11から理解されるように、頂点は、複数のエリアに属することがあり、属するエリアの数は、頂点の位置によって異なる。本実施形態では、表示領域5には、3種類の頂点が存在し、フィルタ処理後特徴データ D_{CHR_FILTER} の算出方法は、頂点の種類に応じて異なっている。以下、各頂点についてのフィルタ処理後特徴データ D_{CHR_FILTER} の算出方法について説明する。20

【0113】

(1) 表示領域5の4隅に位置する頂点

図11を参照して、表示領域5の4隅に位置する頂点 $VTX(0, 0)$ 、 $VTX(0, Mmax)$ 、 $VTX(Nmax, 0)$ 、 $VTX(Nmax, Mmax)$ は、単一のエリアに属している。ここで、 $Nmax$ 、 $Mmax$ は、それぞれ、頂点が位置する行、列を示すインデックスN、Mの最大値であり、頂点が7行7列に配置される本実施形態では、 $Nmax$ 、 $Mmax$ は、いずれも、6である。20

【0114】

表示領域5の4隅に位置する頂点については、該頂点が属する唯一のエリアのエリア別特徴データ $D_{CHR_ARE_A}$ のAPLデータが、そのまま、該頂点に対応するフィルタ処理後特徴データ D_{CHR_FILTER} のAPLデータとして用いられる。一方、該頂点に対応するフィルタ処理後特徴データ D_{CHR_FILTER} の分散データは、該頂点が属する唯一のエリアの輝度の分散を示すデータとして算出され、エリア別特徴データ $D_{CHR_ARE_A}$ のAPLデータと二乗平均データから算出される。即ち、フィルタ処理後特徴データ D_{CHR_FILTER} のAPLデータ、及び、分散データは、下記式で表わされる：30

$$APL_FILTER(0, 0) = APL(0, 0) \quad \dots (6a)$$

$$^2_FILTER(0, 0) = ^2(0, 0) \quad \dots (6b)$$

$$APL_FILTER(0, Mmax) = APL(0, Mmax - 1) \quad \dots (6c)$$

$$^2_FILTER(0, Mmax) = ^2(0, Mmax - 1) \quad \dots (6d)$$

$$APL_FILTER(Nmax, 0) = APL(Nmax - 1, 0) \quad \dots (6e)$$

$$^2_FILTER(Nmax, 0) = ^2(Nmax - 1, 0) \quad \dots (6f)$$

$$APL_FILTER(Nmax, Mmax) = APL(Nmax - 1, Mmax - 1) \quad \dots (6g)$$

$$^2_FILTER(Nmax, Mmax) = ^2(Nmax - 1, Mmax - 1) \quad \dots (6h)$$

ここで、 $APL_FILTER(i, j)$ 、は、頂点 $VTX(i, j)$ に対応するAPLデータの値であり、 $^2_FILTER(i, j)$ は、頂点 $VTX(i, j)$ に対応する分散データの値である。なお、上述の通り、 $APL(i, j)$ は、エリアA(i, j)のAPLであり、 $^2(i, j)$ は、エリアA(i, j)の画素9の輝度の分散であり、下記式(A)で求められる：

$$^2(i, j) = <Y^2>(i, j) - \{APL(i, j)\}^2 \quad \dots (A)$$

【0115】

(2) 表示領域5の4辺に位置する頂点

表示領域5の4辺に位置する頂点(図11の例では、頂点 $VTX(0, 1) \sim VTX(1, 0)$)は、各頂点のAPLデータと二乗平均データを用いて算出される。

1020304050

$0, M_{max} - 1$)、 $VTX(N_{max}, 1) \sim VTX(N_{max}, M_{max} - 1)$ 、 $VTX(1, 0) \sim VTX(N_{max} - 1, 0)$ 及び $VTX(1, M_{max}) \sim VTX(N_{max} - 1, M_{max})$) は、隣接する 2 つのエリアに属している。表示領域 5 の 4 辺に位置する頂点については、それが属する 2 つのエリアの APL データの平均値が、フィルタ処理後特徴データ $D_{CHR_FILT_T_E_R}$ の APL データとして用いられ、該頂点が属する 2 つのエリアのそれぞれについて APL データと二乗平均データから算出された分散の平均が、フィルタ処理後特徴データ $D_{CHR_FILT_T_E_R}$ の分散データとして用いられる。即ち、該頂点のフィルタ処理後特徴データ $D_{CHR_FILT_T_E_R}$ の APL データ及び分散データは、下記式で表わされる：

$$\begin{aligned} APL_FILTER(0, M) &= \{ APL(0, M-1) + APL(0, M) \} / 2 \quad \dots (7a) \\ {}^2_FILTER(0, M) &= \{ {}^2(0, M-1) + {}^2(0, M) \} / 2 \quad \dots (7b) \\) \\ APL_FILTER(N, 0) &= \{ APL(N-1, 0) + APL(N, 0) \} / 2 \quad \dots (7c) \\ {}^2_FILTER(N, 0) &= \{ {}^2(N-1, 0) + {}^2(N, 0) \} / 2 \quad \dots (7d) \\) \\ APL_FILTER(N_{max}, M) &= \{ APL(N_{max}, M-1) + APL(N_{max}, M) \} / 2 \\ &\quad \dots (7e) \\ {}^2_FILTER(N_{max}, M) &= \{ {}^2(N_{max}, M-1) + {}^2(N_{max}, M) \} / 2 \\ &\quad \dots (7f) \\ APL_FILTER(N, M_{max}) &= \{ APL(N-1, M_{max}) + APL(N, M_{max}) \} / 2 \\ &\quad \dots (7g) \\ {}^2_FILTER(N, M_{max}) &= \{ {}^2(N-1, M_{max}) + {}^2(N, M_{max}) \} / 2 \\ &\quad \dots (7h) \end{aligned} \quad 10 \quad 20$$

ここで、M は、1 以上 $M_{max} - 1$ 以下の整数であり、N は、1 以上 $N_{max} - 1$ 以下の整数である。なお、 ${}^2(i, j)$ が、上記式 (A) で与えられることに留意されたい。

【0116】

(3) 上記の頂点以外の頂点

表示領域 5 の 4 隅に位置せず、4 辺にも位置していない頂点（中央部分の頂点）は、2 行 2 列に配置された 4 つのエリアに属している。このような頂点については、それが属する 4 つのエリアの APL データの平均値が、フィルタ処理後特徴データ $D_{CHR_FILT_T_E_R}$ の APL データとして用いられ、該頂点が属する 4 つのエリアのそれぞれについて APL データと二乗平均データから算出された分散の平均が、フィルタ処理後特徴データ $D_{CHR_FILT_T_E_R}$ の分散データとして用いられる。即ち、このような頂点 $VTX(N, M)$ に対応するフィルタ処理後特徴データ $D_{CHR_FILT_T_E_R}$ の APL データ及び分散データは、下記式で表わされる：

$$\begin{aligned} APL_FILTER(N, M) &= \{ APL(N-1, M-1) + APL(N-1, M) + \\ &\quad APL(N, M-1) + APL(N, M) \} / 4 \quad \dots (8a) \\ {}^2_FILTER(N, M) &= \{ {}^2(N-1, M-1) + {}^2(N-1, M) + \\ &\quad {}^2(N, M-1) + {}^2(N, M) \} / 4 \quad \dots (8b) \end{aligned} \quad 30$$

なお、 ${}^2(i, j)$ が、上記式 (A) で与えられることに留意されたい。

【0117】

(ステップ S13)

ステップ S13 では、各画素 9 に対応する画素別特徴データ D_{CHR_PIXEL} が、ステップ S12 で算出されたフィルタ処理後特徴データ $D_{CHR_FILT_T_E_R}$ から、該画素 9 の各エリアにおける位置に依存した直線補間によって算出される。本実施形態では、フィルタ処理後特徴データ $D_{CHR_FILT_T_E_R}$ が APL データ及び分散データを含んでおり、これに合わせて、画素別特徴データ D_{CHR_PIXEL} も、各画素 9 について算出された APL データ及び分散データを含んでいる。

【0118】

図 19 は、エリア A (N, M) に位置する画素 9 の画素別特徴データ D_{CHR_PIXEL}

E_L の算出方法を示す概念図である。

【0119】

図19において、 s は、エリア A (N, M) 内における画素 9 の X 軸方向の位置を示しており、 t は、エリア A (N, M) 内における画素 9 の Y 軸方向の位置を示している。 s 、 t は、下記式で表わされる：

$$s = x - (X_{area} \times M) \quad \dots (9a)$$

$$t = y - (Y_{area} \times N) \quad \dots (9b)$$

ここで、 x は、表示領域 5 における画素 9 の X 軸方向の位置を、画素を単位として表わしたものであり、 X_{area} は、各エリアの X 軸方向画素数である。また、 y は、表示領域 5 における画素 9 の Y 軸方向の位置を、画素を単位として表わしたものであり、 Y_{area} は、各エリアの Y 軸方向画素数である。LCD パネル 2 が、 1920×1080 画素の表示領域 5 を有し、且つ、6 行 6 列のエリアに分割されている場合、X 軸方向画素数 X_{area} は、 $320 (= 1920 / 6)$ であり、Y 軸方向画素数 Y_{area} は、 $180 (= 1080 / 6)$ である。

【0120】

エリア A (N, M) に位置する特定の画素 9 の画素別特徴データ D_{CHR_PIXEL} は、該エリア A (N, M) の 4 つの頂点に対応するフィルタ処理後特徴データ D_{CHR_FILTER} を特定の画素 9 の該エリア A (N, M) 内での位置に応じて直線補間することによって算出される。より具体的には、エリア A (N, M) の画素 9 の画素別特徴データ D_{CHR_PIXEL} は、下記式で算出される：

【数3】

$$APL_PIXEL(y, x) = \frac{(Y_{area} - t) \times \frac{APL_FILTER(N, M+1) \times s + APL_FILTER(N, M) \times (X_{area} - s)}{X_{area}} +}{Y_{area}} + \frac{t \times \frac{APL_FILTER(N+1, M+1) \times s + APL_FILTER(N+1, M) \times (X_{area} - s)}{X_{area}}}{Y_{area}} \dots (10a)$$

$$\sigma^2_PIXEL(y, x) = \frac{(Y_{area} - t) \times \frac{\sigma^2_FILTER(N, M+1) \times s + \sigma^2_FILTER(N, M) \times (X_{area} - s)}{X_{area}} +}{Y_{area}} + \frac{t \times \frac{\sigma^2_FILTER(N+1, M+1) \times s + \sigma^2_FILTER(N+1, M) \times (X_{area} - s)}{X_{area}}}{Y_{area}} \dots (10b)$$

ここで、 $APL_PIXEL(y, x)$ は、表示領域 5 における X 軸方向の位置が x であり、Y 軸方向の位置が y である画素 9 について算出された APL データの値であり、 $\sigma^2_PIXEL(y, x)$ は、当該画素 9 について算出された分散データの値である。

【0121】

上述されたステップ S12、S13 の処理は、全体としては、該画素 9 が属するエリアについて算出されたエリア別特徴データ D_{CHR_AREA} 、及び、該エリアの周辺に位置するエリア（該エリアに隣接するエリア）について算出されたエリア別特徴データ D_{CHR_AREA} に対して該画素 9 のエリア内の位置に依存したフィルタリング処理を行い、これにより、該画素 9 の画素別特徴データ D_{CHR_PIXEL} を算出することに相当する。

【0122】

（ステップ S14）

ステップ S14 では、各画素 9 の画素別特徴データ D_{CHR_PIXEL} の APL データから、各画素 9 の入力画像データ D_{IN} のガンマ補正に用いるべきガンマ値が算出される。ここで、本実施形態では、R 副画素 11 R、G 副画素 11 G、B 副画素 11 B について異なるガンマ値が算出される。詳細には、表示領域 5 における X 軸方向の位置が x であり、Y 軸方向の位置が y である画素 9 の R 副画素 11 R の入力画像データ D_{IN} について

10

20

30

40

50

行われるガンマ補正に用いるべきガンマ値は、下記式に従って算出される：

$$\underline{\text{P I X E L}}^R = \underline{\text{S T D}}^R + \text{A P L} \underline{\text{P I X E L}}(y, x) \cdot {}^R \dots (11\text{a})$$

ここで、 $\underline{\text{P I X E L}}^R$ は、該画素 9 の R 副画素 11 R 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、 $\underline{\text{S T D}}^R$ は、基準となるガンマ値であり、また、 R は、所定の正の比例定数である。式 (11a) では、 $\text{A P L} \underline{\text{P I X E L}}(y, x)$ が増大するほどガンマ値 $\underline{\text{P I X E L}}^R$ が増大されることに留意されたい。

【0123】

同様に、表示領域 5 における X 軸方向の位置が x であり、Y 軸方向の位置が y である画素 9 の G 副画素 11 G、B 副画素 11 B 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は、それぞれ、下記式に従って算出される：

$$\underline{\text{P I X E L}}^G = \underline{\text{S T D}}^G + \text{A P L} \underline{\text{P I X E L}}(y, x) \cdot {}^G \dots (11\text{b})$$

$$\underline{\text{P I X E L}}^B = \underline{\text{S T D}}^B + \text{A P L} \underline{\text{P I X E L}}(y, x) \cdot {}^B \dots (11\text{c})$$

ここで、 $\underline{\text{P I X E L}}^G$ 、 $\underline{\text{P I X E L}}^B$ は、該画素 9 の G 副画素 11 G、B 副画素 11 B 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、 $\underline{\text{S T D}}^G$ 、 $\underline{\text{S T D}}^B$ は、基準となるガンマ値であり、また、 G 、 B は、所定の比例定数である。 $\underline{\text{S T D}}^R$ 、 $\underline{\text{S T D}}^G$ 、 $\underline{\text{S T D}}^B$ は、互いに同一でもよいし、異なっていても良い。また、 R 、 G 、 B は、互いに同一でもよいし、異なっていても良い。ガンマ値 $\underline{\text{P I X E L}}^R$ 、 $\underline{\text{P I X E L}}^G$ 、 $\underline{\text{P I X E L}}^B$ は、各画素 9 について算出されることに留意されたい。

【0124】

(ステップ S15)

ステップ S15 では、算出されたガンマ値 $\underline{\text{P I X E L}}^R$ 、 $\underline{\text{P I X E L}}^G$ 、 $\underline{\text{P I X E L}}^B$ に応じて、補正点データ組 $C P_L^R$ 、 $C P_L^G$ 、 $C P_L^B$ が選択又は算出される。ここで、補正点データ組 $C P_L^R$ 、 $C P_L^G$ 、 $C P_L^B$ は、それぞれ、最終的に近似演算補正回路 22 に供給される補正点データ組 $C P_sel^R$ 、 $C P_sel^G$ 、 $C P_sel^B$ 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 $C P_L^R$ 、 $C P_L^G$ 、 $C P_L^B$ は、各画素 9 について選択される。

【0125】

一実施形態では、補正点データ組 $C P_L^R$ 、 $C P_L^G$ 、 $C P_L^B$ は、補正点データ算出回路 29 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 $C P\#1 \sim C P\#m$ のうちから選択される。上述のとおり、補正点データ組 $C P\#1 \sim C P\#m$ は、異なるガンマ値 γ に対応しており、補正点データ組 $C P\#1 \sim C P\#m$ のそれぞれは、補正点データ $C P0 \sim CP5$ から構成されている。

【0126】

あるガンマ値 γ に対応する補正点データ組 $C P\#j$ の補正点データ $C P0 \sim CP5$ は、下記のように決定されている。

(1) $\gamma < 1$ の場合

10

20

30

40

【数4】

$$CP0 = 0$$

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

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

$$CP3 = Gamma[K]$$

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

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

10

(2) 1 の場合

【数5】

$$CP0 = 0$$

$$CP1 = 2 \cdot Gamma[K/2] - Gamma[K]$$

$$CP2 = Gamma[K-1] \quad \cdots(12b)$$

$$CP3 = Gamma[K]$$

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

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

20

ここで、 D_{IN}^{MAX} は、入力画像データ D_{IN}^R 、 D_{IN}^G 、 D_{IN}^B の上限値であり、入力画像データ D_{IN}^R 、 D_{IN}^G 、 D_{IN}^B のビット数で決まる値である。同様に、 D_{OUT}^{MAX} は、出力画像データ D_{OUT}^R 、 D_{OUT}^G 、 D_{OUT}^B の上限値であり、出力画像データ D_{OUT}^R 、 D_{OUT}^G 、 D_{OUT}^B のビット数で決まる値である。K は、下記式：

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

30

で与えられる定数である。また、 $Gamma[x]$ 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：

【数6】

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

【0127】

本実施形態では、補正点データ組 CP # 1 ~ CP # m は、補正点データ組 CP # 1 ~ 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 y 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 y_j とすると、

$$1 < 2 < \dots < m-1 < m \quad \cdots(14)$$

40

が成立する。

【0128】

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 ~ 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 ~ CP # m のうちから選択される。

【0129】

50

図20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 $APL_PIXEL(y, x)$ 、 $_PIXEL^k$ 、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。 $APL_PIXEL(y, x)$ が大きいほど、ガンマ値 $_PIXEL^k$ 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。

【0130】

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29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29に格納される補正点データ組 $CP\#1 \sim CP\#m$ は、初期設定として、演算装置4からドライバIC3に供給されてもよい。

【0131】

更に、ガンマ値 $_PIXEL^k$ (kは、“R”、“G”、“B”的任意)に応じて、補正点データ算出回路29に格納されている補正点データ組 $CP\#1 \sim CP\#m$ のうちの2つの補正点データ組：補正点データ組 $CP\#q$ 、 $CP\#(q+1)$ が選択される。qは、1以上、 $m-1$ の整数である。ここで、

$$q < _PIXEL^k < q + 1 \quad \dots (15)$$

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

【0132】

補正点データ組 CP_L^k の補正点データ $CP_0 \sim CP_5$ は、それぞれ、選択した2つの補正点データ組 $CP\#q$ 、 $CP\#(q+1)$ の補正点データ $CP_0 \sim CP_5$ の補間計算によって算出される。

【0133】

より具体的には、補正点データ組 CP_L^k (kは、“R”、“G”、“B”的任意)の補正点データ $CP_0 \sim CP_5$ は、選択した2つの補正点データ組 $CP\#q$ 、 $CP\#(q+1)$ の補正点データ $CP_0 \sim CP_5$ から、下記式で算出される。

$$CP_L^k = CP\#q + \{ (CP\#(q+1)) - CP\#q) / 2^Q \} \times APL_PIXEL[Q-1 : 0], \quad \dots (16)$$

: 0以上、5以下の整数

CP_L^k ：補正点データ組 CP_L^k の補正点データ CP

$CP\#q$ ：選択された補正点データ組 $CP\#q$ の補正点データ CP

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

$APL_PIXEL[Q-1 : 0]$ ： $APL_PIXEL(y, x)$ の下位Qビット

【0134】

図21は、このようにして補正点データ組 CP_L^k が決定された時の $APL_PIXEL(y, x)$ 、 $_PIXEL^k$ 、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。 $APL_PIXEL(y, x)$ が大きいほど、ガンマ値 $_PIXEL^k$ 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 $CP\#q$ 、 $CP\#(q+1)$ が選択される。そして、補正点データ組 CP_L^k は、補正点データ組 $CP\#q$ 、 $CP\#(q+1)$ が対応するガンマ値 $_{q,q+1}$ 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。

【0135】

図22は、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。補正点データ組 CP_L^k の補正点データ CP が、補正点データ組 $CP\#q$ 、 $CP\#(q+1)$ それぞれの補正点データ $CP\#q$ 、 $CP\#(q+1)$ の

10

20

30

40

50

補間計算により算出される結果（ k 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 $C P_0 \sim C P_5$ 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 $C P_0 \sim C P_5$ 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 29 に保存される補正点データ組 $C P\#1 \sim C P\#m$ の数が少くとも、ガンマ補正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。

【0136】

(ステップ S16)

ステップ S16 では、ステップ S15 で選択 / 算出された補正点データ組 $C P_L^k$ (k は、“R”、“G”、“B”的任意) が、画素別特徴データ D_{CHR_PIXEL} に含まれる分散データ ${}^2_PIXEL(y, x)$ に応じて修正され、これにより、近似演算補正回路 22 に供給される補正点データ組 $C P_sel^k$ が算出される。補正点データ組 $C P_sel^k$ は、各画素 9 について算出される。ここで、上述されているように、補正点データ組 $C P_L^k$ は、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 $C P_L^k$ を分散データ ${}^2_PIXEL(y, x)$ に応じて修正することは、技術的には、ガンマ補正に使用されるガンマカーブの形状を分散データ ${}^2_PIXEL(y, x)$ 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。

【0137】

図 23 は、補正点データ組 $C P_L^k$ を、分散データ ${}^2_PIXEL(y, x)$ 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。分散データ ${}^2_PIXEL(y, x)$ の値が大きいことは、当該画素 9 の周囲の領域に $APL_PIXEL(y, x)$ から離れた輝度の画素 9 が多いことを意味しており、言い換えれば、画像のコントラストが大きいことを意味している。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 22 における補正演算を行うことで、当該画像のコントラストを表現できるようになる。

【0138】

補正点データ組 $C P_L^k$ 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 $C P_L^k$ の補正点データ $C P_1$ 、 $C P_4$ が分散データ ${}^2_PIXEL(y, x)$ の値に応じて制御される。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 ${}^2_PIXEL(y, x)$ の値が大きいほど、最終的に近似演算補正回路 22 に供給される補正点データ組 $C P_sel^k$ の補正点データ $C P_1$ 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、分散データ ${}^2_PIXEL(y, x)$ の値が大きいほど、最終的に近似演算補正回路 22 に供給される補正点データ組 $C P_sel^k$ 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 22 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 $C P_0$ 、 $C P_2$ 、 $C P_3$ 、 $C P_5$ については修正が行われない。即ち、補正点データ組 $C P_sel^k$ の補正点データ $C P_0$ 、 $C P_2$ 、 $C P_3$ 、 $C P_5$ は、補正点データ組 $C P_L^k$ の補正点データ $C P_0$ 、 $C P_2$ 、 $C P_3$ 、 $C P_5$ と同一の値である。

【0139】

一実施形態では、補正点データ組 $C P_sel^k$ の補正点データ $C P_1$ 、 $C P_4$ は、次式で算出される：

$$CP1_sel^R = CP1_L^R - (D_{IN}^{MAX} - {}^2_PIXEL(y, x)) \cdot R \quad \dots (17a)$$

$$CP1_sel^G = CP1_L^G - (D_{IN}^{MAX} - {}^2_PIXEL(y, x)) \cdot G \quad \dots (17b)$$

10

20

30

40

50

$$\begin{aligned}
 C P 1_s e l^B &= C P 1_L^B - (D_{IN}^{MAX} - 2)^2 _P I X E L(y, x) \cdot \\
 &\quad \cdots (17c) \\
 C P 4_s e l^R &= C P 4_L^R + (D_{IN}^{MAX} - 2)^2 _P I X E L(y, x) \cdot \\
 &\quad \cdots (18a) \\
 C P 4_s e l^G &= C P 4_L^G + (D_{IN}^{MAX} - 2)^2 _P I X E L(y, x) \cdot \\
 &\quad \cdots (18b) \\
 C P 4_s e l^B &= C P 4_L^B + (D_{IN}^{MAX} - 2)^2 _P I X E L(y, x) \cdot \quad 10 \\
 &\quad \cdots (18c)
 \end{aligned}$$

ここで、 D_{IN}^{MAX} は、上述された入力画像データ D_{IN}^R 、 D_{IN}^G 、 D_{IN}^B の上限値である。また、 D_{IN}^R 、 D_{IN}^G 、 D_{IN}^B は、所定の比例定数である。 D_{IN}^R 、 D_{IN}^G 、 D_{IN}^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、 $C P 1_s e l^k$ 、 $C P 4_s e l^k$ は、それぞれ、補正点データ組 $C P_s e l^k$ の補正点データ $C P 1$ 、 $C P 4$ であり、 $C P 1_L^k$ 、 $C P 4_L^k$ は、それぞれ、補正点データ組 $C P_L^k$ の補正点データ $C P 1$ 、 $C P 4$ である。

【0140】

(ステップS17)

20

ステップS17では、ステップS16において各画素9について算出された補正点データ組 $C P_s e l^R$ 、 $C P_s e l^G$ 、 $C P_s e l^B$ を用いて当該画素9に対応する入力画像データ D_{IN}^R 、 D_{IN}^G 、及び D_{IN}^B に対して補正演算が行われ、出力画像データ D_{OUT}^R 、 D_{OUT}^G 、及び D_{OUT}^B が生成される(ステップS17)。この補正演算は、近似演算補正回路22の近似演算ユニット22R、22G、22Bによって行われる。

【0141】

ステップS17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}^k から出力画像データ D_{OUT}^k が算出される：

(1) $D_{IN}^k < D_{IN}^{center}$ 、且つ、 $C P 1 > C P 0$ の場合：

30

【数7】

$$D_{OUT}^k = \frac{2(CP1 - CP0) \cdot PD_{INS}}{K^2} + \frac{(CP3 - CP0)D_{INS}}{K} + CP0 \quad \cdots (19a)$$

補正点データ $C P 1$ が補正点データ $C P 0$ よりも大きいということは、ガンマ補正に使用されるガンマ値が1より小さいことを意味していることに留意されたい。

【0142】

(2) $D_{IN}^k < D_{IN}^{center}$ 、且つ、 $C P 1 < C P 0$ の場合：

40

【数8】

$$D_{OUT}^k = \frac{2(CP1 - CP0) \cdot ND_{INS}}{K^2} + \frac{(CP3 - CP0)D_{INS}}{K} + CP0 \quad \cdots (19b)$$

補正点データ $C P 1$ が補正点データ $C P 0$ 以下であるということは、ガンマ補正に使用されるガンマ値が1以上であることを意味していることに留意されたい。

【0143】

(3) $D_{IN}^k > D_{IN}^{center}$ の場合：

【数9】

$$D_{OUT}^k = \frac{2(CP4 - CP2) \cdot ND_{INS}}{K^2} + \frac{(CP5 - CP2)D_{INS}}{K} + CP2 \quad \dots(19c)$$

【0144】

ここで、中間データ値 D_{IN}^{Center} とは、入力画像データ D_{IN}^R 、 D_{IN}^G 、 D_{IN}^B の上限値 D_{IN}^{MAX} を用いて下記式：
 $D_{IN}^{Center} = D_{IN}^{MAX} / 2, \dots (20)$

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(19a)～(19c)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。

【0145】

(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：

【数10】

$$D_{INS} = D_{IN}^k \quad (for D_{IN}^k < D_{IN}^{Center}) \quad \dots(21a)$$

$$D_{INS} = D_{IN}^k + 1 - K \quad (for D_{IN}^k > D_{IN}^{Center}) \quad \dots(21b)$$

【0146】

(b) PD_{INS}

PD_{INS} は、式(22b)で定義されるパラメータ R を用いて、下記式(22a)で定義される：

【数11】

$$PD_{INS} = (K - R) \cdot R \quad \dots(22a)$$

$$R = K^{1/2} \cdot D_{INS}^{1/2} \quad \dots(22b)$$

式(21a)、(21b)、(22b)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。

【0147】

(c) ND_{INS}

ND_{INS} は、下記式で与えられる：

【数12】

$$ND_{INS} = (K - D_{INS}) \cdot D_{INS} \quad \dots(23)$$

式(21a)、(21b)、(23)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。

【0148】

10

20

30

40

50

近似演算補正回路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}^R 、 D_{OUT}^G 、及び D_{OUT}^B 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}^R 、 D_{OUT}^G 、及び D_{OUT}^B 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。

【0149】

以上に説明されているように、本実施形態では、原画像の対象画素の輝度の、周辺の画素9の輝度からの変化に応じて、該対象画素の輝度を特定のAPL算出用輝度代替値に設定する演算を含むAPL算出用フィルタリング処理が行われることで、ハロー効果の発生が抑制される。詳細には、APL算出用フィルタリング処理によって得られるAPL算出用輝度画像から各エリアに対応するエリア別特徴データのAPLデータが算出される。あるエリアに属するある画素9の画素別特徴データのAPLデータは、該エリアのエリア別特徴データのAPLデータ及び該エリアの隣接エリアに対応するエリア別特徴データのAPLデータと、該エリアにおける該画素9の位置に基づいて算出される。ここで、APL算出用フィルタリング処理によって得られるAPL算出用輝度画像では、輝度の変化が小さい領域の画素の輝度が、APL算出用輝度代替値に設定されており、この結果、輝度の変化が小さい領域をそれぞれに含む隣接する2つのエリアに対応するエリア別特徴データのAPLデータの値は近くなる。結果として、該2つのエリアの画素9の画素別特徴データのAPLデータの値も近くなる。このようにして決定された各画素9の画素別特徴データのAPLデータに基づいてガンマカーブの形状（本実施形態ではガンマ値）を決定することで、該2つのエリアの画素9について決定されるガンマカーブの形状が近くなり、ハロー現象を有効に抑制することができる。

【0150】

加えて、本実施形態では、原画像の対象画素の輝度の、周辺の画素9の輝度からの変化に応じて、該対象画素の輝度を特定の二乗平均データ算出用輝度代替値に設定する演算を含む二乗平均データ算出用フィルタリング処理が行われることで、ハロー効果の発生が抑制される。詳細には、二乗平均データ算出用フィルタリング処理によって得られる二乗平均データ算出用輝度画像から各エリアに対応するエリア別特徴データの二乗平均データが算出される。あるエリアに属するある画素9の画素別特徴データの分散データは、該エリア及びその隣接エリアに対応するエリア別特徴データのAPLデータ及び二乗平均データと、該エリアにおける該画素9の位置に基づいて算出される。ここで、APL算出用フィルタリング処理によって得られる二乗平均データ算出用輝度画像では、輝度の変化が小さい領域の画素の輝度が、二乗平均データ算出用輝度代替値に設定されており、この結果、輝度の変化が小さい領域をそれぞれに含む隣接する2つのエリアに対応するエリア別特徴データから算出された画素別特徴データの分散データの値は近くなる。このようにして決定された各画素9の画素別特徴データの分散データに基づいてガンマカーブの形状（本実施形態ではガンマカーブの形状の修正の程度）を決定することで、該2つのエリアの画素9について決定されるガンマカーブの形状が近くなり、ハロー現象を有効に抑制することができる。

【0151】

なお、上記の実施形態では、各画素9の画素別特徴データの分散データに基づいて各画素9に対応して決定されるガンマカーブの形状が修正されるが（即ち、補正点データ組 CP_sel^k の補正点データ $CP1$ 、 $CP4$ が、補正点データ組 CP_L^k の補正点データ $CP1$ 、 $CP4$ を各画素9の画素別特徴データの分散データに応じて修正することで決定されるが）、各画素9の画素別特徴データの分散データに基づくガンマカーブの形状は行われなくてもよい。即ち、ステップS16は行われず、ステップS15で決定された補正点データ組 CP_L^k が、そのまま、補正点データ組 CP_sel^k として用いられてもよい。

【0152】

10

20

30

40

50

この場合、二乗平均データ及び分散データに関連する演算は、行われなくてもよい。即ち、ステップS10における二乗平均データ算出用フィルタリング処理、ステップS11におけるエリア別特徴データ D_{CHR_AREA} の分散データの算出、ステップS12におけるフィルタ処理後特徴データ D_{CHR_FILTER} の分散データの算出、ステップS13における画素別特徴データ D_{CHR_PIXEL} の分散データの算出は行われなくてもよい。このような構成でも、ハロー現象の発生を抑制しながら、個々のエリアに最適なガンマ値を選択し、最適なガンマ値による補正演算（ガンマ補正）を行うことができる。

【0153】

また、上記の実施形態では、R副画素11R、G副画素11G、B副画素11Bについて、別々にガンマ値 $_PIXEL^R$ 、 $_PIXEL^G$ 、 $_PIXEL^B$ が算出され、算出されたガンマ値 $_PIXEL^R$ 、 $_PIXEL^G$ 、 $_PIXEL^B$ に応じて補正演算が行われるが、R副画素11R、G副画素11G、B副画素11Bに共通のガンマ値 $_PIXEL$ が算出され、同一の補正演算が行われても良い。

【0154】

この場合、ある画素9のAPLデータ $APL_PIXEL(y, x)$ から、下記式：
 $_PIXEL = _STD + APL_PIXEL(y, x) \cdot \dots (11a')$

によってR副画素11R、G副画素11G、B副画素11Bに共通のガンマ値 $_PIXEL$ が算出される。更に、ガンマ値 $_PIXEL$ から、共通の補正点データ組 CP_L が算出される。補正点データ組 CP_L のガンマ値 $_PIXEL$ からの算出は、上述された、補正点データ組 CP_L^k のガンマ値 $_PIXEL^k$ （kは、“R”、“G”、“B”的任意）からの算出と同様にして行われる。更に、補正点データ組 CP_L が当該画素9の分散データ $_PIXEL^2(y, x)$ に基づいて修正されて、共通の補正点データ組 CP_sel が算出される。補正点データ組 CP_sel の算出は、上述された、補正点データ組 CP_L^k を当該画素9の分散データ $_PIXEL^2(y, x)$ に基づいて修正することによる補正点データ組 CP_sel^k の算出と同様にして行われる。R副画素11R、G副画素11G、B副画素11Bのいずれに対応する入力画像データ D_IN に対しても補正点データ組 CP_sel に基づく補正演算が行われて出力画像データ D_OUT が算出される。

【0155】

また、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、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、有機EL（electroluminescence）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。

【符号の説明】

【0156】

- | | | |
|-----|------------|--|
| 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 | |
| 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 | |
| 12 | ： TFT | |
| 13 | ： 画素電極 | |

10

20

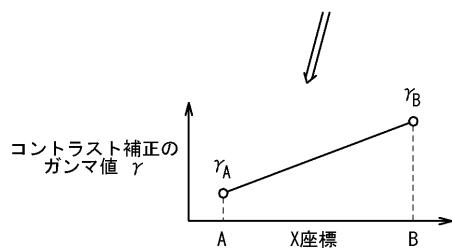
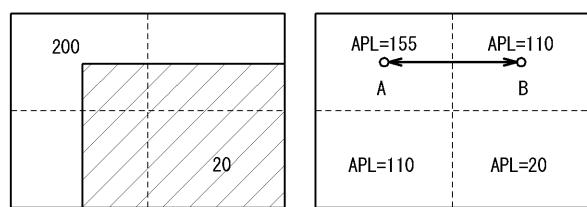
30

40

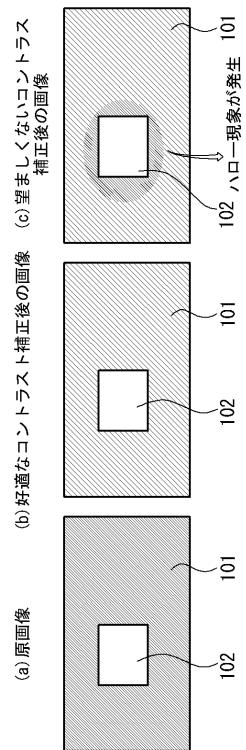
50

1 4	: 対向電極	
2 1	: インターフェース回路	
2 2	: 近似演算補正回路	
2 2 R、2 2 G、2 2 B	: 近似演算ユニット	
2 3	: 減色処理回路	
2 4	: ラッチ回路	
2 5	: 階調電圧発生回路	
2 6	: データ線駆動回路	
2 7	: タイミング制御回路	
2 8	: 特徴データ算出回路	10
2 8 a	: エリア別特徴データ算出部	
2 8 b	: 画素別特徴データ算出部	
2 9	: 補正点データ算出回路	
3 0	: 変化率フィルタ	
3 1	: A P L 算出回路	
3 2	: 変化率フィルタ	
3 3	: 二乗平均データ算出回路	
3 4	: 特徴データ計算結果格納メモリ	
3 5	: エリア別特徴データ格納メモリ	
3 6	: フィルタ処理後特徴データ算出回路	20
3 7	: フィルタ処理後特徴データ格納メモリ	
3 8	: 画素別特徴データ算出回路	
3 9	: 補正点データ加減算回路	
4 1	: 補正点データ組格納レジスタ	
4 2	: 選択回路	
4 3	: 補正点データ加減算回路	
1 0 1	: バックグラウンド	
1 0 2	: ウィンドウ	

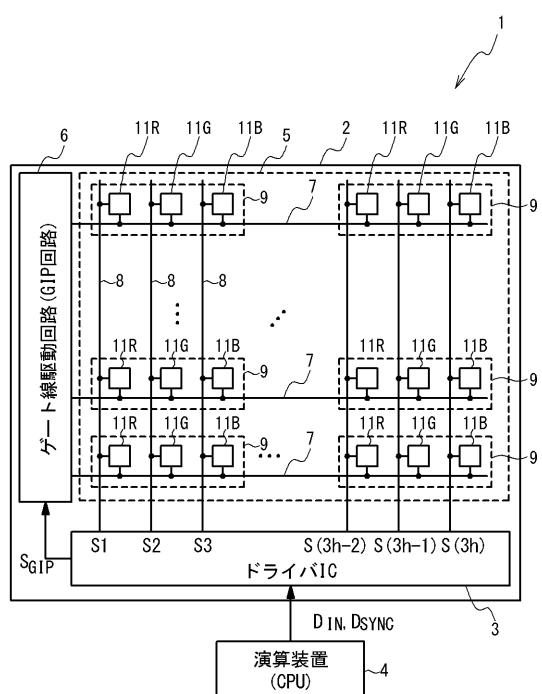
【図1】



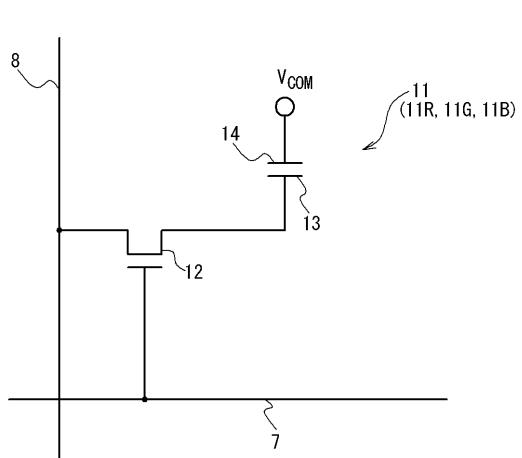
【図2】



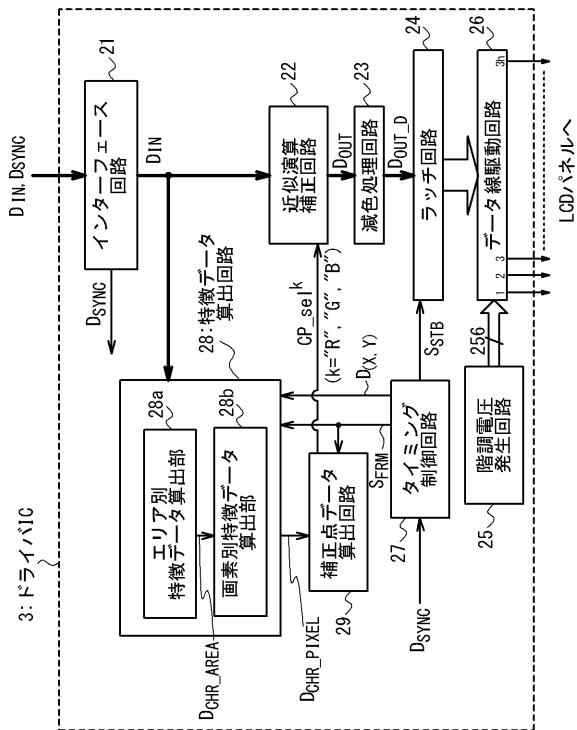
【図3】



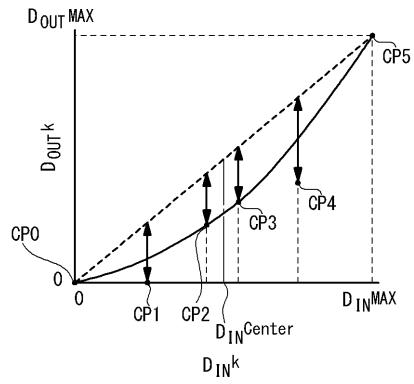
【図4】



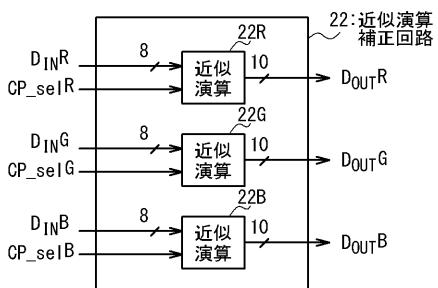
【 四 5 】



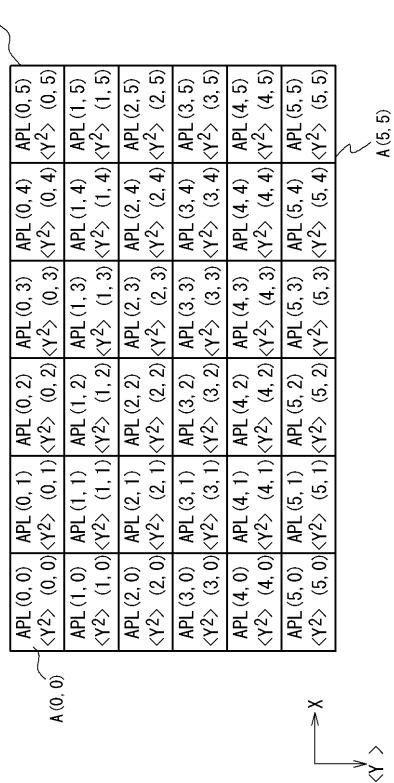
【図6】



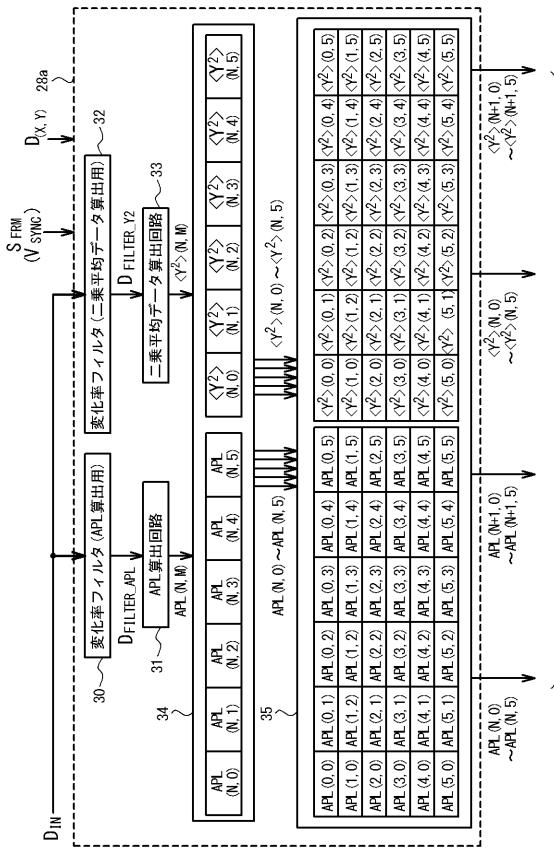
【 义 7 】



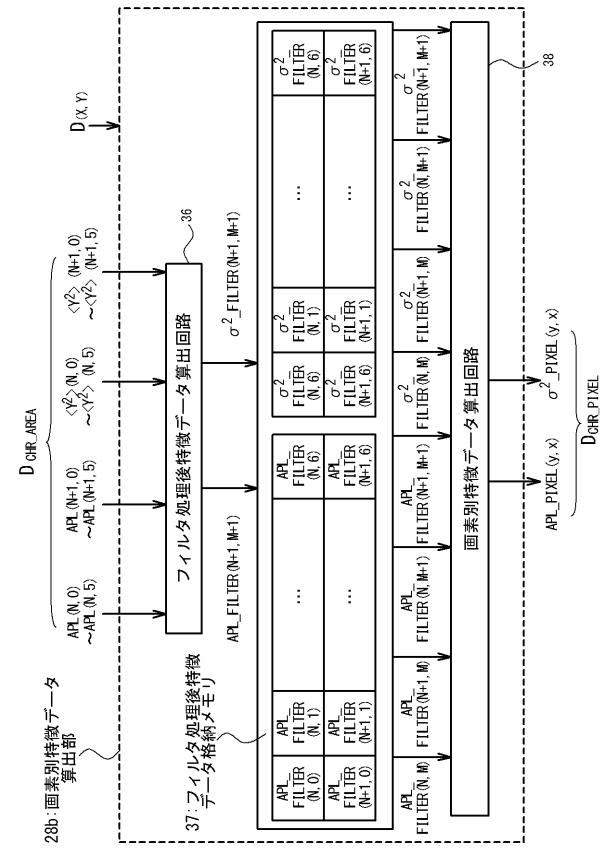
【 図 8 】



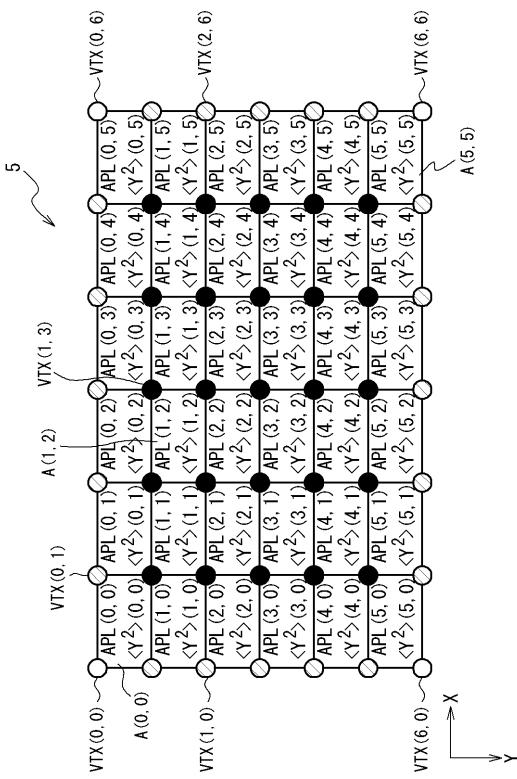
【図9】



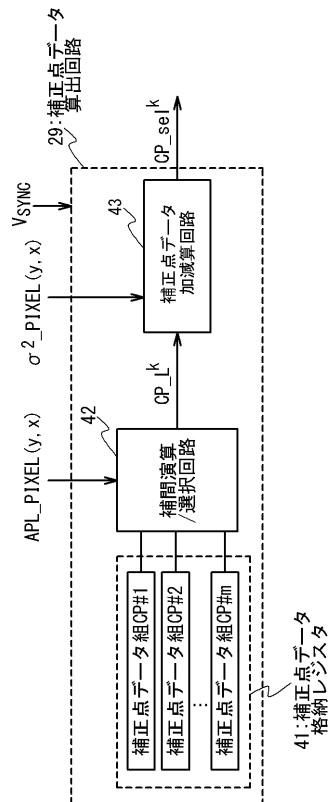
【図10】



【図11】

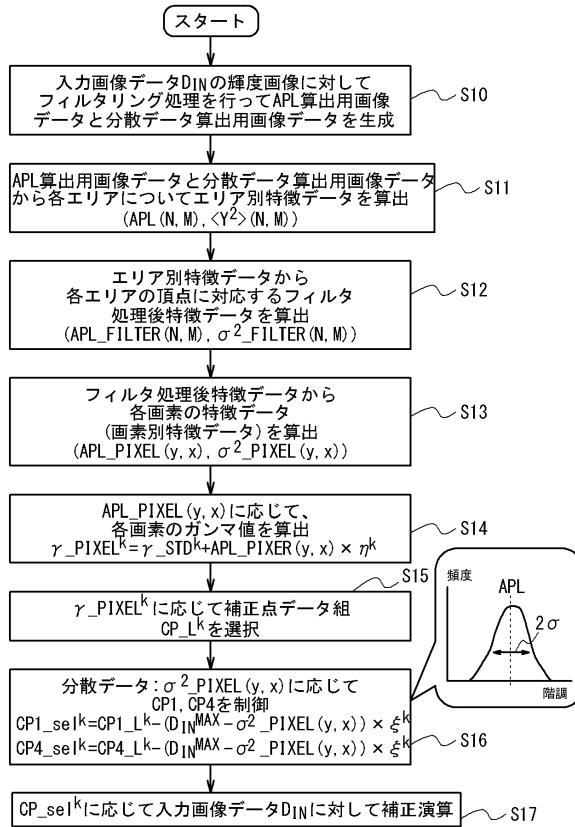


【図12】

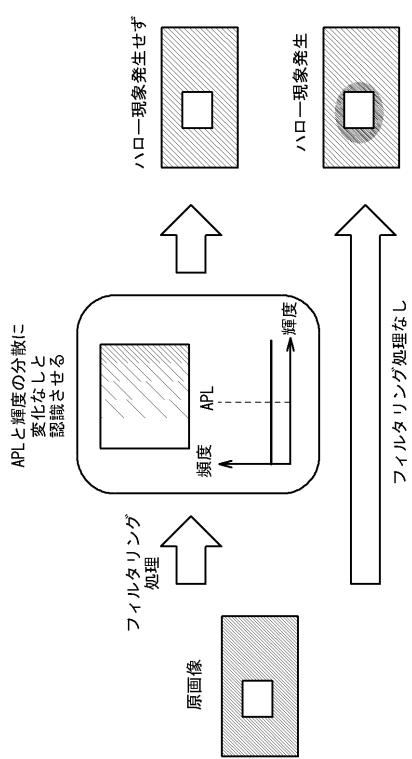
41:補正点データ
格納レジスタD_GCR_PIXEL
σ^2_PIXEL(y,x)

38

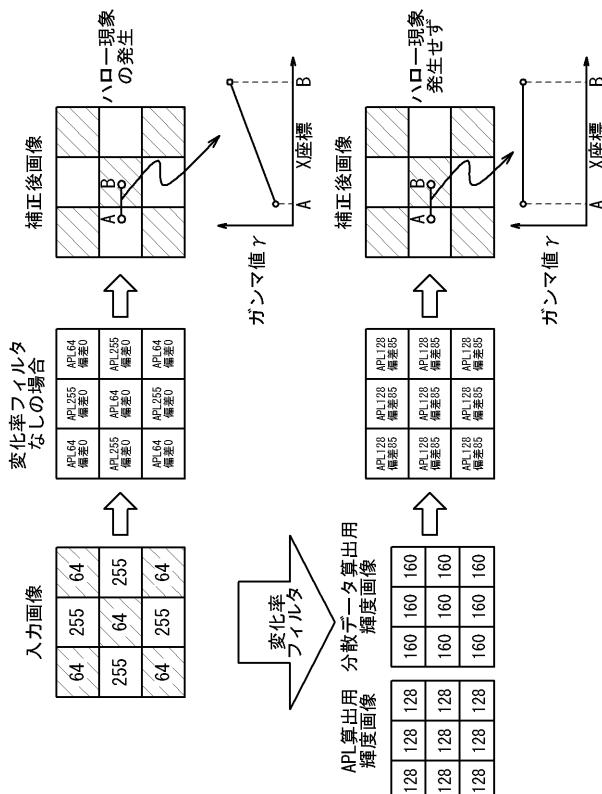
【図13】



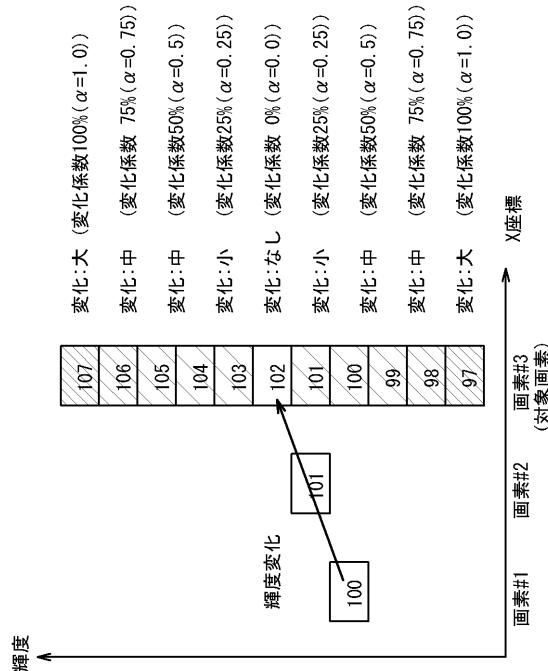
【図14】



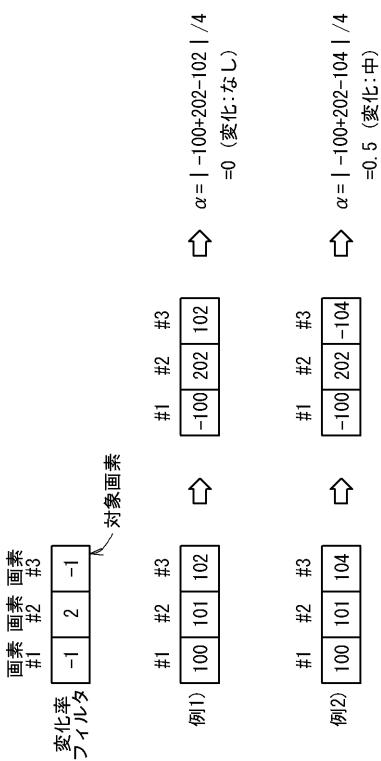
【図15】



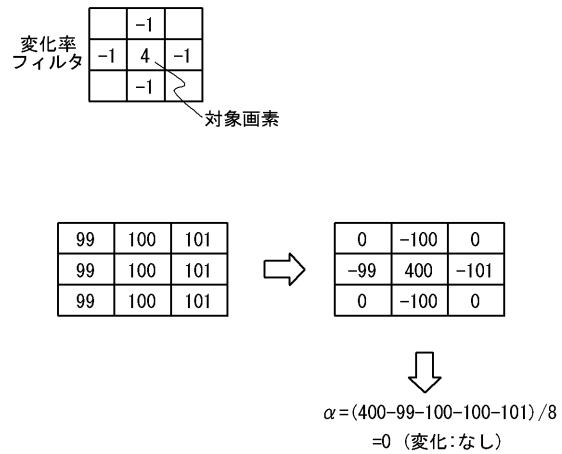
【図16】



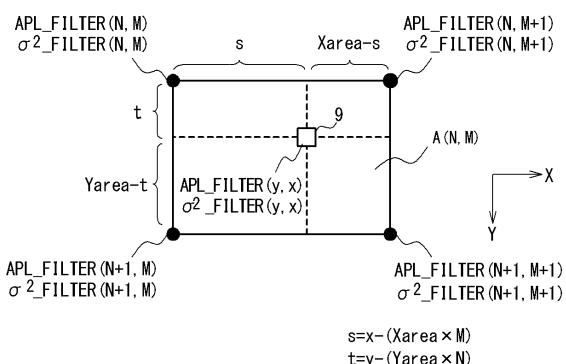
【図 17】



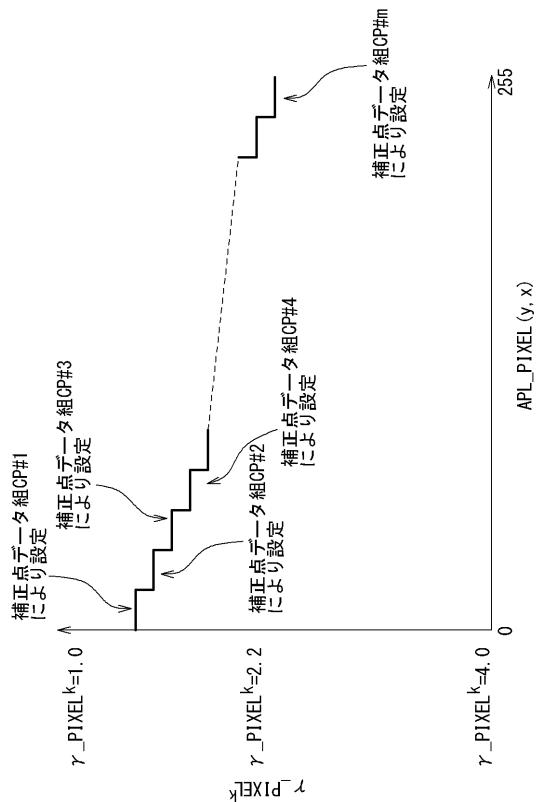
【図 18】



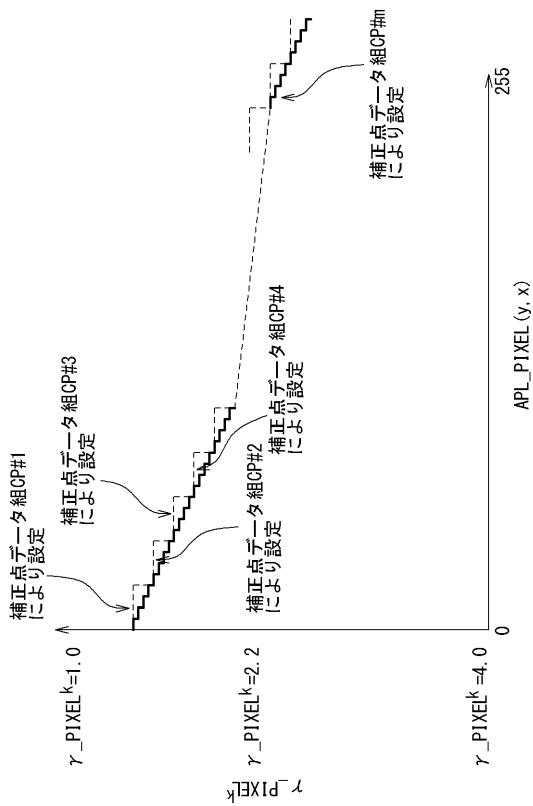
【図 19】



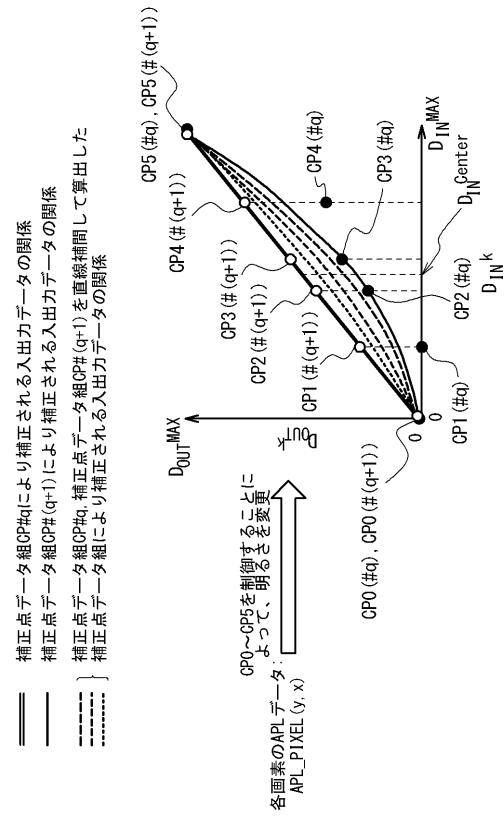
【図 20】



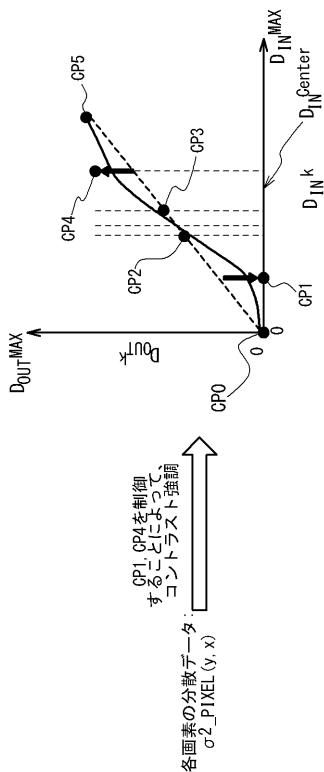
【図 2 1】



【図 2 2】



【図 2 3】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.

F I

G 09 G 3/20 6 4 2 E
G 09 G 3/20 6 4 2 A

(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 株式会社ルネサススピードライバ内

審査官 西島 篤宏

(56)参考文献 特開2008-263475 (JP, A)

特開2004-221644 (JP, A)

特開2012-032641 (JP, A)

米国特許出願公開第2009/0034867 (US, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G 09 G 3 / 00 - 5 / 42