

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4065780号
(P4065780)

(45) 発行日 平成20年3月26日 (2008. 3. 26)

(24) 登録日 平成20年1月11日 (2008. 1. 11)

(51) Int. Cl.	F I
G09G 3/36 (2006.01)	G09G 3/36
G02F 1/133 (2006.01)	G02F 1/133 545
G09G 3/20 (2006.01)	G02F 1/133 550
	G02F 1/133 575
	G09G 3/20 611E
請求項の数 18 (全 33 頁) 最終頁に続く	

(21) 出願番号	特願2002-559749 (P2002-559749)	(73) 特許権者	504011210
(86) (22) 出願日	平成13年12月20日 (2001. 12. 20)		エーユー オプトロニクス コーポレイシ ョン
(65) 公表番号	特表2004-525402 (P2004-525402A)		AU Optronics Corp.
(43) 公表日	平成16年8月19日 (2004. 8. 19)		台湾 シンチュウ, サイエンス-ベイスト インダストリアル パーク, リーシン ロード 2, ナンバー 1
(86) 国際出願番号	PCT/US2001/049538	(74) 代理人	100087398
(87) 国際公開番号	W02002/059685		弁理士 水野 勝文
(87) 国際公開日	平成14年8月1日 (2002. 8. 1)	(74) 代理人	100067541
審査請求日	平成15年9月16日 (2003. 9. 16)		弁理士 岸田 正行
(31) 優先権主張番号	09/771, 323	(74) 代理人	100103506
(32) 優先日	平成13年1月26日 (2001. 1. 26)		弁理士 高野 弘晋
(33) 優先権主張国	米国 (US)		
前置審査			
最終頁に続く			

(54) 【発明の名称】 液晶ディスプレイにおけるサブピクセルの輝度特性に基づくサブピクセル信号強度値の調節

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

複数のサブピクセルを持ったディスプレイ装置上に表示用画像を生成する方法であって、

信号強度値を、これに対応する輝度値で少なくとも一つの視野角方向において前記信号強度値の範囲に渡って前記サブピクセルの輝度の特性を示したものを、に関連付けている、輝度データを、デジタル様式にて提供するステップと、

前記画像のある部分のカラーを表している一グループのサブピクセル・データ要素を提供するステップで、前記サブピクセル・データ要素の各々がひとつの信号強度値から構成されるステップと、

明るい輝度値と暗い輝度値の間の中間トーンの輝度値の範囲におけるある輝度値を持った前記サブピクセルの数を減らすために、前記グループ中の前記サブピクセル・データ要素用の前記信号強度値を、前記輝度データに基いて修正するステップと、

前記グループ中の前記サブピクセル・データ要素用の前記修正された信号強度値を、前記ディスプレイ装置上での表示のために出力するステップと、

を有し、

前記修正するステップは、

ある信号強度値と、これに対応する少なくとも一つの視野角方向における当該サブピクセルの輝度の特性を示した輝度値と、の間の関連性をその各々が提供する、複数のエントリー（記入項目）を、第1のメモリに記憶するサブステップと、

ある目標信号強度値と、それに対応する前記目標信号強度値より上および下である一組の信号強度値と、の間の関連性をその各々が提供する、複数のエントリーを、第二のメモリに記憶するサブステップと、

前記グループの前記サブピクセル・データ要素の信号強度値に対応した、前記第1のメモリに記憶された特定の輝度値、を確認するサブステップと、

前記第1のメモリに記憶された特定の輝度値に基いて第1の輝度値を生成するサブステップと、

前記第1の輝度値に対応した、前記第1のメモリに記憶された第1の目標信号強度値、を確認するサブステップと、

前記第1の目標信号強度値に対応した、前記第2のメモリ内に記憶された特定の1組の信号強度値、を確認するサブステップと、

前記特定の1組の信号強度値に基いて、前記グループ内の前記サブピクセル・データ要素用の信号強度値を修正するサブステップと、を有する方法。

【請求項2】

前記グループ内の前記サブピクセル・データ要素が、前記画像内でお互いに隣合ったフル・ピクセルの要素である、請求項1に記載の方法。

【請求項3】

前記修正するステップが、
前記グループ内の前記サブピクセル・データ要素用の信号強度値を前記特定の1組の信号強度値に設定するステップ、
を更に有する、請求項1に記載の方法。

【請求項4】

前記第1の輝度値が前記メモリに記憶された特定の輝度値の平均輝度値を計算することによって導かれる、請求項1に記載の方法。

【請求項5】

前記修正するステップが、
一組の所定の判定基準を満足するために前記サブピクセル・データ要素を評価するサブステップと、
もし前記判定基準が満足されない場合には前記信号強度値を修正するサブステップと、
もし前記判定基準が満足される場合には前記信号強度値を維持するサブステップと、
を更に有する、請求項1に記載の方法。

【請求項6】

前記グループの前記サブピクセル・データ要素に対する修正された信号強度値をデジタル形式からアナログ形式のデータ信号へと変換する、デジタル - アナログ変換を実行するステップと、
アナログ形式のデータ信号を、前記グループの前記サブピクセル・データ要素に相当する画像の部分を表示するためにディスプレイ装置のサブピクセルに供給するステップと、
を更に有する、請求項1に記載の方法。

【請求項7】

ディスプレイ装置に不可欠な回路が前記デジタル - アナログ変換を実行し、アナログ形式でのデータ信号を前記ディスプレイ装置のサブピクセルに供給する、請求項6に記載の方法。

【請求項8】

前記ディスプレイ装置と有効につながったディスプレイ・サブシステムのディスプレイ・ロジックが、
前記輝度データをデジタル形式で提供し、
前記画像のある部分のカラーを表すサブピクセル・データ要素の前記グループを提供し、
前記輝度データに基いて、前記グループ内の前記サブピクセル・データ要素用の信号強度値を修正し、

10

20

30

40

50

前記ディスプレイ装置上での表示のために、前記グループの前記サブピクセル・データ要素用の前記修正された信号強度値を出力する、

請求項 1 に記載の方法。

【請求項 9】

各々のステップが、コンピュータ・システム上で動くアプリケーション・ソフトウェアによって実行される、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 10】

前記画像を表す前記サブピクセル・データ要素が行と列の配列（アレイ）に論理的に区分けされる、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 11】

サブピクセル・データ要素の前記グループが前記アレイの 1 つの行内にある一対のデータ要素を有する、請求項 10 に記載の方法。

【請求項 12】

サブピクセル・データ要素の前記グループが前記アレイの 1 つの列内にある一対のデータ要素を有する、請求項 10 に記載の方法。

【請求項 13】

サブピクセル・データ要素の前記グループが、前記アレイ内のデータ要素の 2 × 2 クワッド・ブロックを有するフル・ピクセルの要素である、請求項 10 に記載の方法。

【請求項 14】

前記修正するステップが、画像の表示に関して異なった視野角にわたる輝度の知覚可能な変動を緩和すること、を更に有する、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 15】

前記修正するステップが、画像の表示に関して異なった視野角にわたるカラーの知覚可能な変動を緩和すること、を更に有する、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 16】

デジタル処理装置によって読み出し可能であり、複数のサブピクセルを持つディスプレイ装置上に表示用画像を生成するための方法ステップを遂行するデジタル処理装置によって実行可能な命令プログラムを明白に具現化できる、プログラム可能記憶装置であって、

信号強度値を、これに対応する輝度値であって少なくとも一つの視野角方向において前記信号強度値の範囲に渡っての前記サブピクセルの輝度の特性を示したものの、に関連付ける輝度データをデジタル形式にて提供する方法ステップと、

前記画像のある部分のカラーを表している一グループのサブピクセル・データ要素を提供する方法ステップであって、前記サブピクセル・データ要素の各々は一つの信号強度値からなる方法ステップと、

明るい輝度値と暗い輝度値の間の中間トーンの輝度値範囲におけるある輝度値を持った前記サブピクセルの数を減らすために、前記グループ内の前記サブピクセル・データ要素用の前記信号強度値を、前記輝度データに基いて修正する方法ステップと、

前記グループの前記サブピクセル・データ要素用の前記修正された信号強度値を、前記ディスプレイ装置上での表示のために出力する方法ステップと、

を有し、

前記修正する方法ステップは、

ある信号強度値と、それに対応する少なくとも一つの視野角方向における当該サブピクセルの輝度特性を示した輝度値と、の間の関連性をその各々が提供する、複数のエントリー（記入項目）を、第 1 のメモリに記憶するサブステップと、

ある目標信号強度値と、それに対応する前記目標信号強度値より上および下である一組の信号強度値と、の間の関連性をその各々が提供する、複数のエントリーを、第 2 のメモリに記憶するサブステップと、

前記グループの前記サブピクセル・データ要素の信号強度値に対応した、前記第 1 のメモリに記憶された特定の輝度値、を確認するサブステップと、

前記第 1 のメモリに記憶された特定の輝度値に基いて第 1 の輝度値を生成するサブステ

10

20

30

40

50

ップと、

前記第 1 の輝度値に対応した、前記第 1 のメモリに記憶された第 1 の目標信号強度値、を確認するサブステップと、

前記第 1 の目標信号強度値に対応した、前記第 2 のメモリ内に記憶された特定の 1 組の信号強度値、を確認するサブステップと、

前記特定の 1 組の信号強度値に基づいて、前記グループ内の前記サブピクセル・データ要素の信号強度値を修正するサブステップと、

を有する、プログラム可能記憶装置。

【請求項 17】

前記グループ内の前記サブピクセル・データ要素が、前記画像内でお互いに隣合ったフル・ピクセルの要素である、請求項 16 に記載のプログラム可能記憶装置。

10

【請求項 18】

前記第 1 の輝度値が、前記メモリに記憶された特定の輝度値の平均輝度値を計算することによって導かれる、請求項 16 に記載のプログラム可能記憶装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

当該発明は、液晶ディスプレイ（LCD）に関するものであり、特に液晶ディスプレイの視野角特性の改善に関するものである。

【背景技術】

20

【0002】

現代のほとんどの液晶ディスプレイ・パネルは、明るい状態と暗い状態の間のサブピクセルの信号強度値のある範囲に渡って、粗末な視野角特性（視野角の関数としてのカラー・シフト（色味のずれ）やレベル（階調レベル）反転）に悩まされている。これらのディスプレイで用いられる各種の液晶モードのうち、最も広く使われているのがツイステッド・ネマティック・モード（TNモード）であり、（このモードは）他のモードに比べて視野角特性がより粗末である。典型的にはノーマリー・ホワイト・モードが使用されるので、完全に明るい状態が低印加電圧に対応し、完全に暗い状態が高印加電圧に対応する。

ディスプレイ画素は一般にピクセルと呼ばれており、各々のピクセルは通常 3 つのサブピクセル、即ちレッド（赤）、グリーン（緑）、およびブルー（青）のサブピクセルの集まりで構成される。典型的な LCD はストライプ・ピクセル構成をとっており、即ちピクセルの形は正方形で、すべてのサブピクセルは高さがピクセルいっぱい分、幅がピクセルいっぱい分の 3 分の 1 である縦ストライプの形をしている。ノーマリー・ホワイト・モードにおいては、一色当り 8 ビットのドライバを用いると、最も高い印加電圧が信号強度値ゼロに対応し、最も低い印加電圧が信号強度値 255 に対応する。信号強度値はまた、デジタル・ピクセル・レベルとも、デジタル・アナログ変換値（DAC 値）とも呼ばれる。

30

【0003】

粗末な視野角特性は、液晶のセル・ギャップに電圧が印加された時の異なった角度における光の透過度の変動に起因している。ディスプレイの表面に対して垂直に入射する視野角においては、一般にガンマ曲線と呼ばれるが、およそベキ乗則に従って、デジタル・ピクセル・レベルに応じて輝度が増加する。図 1 は垂直入射における輝度とデジタル・ピクセルレベルとの間の関係を表す理想化されたガンマ曲線である。視野角が垂直入射から離れていくに従い、ガンマ曲線は歪んでゆく。ある所定のデジタル・ピクセル・レベルに対しては、視野角に伴って輝度が大きく変動する。図 2 は、全ての視野角に渡っての相対輝度の変化の一般的傾向を、デジタル・ピクセル・レベルの関数として示したものである。輝度の変化はピクセル・レベルと単調な相関関係には無く、暗い状態と明るい状態との間のどこかのある範囲のピクセル・レベルにおいて最大の変化が起っている。

40

【0004】

50

Ohiらによる米国特許 第 5 8 4 7 6 8 8 号では、一つおきのフレーム毎に新しいアナログ参照電圧一式をデータ・ドライバに与える手法について述べられている。これは、パネルの駆動電子回路に追加の特別な回路が付加されることを必要とする。うまく動作するためには、この方法は異なったガンマ曲線用の参照電圧が 2 以上のフレーム毎に切り替えられることを必要とする。これは、正負両電圧を連続してピクセルに供給するために必要である。もしフレーム・レートが 6 0 H z であるならばガンマ曲線の切り換えレートは 3 0 H z 以下になることになる。もし視野角特性を改善する要求に応じて行った 2 種類のガンマ曲線間での輝度変調の程度が十分に大きいならば、フリッカー（画面のちらつき）が発生することになる。人間のフリッカーに対する視覚感度は約 1 0 H z でピークであり、3 0 H z における感度は非常に大きい。これに対し、もし液晶の応答速度が、2 フレーム時間内に完全に応答するのに十分な速さを持っていないならば、液晶ダイレクタ（液晶分子の配向ベクトル）はセル構造内の平均の位置に留まることになり、輝度は時間と共に変化しないことになる。結果としての輝度値は 2 種のガンマ曲線の平均値となり、視野角特性におけるいかなる改善もおこなわれないことになる。

【 0 0 0 5 】

Ikezakiらによる米国特許 第 5 4 8 9 9 1 7 号では、レベル反転を押えるために、最も低い参照電圧を引き上げることで参照電圧一式を通常の状態から変化させる手法について述べられている。通常のラビング（液晶分子の配向のための薄膜表面をこする操作）と偏光膜構造を伴った TN モードの LCD においては、この方法は上向き方向（下向き視線方向）のみにおいてしか視野角を改善しない。レベル反転の状況は下向き方向（上向き視線方向）の方がより強烈であるため、本方法では縦方向の視野角特性における最も目立つ欠陥に対処していない。当該方法は参照電圧の全範囲を減少させることを必要とし、それはパネルのダイナミック・レンジやコントラスト比を著しく低減させる。

【 0 0 0 6 】

S I D 会報 2 7 / 4 巻（ 1 9 8 6 年 ） 3 0 5 ~ 8 ページ「Halftoning Techniques Using Error Correction」において G.S. Fawcett 及び G.F. Schrack は、限られた階調表現能力を持ついかなる装置、ディスプレイ、あるいはプリンターにおいてでもハーフトーン画像を作り出すための一般的なアルゴリズムについて記述している。Feigenblattらによる米国特許 第 5 2 5 4 9 8 2 号では、比較的信号強度の階調値の数が少ない LCD を対象としていた、時間的に変化する位相シフトを用いたハーフトーン手法について述べられている。Fawcettらや Feigenblattらの目的は両者とも、限られた階調表現能力を持つ装置でほとんど連続的なトーンの画像を作り出すことである。本発明は、十分な階調表現能力を持った LCD での使用を対象としており、この能力の長所を十分に活かしている。最終的に、Fawcettらや Feigenblattらによる手法は、ハーフトーンの処理を用いて視野角特性の改善を行う方法は提供していない。

【 0 0 0 7 】

ハネウエル及びホシデン・コーポレーションの両者によってなされた研究においては、TN モードの TFT LCD の許容できる視野角の範囲を広げるために分割ピクセル構造が用いられてきた。この研究は、Sarmaらによる S I D ダイジェスト（ 1 9 8 9 年 ） 1 4 8 ~ 1 5 0 ページ「Active-Matrix LCDs Using Gray-Scale in Halftone Methods」、Sarmaらによる S I D ダイジェスト（ 1 9 9 1 年 ） 5 5 5 ~ 5 5 7 ページ「A Wide-Viewing-Angle 5-in.-Diagonal AMLCD Using Halftone Grayscale」、Sunataらによる Int. Display Res. Conf. 会議資料（ 1 9 9 1 年 ） 2 5 5 ~ 2 5 7 ページ「A Wide-Viewing-Angle 10-Inch-Diagonal Full-Color Active Matrix LCD Using a Halftone-Grayscale Method」、および Ugaiらによる Electronics and Communication in Japan 第 2 部 8 0 巻 第 5 号（ 1 9 9 7 年 ） 8 9 ~ 9 8 ページにおいて記述された。この研究の要約はまた、Ohiらによる米国特許 第 5 8 4 7 6 8 8 号においても与えられている。この手法では、各サブピクセルは 2 個のより小さな分割サブピクセルに分けられる。2 個の分割サブピクセルに対し異なったピクセル電圧を与えるために、2 つの分割サブピクセルの異なる負荷容量と組合せて追加の蓄積容量が利用される。このように、2 つの分割サブピクセルの組合せ

10

20

30

40

50

に対して印加される所定のサブピクセル電圧に対して、当該分割サブピクセルの（光の）透過は同じではない。この手法は当該著者らによって「ハーフトーン階調方式」として記述されている。当該方式は、一方の分割サブピクセルが他方よりも明るいという点においてハーフトーンである。両分割サブピクセルに印加される電圧の比は両容量の比としてなぞらえるので、電圧の比は全てのサブピクセルのレベルにおいてほぼ同じになることになる。所定のサブピクセル電圧と別のより低いサブピクセル電圧とに対し、当該2つの小サブピクセルの透過特性および視野角特性は同じでは無い。2つの小サブピクセルからの光を混ぜ合わせるにより、視野角特性もまた混ぜ合わさり、単一サブピクセルの場合と比べて改善される。このアプローチの主な欠点は、ガラス・パネル上のアレイ（画素配列）内に特別なサブピクセル構造を必要とするということである。今日までこの技術は、 $159\mu\text{m} \times 477\mu\text{m}$ ほどの小ささのサブピクセルを含む航空機キャビン娯楽用ディスプレイにうまく適用されてきた。ピクセル面積が減少するに従い、追加の蓄積容量及び分割ピクセル構造は実現するのが著しく困難になる。このことは、多数でかつ密度の高いピクセルが必要とされるコンピュータ情報ディスプレイに本アプローチが適用できる範囲を限定する。例えば、200ピクセル/インチのディスプレイはおおよそ $42\mu\text{m} \times 126\mu\text{m}$ のサブピクセル寸法を必要とする。

【0008】

OguraらによるSIDダイジェスト（1992年）593～596ページ「A Wide-Viewing-Angle Gray-Scale TFTLCD Using Additive Gray-Level Mixture Driving」においては、付加的なグレイ・レベル混合駆動を用いることによってTFTLCDの視野角特性を改善する手法が述べられている。その動作においては、奇数番目の列にあるピクセルは、偶数番目の列にあるピクセルとは異なった電圧を印加される。列間の電圧差は液晶材のしきい値電圧よりわずかに低い定数値で与えられる。当該手法はデュアル・バンクのデータ・ドライバ配置を必要とし、交互の列がそれぞれアレイの上側及び下側のデータ・ドライバ・チップに接続される。更に、当該上部と下部の各バンクのデータ・ドライバ・チップにはそれぞれ異なる参照電圧一式が供給されなければならない。このアプローチはノーマリー・ホワイト、ツイステッド・ネマティック、OモードLCDに適用された。

縦方向の視野範囲が約10度増加することがわかった。この論文には、一对のピクセル列を組み合わせることで視野角特性を改善できることがわかったことが表されている。

当該手法の一つの欠点は特別なガラス上の構造、即ちデュアル・バンク構造が必要であるということである。制御用電子回路もまた追加の参照電圧一式を提供できるよう修正されなければならない。今一つの問題は、列ピクセル電圧間が一定のオフセットでは、すべてのレベルに対して、両方の列が同じピクセル電圧を持つ場合に匹敵するほどの輝度を得られないであろうということである。これは、すべてのツイステッド・ネマティック・モードのLCDに特有であるS字型（光）透過対電圧特性の結果である。入力ピクセル・データに関係なく一定のオフセット電圧を持つことはまた、繊細な画像パターンで問題を引き起こす。チェッカーボードあるいは交互に並ぶ列のような画像パターンは正確に描画されないであろう。ピクセル・データがオフセット電圧に一致するような特定のパターンでは、輝度が倍になるかあるいは全く消えてしまうかもしれないかのいずれかが起り得る。

【0009】

液晶ディスプレイの視野角特性を改善するその他の手法は、修正されたあるいは特別な、ピクセル構造、液晶モード、あるいはパネル・アレイ内の配線を必要とする。その他の手法の例としては、デュアル・ドメインTNモード、マルチ・ドメイン垂直配列（MVA）、及びイン・プレーン・スイッチング（IPS）がある。ガラスのパネル内に特別な構造を必要とするこれらの手法は、特別な構造を避けた手法よりも本質的に開発や製造のコストが高い。IPSモードは一般に動作時に他のモードよりも多くの電力を必要とする。それ故、これらの手法は、ノートブック・コンピュータのディスプレイよりもデスクトップ・モニターに対して、より一般的な適用性を持っている。更には、特別なピクセル構造により総有効面積の多くの部分が視野角を改善する目的に割かれてしまうので、

10

20

30

40

50

これらのアプローチの多くは一般に高精細のピクセル・アレイには拡張できない。残りの部分は、ピクセルの面積が減少するに連れ、設計時に達成できる開口面積を制限する。

複雑なピクセル構造はまた、高歩留まりで製造するのが困難である。

【特許文献1】Ohi他、米国特許 第5847688号

【特許文献2】Ikezaki他、米国特許 第5489917号

【非特許文献1】G.S. Fawcett及びG.F. Schrack、SID会報27/4巻(1986年)305~8ページ「Halftoning Techniques Using Error Correction」

【特許文献3】Feigenblatt他、米国特許 第5254982号

【非特許文献2】Sarma他、SIDダイジェスト(1989年)148~150ページ「Active-Matrix LCDs Using Gray-Scale in Halftone Methods」 10

【非特許文献3】Sarma他、SIDダイジェスト(1991年)555~557ページ「A Wide-Viewing-Angle 5-in.-Diagonal AMLCD Using Halftone Grayscale」

【非特許文献4】Sunata他、Int. Display Res. Conf.会議資料(1991年)255~257ページ「A Wide-Viewing-Angle 10-Inch-Diagonal Full-Color Active Matrix LCD Using a Halftone-Grayscale Method」

【非特許文献5】Ugai他、Electronics and Communication in Japan 第2部 80巻 第5号(1997年)89~98ページ

【非特許文献6】Ogura他、SIDダイジェスト(1992年)593~596ページ「A Wide-Viewing-Angle Gray-Scale TFTLCD Using Additive Gray-Level Mixture Driving」 20

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

従って、当該技術分野において、現代の液晶ディスプレイ・パネルの、特にノートブック・コンピュータのディスプレイ用の、視野角特性を改善する効果的で低コストの仕組みを提供する必要性が残る。

【課題を解決するための手段】

【0011】

本発明の方法および装置は、液晶ディスプレイの視野角特性を改善するための非常に低コストの方法を提供する。本発明は、パネルのサブピクセルの非理想的な輝度特性を考慮に入れたディザリング手法を用いることでディスプレイのサブピクセルの(デジタル形式における)信号強度値を修正し、その結果、広範囲の視野角に渡るレベル反転やカラー・シフトを抑えるか除去することで表示画像を改善する、効率的な機構を提供する。 30

【0012】

本発明によれば、パネルに供給されるデータは修正され、それ故、実施するのが高価で困難な、液晶セル、ピクセル構造、あるいはガラス・パネルを修正したり変更したりする必要は無い。本発明は、ディスプレイ・サブシステム、ディスプレイ・モジュール内のコントローラ電子回路、あるいはオペレーティング・システムやアプリケーション・ソフトウェアの中で実施することができる。ピクセルの精細度が増すに従い、本手法の画質と全般的な性能は向上する。物理的なピクセル構造の変更を必要とする他手法と違って、本発明はピクセル精細度が増すに連れ実施するのが容易になる。当該手法はガラス・パネル内に特別な構造を必要としないし、十分な階調表現能力を持ったLCDでの使用を対象としており、そのパネルの十分なダイナミック・レンジと同様にその能力を十分に活用している。それに加え、以下により詳細に述べるように、テキスト、線画、あるいはその他の情報を含んだ画像データを維持することができる。データのみが改められるので、当該方法あるいは機構は、その機能を完全に止めたりあるいは視野角特性をどこまで変更するかを改めたりする選択機能付きでユーザーによってコントロールすることができる。本発明においては、視野角に伴う輝度変化とカラー変化の両方が低減される。 40 50

【0013】

本発明は、視野角特性を改善するだけでなく、サブピクセルの色を振舞いの良い状態の範囲に限定することで、描画できる色の数を減らすこと無しにカラー・マネジメントやカラー・コントロールを改善する、ということのために用いることもまた可能である。

【0014】

本手法は視野角によるばらつきがあるいかなる液晶ディスプレイに適用することも可能である。例としては、薄膜トランジスタ液晶ディスプレイ(TFTLCD)、もしくはアクティブ・マトリックス液晶ディスプレイ(AMLCD)として知られるものがある。アレイ内のピクセルをアドレス指定するアクティブ薄膜トランジスタ・デバイスは、アモルファス・シリコン(a-Si)、多結晶シリコン(poly-Si)、単結晶シリコン、あるいは有機物質といったいかなる物質からでも作ることも可能である。当該発明はまた、パッシブ・マトリックスLCD、もしくはスーパー・ツイステッド・ネマティック液晶ディスプレイ(STN LCD)や強誘電体LCDとして知られるものと言った、他の種類の液晶ディスプレイ装置にも適用可能である。

【0015】

本発明による改善された画像を生成する方法においては、ある画像のデータ要素に関連する信号強度値が、明るい信号強度値と暗い信号強度値の間の中間トーンの信号強度値の個数を減らすように修正される。信号強度値は、液晶ディスプレイの少なくとも1つの視野角における、信号強度に対するサブピクセル輝度の相関関係に従って修正される。信号強度値はまた、画像のデータ要素に関する他の明確な条件に従っても修正される。例えば、画像のある部分のデータ要素がある判定基準を満たすならば、信号強度値の修正はされない。

【0016】

ある実施の形態において、LCDディスプレイの少なくとも1つの視野角方向におけるサブピクセルの信号強度値と輝度値の間の関連付けを提供する第1の複数個のエントリー(記入項目)が与えられる。更に、目標信号強度値と、中間トーンの信号強度の範囲外の信号強度値と、の間の関連付けを提供する第2の複数個のエントリーが与えられる。画像データ用の第1の複数個のエントリーを用いてサブピクセル信号強度値から第1の輝度値を生成することによって、そして第1の複数個のエントリーを用いてその輝度に対応する目標信号強度を特定することによって、更に第2の複数個のエントリーを用いて中間トーンの範囲外の信号強度を特定することによって、信号強度値が中間トーン値の個数を減らすように修正される。

【0017】

本発明による実施の装置はディスプレイ・コントローラの電子回路にあるピクセル・データ・プロセッサであり、ディスプレイ・パネル・モジュールに含まれる特殊用途向け集積回路(ASIC)の一部として具現化される。ピクセル・データ・プロセッサは、明るい信号強度値と暗い信号強度値の間の中間トーンの信号強度値の個数を減らすように、ある画像のデータ要素に関連した信号強度値を修正する。信号強度値は、液晶ディスプレイの少なくとも1つの視野角ないしは視野角範囲における、信号強度に対するサブピクセル輝度の相関関係に従って修正される。

【0018】

本発明の上記やその他の特徴や長所は、付随の図面に関連した当該発明の実施の形態の以下の記述により明らかになるであろう。

【発明を実施するための最良の形態】

【0019】

本発明を具現化する模範的なシステムの全体的なアーキテクチャを図3に表す。ここに示されたように、コンピュータ・システム100は、作動時にシステム・メモリ104や他のコンポーネントにシステム・バス106を介して結合されるプロセッサ102を含んでいる。システム・メモリ104には、コンピュータ・システム100のオペレーティング・システムや、もし必要ならアプリケーション・ソフトウェアを記憶するランダム・

10

20

30

40

50

アクセス・メモリ 104 が含まれる。記述上、システム・バス 106 は単一のバスとして示されているが、当該技術分野に精通しているものであれば、当該システム・バスは、コンピュータ・システム 100 のアーキテクチャおよび設計によって決まる 1 つ以上のバス（異なったバス・プロトコルを用いることがある）から成ることがあることは容易に明らかである。例えば、システム・バス 106 は、現代のインテル準拠のアーキテクチャ・システムにおいて典型的であるように、階層的様式で体系化された複数のバスからなることがある。オペレーティング・システムおよびアプリケーション・ソフトウェアは、一般的に固定ディスク・ドライブやその他の不揮発性メモリといった固定記憶装置 109 からシステム・メモリ 104 にロードされる。更に、オペレーティング・システム及びアプリケーション・ソフトウェアは、モデム、ローカル・エリア・ネットワーク・アダプターのネットワーク、ワイド・エリア・ネットワーク・アダプター、あるいはその他の通信装置といった通信アダプター（図示せず）を介してネットワーク・リソースからシステム・メモリ 104 にロードされることがある。入出力（I/O）装置 108 は、作動時にシステム・バス 106 を介してプロセッサ 102 に結合される。I/O 装置 108 には、キーボード、テキスト入力用のテンプレートやタッチ・パッド、マウスやトラックボールあるいはユーザー入力用ライト・ペンといったポインティング・デバイス、および音声入力用の音声認識が含まれることがある。

【0020】

オペレーティング・システムはコンピュータ・システム 100 のハードウェア・リソースの割当てと使用を制御し、アプリケーション・ソフトウェアが構築される土台となる。アプリケーション・ソフトウェアは、オペレーティング・システムおよび特定タスク実行用のユーザー入力と連動して動作する。アプリケーション・ソフトウェアの例にはワード・プロセッサ、スプレッドシート（表計算）・プログラム、ウェブ・ブラウザー、ビデオ・プレイヤー、3-D（3次元）モデリング及びナビゲーション・ソフトウェア、3-D ゲーム・ソフトウェア、などがある。

【0021】

コンピュータ・システム 100 は、プロセッサ 102 とシステム・メモリ 104 にシステム・バス 106 を介してインターフェースするディスプレイ・サブシステム 110 を含んでいる。一般に、ディスプレイ・サブシステム 110 は、プロセッサ 102 により生成されシステム・バス 106 を介してディスプレイ・サブシステム 110 に転送されたコマンドに基き、ディスプレイ装置 112 上で表示用の画像を生成するように動作する。

【0022】

オペレーティング・システムには、ディスプレイ装置上で表示用の画像を生成する目的でコマンドやデータをディスプレイ・サブシステム 110 に転送するために、オペレーティング・システムの他の部分やアプリケーション・ソフトウェアで使用される、プログラミング・インターフェース（以後、グラフィクス・プログラミング・インターフェースと呼ぶ）の実施が含まれる。より具体的には、オペレーティング・システムまたはアプリケーション・ソフトウェアは、（テキスト・データ、ビットマップ・ピクセル・データ、3次元グラフィクス・データといった）データを、ディスプレイ・サブシステム 110 での使用に適した形にてシステム・メモリ 104 にロードするため、グラフィクス・プログラミング・インターフェースと連動して機能する。更に、オペレーティング・システムまたはアプリケーション・ソフトウェアは、ディスプレイ・サブシステム 110 での使用に最適な形のデータに関連するコマンドを生成するため、グラフィクス・プログラミング・インターフェースと連動して機能し、システム・バス 106 を介して当該コマンドをディスプレイ・サブシステム 110 に転送する。ディスプレイ・サブシステム 110 は、ディスプレイ装置上に表示用の画像データを生成するためのコマンドによって指示された演算を実行する。ディスプレイ・システムに転送されるコマンドは、例えば、直線を描画するコマンド、ウィンドウを描画するコマンド、ビットマップ画像を面描画するコマンド、3次元画像を面描画するコマンド、ビデオ・ストリームを解読するコマンド、等のことがある。ディスプレイ装置 112 がピクセルを表示するのに、（CRTディスプレイ装

10

20

30

40

50

置のような)ラスタ・スキャン手法が利用されるかもしれないし、あるいは(液晶/TF Tディスプレイ装置のような)アレイ・スイッチング手法が利用されるかもしれない。

【0023】

以下に述べるように、本発明のディスプレイ・サブシステム110は、例えば、少なくとも1つのプログラマブル・シーケンサ(プログラム可能な順序論理回路)を含むゲート・アレイやチップ・セット、メモリ、整数演算処理ユニット、そして必要なら浮動小数点ユニット、としてハードウェアに実現されることがある。更に、ディスプレイ・サブシステム110は並列またはパイプラインのアーキテクチャを備えることがある。別の方法では、ディスプレイ・サブシステム110は、プロセッサを伴ってソフトウェアに実現することがある。当該プロセッサは、従来型の汎用プロセッサであるかもしれないし、ホスト・プロセッサ102の一部であるかもしれないし、あるいはホスト・プロセッサ102に組み入れられたコプロセッサの一部であるかもしれない。

10

【0024】

ディスプレイ・サブシステム110の一例を図4に示す。より具体的には、模範的なディスプレイ・サブシステム110は、ディスプレイ・サブシステム110の他の要素により実行される操作を管理するコントロール・プロセッサ200(図示せず)を備える。ディスプレイ・サブシステム110はホスト・インターフェース202を介してシステム・バス106に接続され、システム・バス106の通信プロトコルを実行することによりシステム・バス106に対するデータの読み書きを行う。

20

【0025】

ディスプレイ・サブシステム110は、ディスプレイ装置112上での表示用の画像データを生成するためにシステム・バス106を介して受け取ったコマンドによって指示される操作を実行するディスプレイ・ロジック(論理回路)を備える。ディスプレイ・ロジック204は、マイクロプロセッサを備えているかもしれないし、あるいはある特定の種類の操作を実行するための特殊用途のハードウェアを備えているかもしれない。

【0026】

ディスプレイ・ロジック204により生成される画像データは、メモリ・コントローラの制御の下にフレーム・バッファ206に記憶される。更に、フレーム・バッファ206の内容はメモリ・コントローラ208とホスト・インターフェース202とを介してシステム制御プロセッサに読み戻されたり転送されることが可能である。

30

【0027】

フレーム・バッファ206は、一般的にディスプレイ装置112の各ピクセル用の(デジタル形式の)カラー・データを記憶するのに十分なメモリを持っている。従来より、カラー・データは、各ピクセルのレッド、グリーン、およびブルー(r、g、b)の色を表している3組のビット列(例えば、3つの8ビット整数値)で構成されている。従来より、フレーム・バッファ206は、各々がnビットの深さの行と列のからなるマトリクス(行列)形式で配置されており、特定の行と列のアドレスがディスプレイ装置112上のピクセルの位置に対応している。更に、ディスプレイ・サブシステム110は2つのフレーム・バッファを備えることがある。従来のシステムにおいては、当該(2つの)フレーム・バッファの内的一方が動作中の表示部分としての機能を果たし、一方でもう一方のフレーム・バッファは後に続く表示のために更新される。どちらのフレーム・バッファも、システム100の必要に応じて動作状態から非動作状態へ切り替わることがあるが、切り替えを完遂する特定の方法については本発明とは関係がない。

40

【0028】

ディスプレイ・サブシステム110はまた、ピクセル・データのフレーム・バッファ206からディスプレイ装置112への転送を制御するビデオ・タイミング信号を生成するビデオ・タイミング・ロジック214をも備える。より具体的には、ビデオ・タイミング・ロジック214は、ピクセル・クロック信号、水平同期信号(あるいはHSYNCH信号)、そして垂直同期信号(VSYNCH)を生成する。ピクセル・クロック信号は、

50

ディスプレイの所定のライン（行）のピクセル間の（時間）経過を表している。HSYNCH信号は、ディスプレイ装置のあるラインから次のラインまでの（時間）経過を表しており、またVSYNCH信号はディスプレイ装置のあるフレーム（即ち、あるフレームの最後のライン）から次のフレーム（即ち、次のフレームの最初のライン）までの（時間）経過を表している。

【0029】

ビデオ・タイミング信号はメモリ・コントローラ208に供給され、供給された当該ビデオ・タイミング信号に基いてアドレス信号が生成される。メモリ・コントローラ208で生成されたアドレス信号は、フレーム・バッファ206のピクセルの位置を循環するようにフレーム・バッファ206に供給される。各々のアドレス・サイクルにおいて、1つ以上のピクセル用のピクセル・データがフレーム・バッファ206から読み出され、パレットDAC220に転送される。

10

【0030】

パレットDAC220は、フレーム・バッファ206からのピクセル・データ出力をディスプレイで用いられるカラー空間（例えば、24ビット整数値かもしれない）に割当てて。当該パレットDACは、ビデオ・タイミング・ロジック214で生成されたピクセル・クロック信号に同期して機能するテーブル参照を利用することが望ましい。

【0031】

コンピュータ・システム（例えば、デスクトップ型コンピュータ・システム）において、パレットDAC220は、CRTモニターなどのビデオ装置112-1へ出力するために当該変換されたピクセル・データをNTSC信号、MPEGビデオ信号ビデオ信号、あるいはHDTV信号といったビデオ信号へと符号化する（働きの）ビデオ・エンコーダ（符号器）230に対して、当該変換されたピクセル・データを転送する。ビデオ装置112-1はデコーダ（復号器）と、ディスプレイ・コントローラと、当該ビデオ信号を復号しかつそこに復号されたピクセル・データによって表される画像を表示するディスプレイとを備える。

20

【0032】

いくつかのコンピュータ・システム（例えば、ノートブック型コンピュータ）においては、パレットDAC220は変換されたピクセル・データを、通常は一度に1ピクセル、シリアル・リンク・トランスミッタ222に転送する。シリアル・リンク・トランスミッタ222は、ピクセル・データを受け取り、ピクセル・データをビット・ストリームにシリアライズ（直列化）し、そして高速シリアル・チャンネルで当該ビット・ストリームをディスプレイ・モジュール112-2に転送する。ディスプレイ・モジュール112-2は、ビット・ストリームを受け取るシリアル・リンク・レシーバ224を備える。シリアル・リンク・トランスミッタ222およびレシーバ224は、ビデオ・タイミング・ロジック214によって生成されるピクセル・クロックに同期して機能することが望ましい。シリアル・リンク・トランスミッタ222およびレシーバ224の一例は、ナショナル・セミコンダクター社製造のDS90CR383/DS90CR284チャンネル・リンクである。更に、シリアル・リンク・トランスミッタ222とレシーバ224の間で通信される信号は、ビデオ・タイミング・ロジック214で生成されたピクセル・クロック信号に由来してシリアル・リンク・トランスミッタ222で生成されたクロック信号を含んでいることが望ましい。シリアル・リンク・レシーバ224は、シリアル・リンク・トランスミッタ222とレシーバ224の間で通信されるクロック信号を、ピクセル・クロック信号を再構成するのに利用する。例えば、シリアル・リンク・トランスミッタ222とレシーバ224の間で通信されるクロック信号は、 $2N$ （ここで、 N は0以上の整数値）の係数で分周されたピクセル・クロック信号であるかもしれない。

30

40

【0033】

シリアル・レシーバ224はシリアル・ビット・ストリームからピクセル・データを再生し、当該ピクセル・データをディスプレイ・コントローラ226に転送する。更に、シリアル・リンク・レシーバ224はシリアル・リンク・トランスミッタ222とレシーバ

50

224の間で通信されるクロック信号をピクセル・クロック信号を再構成するのに利用し、当該ピクセル・クロック信号をディスプレイ・コントローラ226に転送する。ディスプレイ・コントローラ226は、ディスプレイ・アレイ228に供給する信号を生成し、それにより表示用画像を生成するために、シリアル・リンク・レシーバ224から受け取ったピクセル・クロック信号とピクセル・データを利用する。

【0034】

ディスプレイ・コントローラ226は、所定の駆動手順（例えば、行反転、列反転、あるいはドット反転）を表示用画像を生成するのに利用する。図5は、図4のディスプレイ・コントローラ226およびディスプレイ・アレイ228の模範的な実施例を表す。

より具体的には、ディスプレイ・コントローラ226は、シリアル・レシーバ224によって転送されるピクセル・データを記憶するためのメモリ301を備える。（主にコントローラやゲート・アレイによって具現化される）ピクセル処理用回路303は、メモリ301に記憶されたピクセル・データを変換し、当該変換されたピクセル・データをディスプレイ・アレイ228に出力する。ディスプレイ・アレイ228は液晶セル制御回路310、液晶セル318、およびバックライト324を備える。液晶セル制御回路310は、パネル・ドライバ・コンポーネントとして、LCDコントローラLSI312、ソース・ドライバ316、およびゲート・ドライバ314を備える。LCDコントローラLSIは、レシーバ224によって供給されたピクセル・データ・クロックを含み、ディスプレイ・コントローラ226によって受け取られた、変換されたピクセル・データを処理し、そしてピクセル・データ・クロックから生成されたタイミング制御信号を含む信号をソース・ドライバ316とゲート・ドライバ314とに出力する。ソース・ドライバ316は、供給されたピクセル・データに対応する（アナログ形態の）階調信号を生成し、ディスプレイ・アレイの適切なデータ線上に当該（アナログ形態の）階調信号を出力する。ソース・ドライバ316の一例は、テキサス・インスツルメンツ社により製造および販売されているMPT57481ソース・ドライバである。ゲート・ライン・ドライバ314は、データ線上に供給された（アナログ形態の）階調信号をディスプレイ・アレイ内の適切なサブピクセルに対して供給するために、ディスプレイ・アレイ内の作動中の適切なサブピクセルに対してアドレスをする信号を生成する。ゲート・ライン・ドライバ回路309の一例は、テキサス・インスツルメンツ社により製造および販売されているMPT57604ゲート・ドライバである。バックライト324は、液晶セル318に背面あるいは側面から光をあてる。バックライト324は、蛍光管320とインバータ電源322とを備える。ディスプレイ・コントローラ226にはまた、ユーザーが例えば視野角特性を変える程度を調整することを可能にするために、ユーザー・インターフェース305が備わることがある。

【0035】

本発明によれば、ディスプレイ・アレイに送られたデータは、液晶ディスプレイの視野角特性を向上させるように修正される。データの修正は、ディスプレイ・サブシステム内のハードウェア内で実施されるかもしれないし、あるいは好みによっては、完全にディスプレイ・モジュール内のコントローラ電子回路のデータ処理部内であるかもしれないし、あるいはまたオペレーティング・システムやアプリケーション・ソフトウェア内であるかもしれない。ソフトウェアは、ディスプレイを持ったコンピュータ・システムが可読ないかなる媒体、例えばディスク、テープ、CD等、にも存在する可能性がある。

【0036】

データ修正の手順は、輝度や視野角特性といった液晶ディスプレイの性質に依存している。現在使われている液晶ディスプレイは、明るい状態においては良好な視野角特性を持っている。暗い状態での視野角特性は粗末であるかもしれないが、輝度が比較的小さいので、視聴者の感覚に影響を与えない。明るい状態と暗い状態の間の輝度のあるレベルあるいは範囲においては、輝度は視野角にともなう均等分布あるいはランバート分布から大きく逸脱し、一部の視野角においては、輝度はピクセル・レベルに対して単調に増加しない。このことは、カラー・シフトやコントラスト反転を引き起こしたりして、画像の

10

20

30

40

50

値はパネルの法線に対して下側の方向（上目に見るように）に対応している。ピクセル・レベルが255から0へと減少するに連れ、輝度のピークがシートが縦方向視野角0（度）から正のシート角へ移動しているのが分かる。入射角が0から大きくなるに従い、輝度曲線はより接近していき、最大のピクセル・レベルに向って収束していく。この領域での輝度の様子は過度に明るい。入射角が0から小さくなるに従い、輝度曲線群は相対的間隔をほとんど維持しているが、全体的に見た曲線の大きさは、正の入射角の場合に比べて、より急激に入射角に連れて落ち込んでいる。この領域での輝度の様子は過度に暗い。最低のピクセル・レベルにおいては、視野角の負の値が大きくなるに連れ輝度曲線は交差し、先に述べたレベル反転状態に該当することになる。正の最大の入射視野角とピクセル・レベルにおいてもまた、いくらかのレベル反転が存在し得る。

10

【0040】

図10には、縦方向視野角 - 62度における対ピクセル・レベルの輝度のプロットが、図9におけるデータ用に示されている。この視野角においては、輝度は一般に局部的最大を示しており、ガンマ型の関係には従っていない。輝度は単調ではなく、レベル範囲の中間点より下の中間トーンのグレイ・レベルにおいて最高点に達している。この輝度は、中間域のピクセル・レベルで最大誤差を持つ誤差関数だと見ることもできる。

【0041】

レベル反転の影響をより詳しく調べるために、図11に示すように、図9のデータから一群の差分コントラスト比のプロットを構成することができる。差分コントラスト比とは選ばれたピクセル・レベル間の輝度の比である。図11には、いくつかのレベル比が示されている。理想的には、2つのレベル n_1 と n_2 の間の差分コントラスト比（ CR' ）は、ガンマの関係から次式に従うべきである。

20

【数2】

$$CR' \simeq (n_1/n_2)^\gamma$$

図11においては、差分コントラスト比がこの関係に従わないのは明白である。0度から+35度の範囲の入射視野角では、垂直入射角付近でのLCDに典型的な非理想的なガンマ関係を反映して、差分コントラスト比は比較的良好な性質を維持している。+35度から+80度の範囲の入射視野角においては、最も高いレベルからなる差分コントラスト比は1より下に落ち、レベル反転を示す。0度から-80度までの範囲の入射視野角においては、差分コントラスト比特性は許容できる性質から非常に大きく逸脱している。レベル31より下の最も低いピクセル・レベルにおいては、縦方向視野角がおよそ-10度のところで差分コントラスト比の最小値が1付近の値に達する。ピクセル・レベルが増加するに連れ、差分コントラスト比の最小値は1より下に大きく落ち込み、比の最小値をとる場所は入射視野角の負の大きい方へ移動していく。最も小さい差分コントラスト比は、レベル223とレベル207の間で、入射視野角およそ-65度のところで起る。

30

これより高いレベルにおいては、0度から-80度の全ての縦方向視野角において差分コントラストは1より大きくなる。このプロットより明らかのように、負の縦方向視野角においては、およそレベル31からレベル223までの広範なピクセル・レベルの範囲において好ましくないレベル反転の特性を示す。

40

【0042】

ツイステッド・ネマティック・モードの液晶における同様の透過特性は、Ik ez a k iらによる米国特許第5489917号の図2bおよび図3bにも明らかにされており、正確な液晶モードによって決る上向きおよび下向き方向におけるレベル反転現象が示されている。図11やIk ez a k i特許に示された特性の一般的な特徴は、所定の視野角条件とピクセル・レベル範囲の組合せに対し、レベル反転に関連する輝度の誤差は、中間トーンの階調領域のどこか、即ち最大と最小の間のどこかのピクセル・レベル、において頂点に達するということである。

50

【 0 0 4 3 】

ほとんどの液晶ディスプレイのモードにおけるもう一つの視点は、ピクセル・レベルと共に起るカラー変動である。ツイステッド・ネマティック・モードの典型的な特性は図12に示されており、全ての3種のサブピクセルが同一レベル、 $R = G = B$ であるという条件での階調レベルに対する色度がプロットされている。 u' 値はレッド(赤) - グリーン(緑)系に対する目の感度を表しており、 u' 値が大きくなるとレッドに対する感度も大きくなる。 v' 値はイエロー(黄) - グリーン(緑)系に対する目の感度を表しており、 v' 値が大きくなるとイエローに対する感度も大きくなる。完全に明るいもの(レベル255)と完全に暗いもの(レベル0)との間の範囲において、 v' の変化は u' よりも大きく、よって色度はレベル255での黄色っぽい状態からレベル0での青っぽい状態まで変化する。このイエロー - ブルー・シフトはほとんどの液晶ディスプレイのモードで典型的なものである。かなりの数の明るいピクセルを含んだ画像においては、色の見かけは、参照光源としてはたらくホワイト(白)の状態との対比で決る。色度の変化は、レベルが減少するに連れてのブルーへのカラー・シフトとして判断されることになる。ディスプレイが大きなコントラスト比を持っている、即ち明るい状態における輝度が暗い状態における輝度よりもはるかに大きいとすると、カラー・シフトは中間トーンの階調レベルにおいて最も顕著なものとなる。レベル0に近い完全に暗いピクセルの青っぽい状態は、ホワイトからの違いを見分けることができず、その輝度が十分に低いのでブラックに見えてしまう。しかしながら、十分明るいピクセルの輝度と比較しても中間トーンの階調レベルの輝度はかなりあるので、中間トーンのグレイ・ピクセルの青っぽい状態はホワイトからの違いを見分けることができる。

10

20

【 0 0 4 4 】

本発明では、中間トーンのレベルを持った画像ピクセル値の数(個数)を減らすことで、これらの好ましからざる影響が取り除かれる。このことは、一方のグループのピクセルを入力ピクセル値よりも明るくし、今一方のグループのピクセルを入力値よりも暗くするというように、ハーフトーン画像を生成するようピクセル・データ値を処理することによっておこなわれる。ピクセル・データ値は、画像中で局所的に輝度が保たれるような方法で選ぶことができる。明るいピクセルと暗いピクセルの双方とも、(それらが使われなければ)代りに画像中に存在したであろう中間トーンのグレイ・ピクセルよりも好ましい視野角特性を持っている。明るいピクセルは暗いピクセルよりもより目に見えるので、視野角特性は明るいピクセルによって左右されることになる。このように、ハーフトーン画像の輝度視野角特性は、明るいピクセルのそれ(特性)にほぼ等しく、個々の明るいピクセルの明るさに比例した全体的な輝度を減少させる暗いピクセルの存在によって単にマスクされるだけである。

30

【 0 0 4 5 】

ピクセルのグループにおける必須の制約は、明るいサブピクセルのグループが、パネルを駆動するのに用いられる反転方式によって決るおおよそ等しい数の正と負のサブピクセルを含んでいなければならないということである。フリッカー(ちらつき)や画像の焼付きの現象を最小限にするために、連続するフレーム毎にピクセル電圧の極性を変えることが必要である。その上、容量性のクロストーク効果の抑制を含んだ、画像の質の更なる改善を行うために、アレイ内においてピクセルの極性を交互に切り替えることも有益である。フレーム反転とは、アレイ内の全てのピクセルが同じフレーム内では同じ極性を持ち、後に続くフレームで交互に切り替えていく場合であると定義される。列反転とは、ピクセル電圧がアレイ内の列間で交互に切り替わり、フレーム間でも交互に切り替わる場合であると定義される。行反転は、図13に示すように、ピクセル電圧がアレイ内の行間で交互に切り替わり、フレーム間でも交互に切り替わる場合である。ドット反転は、図14に示すように、行と列の両方でピクセル電圧の極性を交互に切り替えるとフレーム間で切り替えるのを組み合わせたものである。概して現在は、市販のノートブック型コンピュータのTFT-LCDは行反転を用いて駆動されており、一方現在のデスクトップ型モニタのTFT-LCDはドット反転を用いて駆動されている。

40

50

【 0 0 4 6 】

フリッカーが見えないという要求を満足するために、明るいサブピクセルの値はほぼ均等に正と負の値に分けなければならない。正と負のピクセルのバランスは、人間の視覚系がフリッカーを知覚する能力と整合するように調和がとられるべきである。当該バランスは、人間の視覚系がフリッカーを知覚できる最小の領域よりも更に小さい範囲で達成されなければならない。画像の焼付きとクロストークとの抑制といったその他の問題もまた、ピクセル電圧のバランスに要求を求める。もし正と負のピクセルの数が数パーセント以内でバランスが取れており、そしてバランスが達成される範囲の大きさが1から10ピクセルの間であれば、全ての要求は満足される。

【 0 0 4 7 】

明るい正と負のピクセルのバランスをほぼとることにより、反転の要求を満足する広範なハーフトーン・ピクセル・パターンを利用することができる。当該パターンは、明るいピクセルと暗いピクセルの数の正確なバランスをとることができ、即ち50%のピクセルは明るく50%は暗いものであったり、あるいは66%が暗いピクセルで33%が明るいピクセルであるといったような他のいくつかの明暗比率であったりする。最も単純なパターンは全パネル画像に渡って均一なものである。当該パターンはまた、画像の領域が変わるに連れて周波数やパターンを変えることで画像の内容に適合させるというような確率的なものともあり得る。

【 0 0 4 8 】

異なった領域におけるハーフトーン・パターンの信号強度は、それらの領域の画像の内容に依存するものであるということを理解しておくべきである。これらパターンは、画像の内容がピクセルからピクセルへと徐々に変わっていく場合にのみ同じ全体的外見をすることになる。もし画像の内容がピクセルからピクセルへと急激に変化していく場合は、ハーフトーン・パターンは分裂することになる。以下での議論の目的のため様々なパターンについて説明するために、画像データは中間レベルのグレイ・カラーのようにピクセルからピクセルへと均一であると仮定する。

【 0 0 4 9 】

均一なパターンの例について説明をする。最も単純なパターンの1つは、図15に示した2×2フル・ピクセル・チェッカーボードである。このパターンでは、3つのサブピクセルR、G、およびBからなるフル・ピクセルの各々を暗いか明るいかのどちらかの状態にする。フル・ピクセルが暗と明の間を交互に替わる。行反転の下では、各々の明るいピクセル内の全てのサブピクセルの極性は同一であり、極性は行間で交互に替わり、正の明るいピクセルの数は、負の明るいピクセルの数と正確に一致している。このパターンは、行反転の下で駆動されるパネルでは受け入れることができる。しかしながらドット反転の下では、図15に示したような極性になるので、正の明るいピクセルと負の明るいピクセルとの数は均衡していないということが分かる。

【 0 0 5 0 】

行反転とドット反転のどちらの下でも正の明るいピクセルと負の明るいピクセルの数の正確な均衡をとるパターンを図16、図17、図18、および図19に示す。これらの図にあるすべてのパターンはまた、正確に半数のピクセルが暗くなり、半数のピクセルが明るくなるという属性を共に持っている。図16はフル・ピクセル2×4パターンを表しており、その周期性は横方向に2ピクセル、縦方向に4ピクセルである。明るくされるあるいは暗くされる範囲はフル・ピクセルからなる。図17はフル・ピクセル4×2パターンを表しており、その周期性は横方向に4ピクセル、縦方向に2ピクセルである。明るくされるあるいは暗くされる範囲はフル・ピクセルからなる。

図18はダブル・サブピクセル4×2パターンを表している。明るくされるあるいは暗くされる範囲は一對のサブピクセルからなる。図19はサブピクセル2×2パターンを表している。周期性は横方向、縦方向共に2ピクセルである。明るくされるあるいは暗くされる範囲は、単一のサブピクセルかあるいは一對のサブピクセルかの何れかからなる。サブピクセル2×2パターンには3種類の可能なカラー配列、即ちグリーン/マ

10

20

30

40

50

ゼンタ、レッド/シアン、そしてブルー/イエローがある。 グリーン/マゼンタのカラー配列を図19に示す。

【0051】

より大きな繰り返し距離を持つパターンの例を図20および図21に示す。 これらのパターンはスタガ(千鳥配列)型サブピクセル14×14パターンとして記述することができる。 これらのパターンは、縦と横の両方向に14フル・ピクセルの周期性を持ち、各繰り返しパターンの中に計588個のサブピクセルを持つ。 図20では、明るいサブピクセルは、反対の極性を持った同数のサブピクセルを伴って、繰り返しパターン内の総サブピクセル数の57.1%を構成している。 暗いサブピクセルは、これもまた反対の極性を持った同数のサブピクセルを伴って、総数の42.9%を構成している。 図21に示したパターンは、暗いサブピクセルと明るいサブピクセルがそれぞれ総数の57.1%と42.9%を構成しているということ以外はたった今述べたのと同様である。

10

【0052】

これらのパターンの記述から、本発明のために要求される条件を満足する多くの可能な均一パターンを構成することができることは明らかである。

【0053】

1行ずつの基本に則りピクセル・データを進みながら、画像データの中の同一行内のピクセル対の群を処理することによって、これらのパターンのほとんどを表示画像データ内に生成することができる。 いくつかのパターンでは、隣り合った行のピクセルを一緒に処理することを必要とするものもまたある。 その場合、全ライン分のピクセル値をライン・バッファに記憶しなければならない。 もし少ない数のピクセルを少ない数の演算でグループで処理できる場合には、ピクセル・データをディスプレイのリフレッシュ・フレーム・レートに適合する速度で高速に処理することができる。 同一行内での一対毎のピクセル処理の流れを図22のフロー・チャートに示す。

20

【0054】

図23は、図15に示した2×2フル・ピクセル・チェッカーボード・パターン用にピクセル・データをどのようにして処理するかのフロー・チャートの一例を示している。 最初のステップは、その行の最初のピクセルを読み飛ばすべきかどうかを判断することである。 もしピクセル行が偶数であれば、最初の3つのサブピクセルは無視され、開始点はその行内で1フル・ピクセルだけ移動させられる。 もしピクセル行が奇数であれば、開始点は行内の最初のピクセルに留まる。 ポインタの位置から開始して、隣接したサブピクセルを含めた行内の一対のサブピクセル・レベル値を記憶する。 次に、あるまとまった大きさの純色(飽和色)を含んだ線画やテキストを失わないように保存するために、この素材が画像データに存在するかをテストすることが必要である。 もしいずれかのサブピクセルがレベル0か255のいずれかであるならば、当該アルゴリズムによって、この場所でのサブピクセル・レベル値は不変のままである。 別の方法として、入力サブピクセル・レベル値間の差があるしきいのレベル値よりも大きい場合にピクセル・レベル値を変更するのを止めることを行う、あるしきい値テストをサブピクセルのために用いることもできる。 適切なしきい値差はおよそ100レベルである。 次に、特性記述参照テーブル(LUT)を用いて、当該一対のピクセル・レベルのためにピクセル輝度の2つの値が決定される。 特性記述LUTは、単にピクセル・レベルに対するピクセル輝度を表すキャリブレーション(校正)曲線である。 もしパネルの特性が簡単な数学的関係で表すことができるのであれば、LUT#1は数式になり得る。 そして当該一対のピクセルの平均輝度が計算される。 次に、LUT#1を逆に引いて、目標の平均レベルが、当該一対のピクセルの平均輝度に相当するピクセル・レベルとして決定される。 そして最後に、あるアルゴリズムLUTを用いて2つの新しいDACレベルが当該一対のピクセル用に決定される。 当該アルゴリズムLUTは、ハーフトーン・アルゴリズム曲線である。

30

40

最適のハーフトーン・アルゴリズム曲線は、異なったキャリブレーション曲線や異なった液晶ディスプレイの技術によって異なることになる。

【0055】

50

別の、図 18 におけるダブル・サブピクセル 4 × 2 パターンの生成のためのフロー・チャートを図 24 に示す。一般的な特質は図 23 のフロー・チャートに関してと同じであるが、異なる分岐条件を備えている。図 23 と図 24 の両フロー・チャート共、画像の中の同じ行内のピクセル・データ対の群を処理することを含んでいる。同じ列内であるが異なる行であるピクセル・データ対の群を処理することを含むフロー・チャートの一例を図 25 に示す。このフロー・チャートは、図 19 に示した 2 × 2 サブピクセル・パターンを生成する処理について説明するものである。

【 0 0 5 6 】

情報ディスプレイが良い性能を持つためには、数 1 で述べたようなガンマ型の変換曲線が望ましい。市販用のほとんどの陰極管 (CRT) ディスプレイは、2.2 から 2.8 の範囲のガンマ値を持っており、一般には 2.2 のガンマ値が望ましい目標値である。今、ディスプレイの変換特性が、無視できるほどに小さな最小輝度 Y_{min} を持ったガンマ型曲線に従っている場合を考える。このとき変換特性は以下ようになる。

【数 3】

$$Y = Y_{max} \cdot (n/255)^\gamma$$

以下の議論において、正確に半数のピクセルが明るく、半数が暗いパターンを検討する。

ハーフトーン・パターンの巨視的な輝度を均一なパターンのそれに一致させることが望まれる。全てのピクセルが同じレベルである均一なパターンに対しては、微視的なピクセル輝度は巨視的な輝度と同じである。ハーフトーン・パターンの巨視的な輝度は以下で与えられる。

【数 4】

$$Y_{ht} = \frac{1}{2} Y_{max} \cdot \left(\frac{n_d}{255}\right)^\gamma + \frac{1}{2} Y_{max} \cdot \left(\frac{n_b}{255}\right)^\gamma$$

ここで、 n_d および n_b はハーフトーン・パターンの暗いピクセルと明るいピクセルのレベルである。

【 0 0 5 7 】

最初に、暗いピクセルは限りなく暗く、即ち無視できる輝度である $n_d = 0$ 、にすることを考える。このハーフトーン・パターンの巨視的な輝度は、個々の明るいピクセルの微視的な輝度が、均一なパターンのピクセルのそれ (微視的な輝度) の正確に 2 倍であるとき、均一なパターンの巨視的な輝度に一致することになる。均一なパターンの所定の目標レベル n に対して、以下が得られる。

【数 5】

$$Y_{ht} = \frac{1}{2} Y_{max} \cdot \left(\frac{n_b}{255}\right)^\gamma = Y_{max} \cdot \left(\frac{n}{255}\right)^\gamma$$

これを n_b について解くと、以下が得られる。

【数 6】

$$n_b = n \cdot (2)^{1/\gamma}$$

これらの条件の下では、ハーフトーンの明るいピクセル・レベルと目標ピクセル・レベルとの間の関係は線形である。図示する目的のために、以下の例が与えられる。 $\gamma = 2.2$ に対しては $n_b = 1.37n$ となる。また、 $\gamma = 2.2$ に対しては、均一なパターンの輝度は、1.86 のピクセル・レベルにおいて $1/2 Y_{max}$ となる。この輝度は、同数

10

20

30

40

50

のレベル 255 の完全に明るいピクセルとレベル 0 の完全に暗いピクセルとを持ったハーフトーン・パターンによって一致させることができる。

【 0 0 5 8 】

186 よりも大きい目標レベルに対しては、ハーフトーンの明るいピクセルはレベル 255 で飽和してしまうので、目標レベル輝度に一致させるには暗いピクセルのレベルを 0 より増加させなければならない。

【 数 7 】

$$Y_{\max} \cdot \left(\frac{n}{255}\right)^\gamma = Y = Y_{ht} = \frac{1}{2} Y_{\max} \cdot \left(\frac{n_d}{255}\right)^\gamma + \frac{1}{2} Y_{\max} \cdot \left(\frac{255}{255}\right)^\gamma$$

10

暗いピクセル・レベルについての解は以下ようになる。

【 数 8 】

$$n_d = 255 \cdot \left[2 \cdot \left(\frac{n}{255}\right)^\gamma - 1 \right]^{(1/\gamma)}$$

この線形アルゴリズムと呼ばれる、明るいおよび暗いハーフトーン・ピクセル値の目標レベルに対する関係を、図 26 に示す。このアルゴリズムの好ましからざる側面は、50%輝度の地点付近で見られる、明るい、および暗いピクセル値の曲線における尖った角の存在である。このアルゴリズムで処理された液晶ディスプレイ上の画像は、最大（輝度）の 50% 付近の輝度に対して、典型的に輝度バンディング（縞模様）と激しいカラー・シフトとを示す。当該アルゴリズムに対する適切な関数的修正を通して、当該曲線における尖った角を滑らかにすることができる。適切な関数の例には、ベキ乗則および（付加）誤差関数がある。ベキ乗則の関係は実験的に探求されてきており、線形アルゴリズムに比べて輝度バンディングとカラー・シフトが軽減されたことが判明した。出力 DAC 値の明るい分枝と暗い分枝が最大に広がったものは線形アルゴリズムにて実現されるのであるが、より良き結果はベキ乗則アルゴリズムによって得られてきた。次にこのベキ乗則の関係について述べる。

20

【 0 0 5 9 】

再び、数 3 に表したような理想的なガンマ法則の変換特性を持ったパネルについて検討する。ベキ乗則の関係にとって、ハーフトーン・ピクセル対の暗い分枝を規定する便利な方法は、暗いピクセルの DAC 値 n_d を、目標 DAC 値 n に対して指数 p のベキ乗則関係を持つものとして規定することである。

【 数 9 】

$$n_d = 255 \cdot \left(\frac{n}{255}\right)^p$$

30

故に、暗いサブピクセルの輝度 Y_{dark} は次式で与えられる。

【 数 10 】

$$Y_{\text{dark}} = Y_{\max} \cdot \left[\frac{255 \cdot \left(\frac{n}{255}\right)^p}{255} \right]^\gamma = Y_{\max} \cdot \left(\frac{n}{255}\right)^{p\gamma}$$

40

ピクセル対の各々は表面積の半分を占めるということを考慮に入れて正規化をすると、暗いピクセルと明るいピクセルとの輝度の和は、目標 DAC 値の輝度に等しくならなければならない。

【数 1 1】

$$2Y = 2Y_{\max} \cdot \left(\frac{n}{255}\right)^\gamma = Y_{\text{dark}} + Y_{\text{bright}} = Y_{\max} \cdot \left(\frac{n}{255}\right)^{p\gamma} + Y_{\text{bright}}$$

Y_{bright}について解くと次式を得る。

【数 1 2】

$$Y_{\text{bright}} = Y_{\max} \cdot \left[2\left(\frac{n}{255}\right)^\gamma - \left(\frac{n}{255}\right)^{p\gamma} \right] = Y_{\max} \cdot \left(\frac{n_b}{255}\right)^\gamma$$

10

n_bについて解くと次式を得る。

【数 1 3】

$$n_b = 255 \cdot \left[2\left(\frac{n}{255}\right)^\gamma - \left(\frac{n}{255}\right)^{p\gamma} \right]^{1/\gamma}$$

もし、指数 p = 1 であるなら、明るいサブピクセルと暗いサブピクセルの輝度は同じ、即ちハーフトーン化は無い。指数 p が増大していくに連れ、それぞれ暗い分枝および明るい分枝と呼ぶことができる曲線に従って、暗いサブピクセルの輝度は下がり、明るいサブピクセルの輝度は上がる。もし指数 p を極めて大きくしたなら、255 に近い目標 DAC 値に対して暗い分枝の輝度は非常に小さくなり、それ故に明るいサブピクセルに必要とされる輝度が、少なくとも n のある値については、最大の輝度を超えてしまう程である。

20

この場合、レベル 255 より幾分下の DAC 値において最大の誤差が発生する。現在では、いかなる輝度誤差をも引き起こさない p の最大値に関しての周知の分析的解は無いが、p の値は数的に見つけることができる。例えば、もし p = 2.2 であれば p の最大値は 2.01 である。更なる数的検討の結果、p が 2.01 を超えて増加するに連れて、誤差は非常にゆっくりと増加することが示された。一般に視野角特性は明るい分枝と暗い分枝との分離が大きくなるほど改善されるので、引き起こされる輝度誤差が許容できるものである限りは p の値を増加させることが望ましい。

30

【0060】

p = 2.2 の場合に p の異なった値によって引き起こされる誤差についてまとめたものを表 1 に示す。誤差が発生する範囲が、その範囲内の平均値、最大誤差、および最大誤差が発生する DAC 値とともに示されている。人間の視覚系は、極めて接近しあった光の斑に対し、およそ 0.5% から 1.0% の輝度の違いを識別することができる。ガンマ曲線変換特性の総合的影響は画像内では顕著なものとはならないので、隣どうしの比較をすることが無ければ、数パーセントまでの誤差はおそらくは許容可能である。p = 2.4 に対する平均および最大の誤差はおよそ 1% であり、徐々に増加して、p = 3.0 に対しては 3 から 4% の間になる。べき乗則アルゴリズムの明るい分枝と暗い分枝の例を図 27 に示す。

40

【表 1】

指数	誤差範囲	平均誤差	最大誤差	最大誤差の位置
2.01	(無し)	0	0	-
2.1	245-254	0.0007	0.0011	250
2.2	237-254	0.0026	0.0038	246
2.3	230-254	0.0051	0.0076	243
2.4	225-254	0.0083	0.0121	240
2.5	220-254	0.0115	0.0171	238
2.6	216-254	0.0149	0.0223	237
2.7	213-254	0.0187	0.0277	235
2.8	210-254	0.0223	0.0332	234
2.9	208-254	0.0262	0.0388	234
3	205-254	0.0294	0.0443	233

50

= 2.2 に対するベキ乗則の誤差のまとめ

【0061】

誤差は、線形アルゴリズムとベキ乗則アルゴリズムのDAC値の適切な組合せにより抑制することができる。具体的には、暗い分枝のDACレベルは、誤差が起る範囲より下ではベキ乗則の値を、そしてベキ乗則アルゴリズムでは通常、誤差が発生するであろう範囲内では線形アルゴリズムの値を、とることが可能である。

【0062】

図4に示したように、典型的な液晶ディスプレイ・パネルでは理想的なガンマ型変換特性を示さない。先に述べたアルゴリズムは非理想的変換特性にも適用可能であり、得られる結果もまた非理想的なハーフトーン画像特性となる。これは、理想的特性に基く公式の代りに、パネルの既知の輝度値に基いてすべてのハーフトーン・ピクセル・レベルを計算することによって行うこともできる。図6に示したような非理想的なディスプレイの変換特性を持った典型的なパネルに適用された線形アルゴリズム・レベルの一例を図28に示す。

【0063】

別の手段としては、固有の非理想的変換特性を補正するためにパネルに対するピクセル・データ入力を最初に修正し、そして理想的なガンマ法則の変換特性を実現するというものがある。これを行うために、出力特性が今度は理想的なガンマ法則の特性に従うように入力レベルを新しいレベルに変更するための、ガンマ補正LUTが構築される。ガンマ補正とハーフトーン・アルゴリズム生成とが一つの演算で行えるように、ガンマ補正LUTはアルゴリズムLUTと組み合わせることが可能である。

【0064】

最大(輝度)の50%より低い巨視的な目標輝度に対しては、明るいハーフトーン・ピクセルの輝度に対する上限は容易に定まる。暗い状態の輝度を無視し得ると仮定すれば、いかなる巨視的な目標輝度に対しても、明るいピクセルの輝度が2倍より大きな値で目標輝度を上まわるということはあり得ない。このことは単に、暗いハーフトーン・ピクセルの輝度がゼロより小さいことはあり得ないという結果から分かることである。暗い状態が非ゼロの輝度であることを考慮に入れると、明るいハーフトーン・ピクセル輝度の論理的上限は目標輝度の2倍よりも幾分少な目となる。この条件が、ハーフトーン・ピクセル・レベルの明るい分枝と暗い分枝の間の最大許容分離度を定める。

【0065】

曲線の明るい分枝と暗い分枝の間の差異が、許容し得る最大分離よりも幾分小さい場合に、最良の視野角特性が得られるということが実験により示されてきた。2つの分枝間の分離度が少なくなるに連れ、カラー変動やパターンの目立ち具合の減少もまた起る。画質その他の様相を最適化するいくつかのアルゴリズム曲線を確認するのに、半経験的な方法を用いることができる。これらの曲線は、ユーザーが選べるようになっていることがある。一般に当該曲線は、明るい分枝と暗い分枝の間の分離の程度や、50%輝度付近の変化領域における角の尖り度は異なるが、図26あるいは図27の曲線の形に従うことになる。

【0066】

明るい分枝と暗い分枝の間が最大に分離した線形アルゴリズム曲線を一对毎のピクセル処理で用いた場合の、2x4ダブル・サブピクセル・ハーフトーン・パターンでの、TNモードのパネルの縦方向視野角特性に対する測定輝度のプロットを、図29に示す。当該特性は、異なった目標輝度値に対して示されている。目標輝度が100%から減少するに連れ、視野角特性は当初、ホワイト状態の条件から低下していき、輝度の最高点の場所が垂直入射方向からずれていく。目標輝度が最大(輝度)の50%に接近するに連れ、視野角特性はホワイト状態の条件に戻って行き、単に100%の条件が1/2に縮小される。50%輝度の条件が、総ピクセル数の半数を完全に明るい条件におき残りの半数を

10

20

30

40

50

完全に暗くすることに相当するものであることから、このことは望まれることである。目標輝度が更に50%より下がるに連れ、輝度の最高点は再び垂直入射方向から離れていく。

【0067】

アルゴリズムの詳細に関するこれまでの全ての議論は、ハーフトーン画像の中で正確にピクセルの半数が暗くされピクセルの半数が明るくされるパターンに対して適用された。明るいピクセルと暗いピクセルとの比率がこれ以外のものについては、それに応じて詳細なアルゴリズムが変更されなければならない。これまでの議論は、一対で存在するハーフトーン・サブピクセル値、即ち暗いサブピクセルと明るいサブピクセル、の計算に関わるものであった。処理されるサブピクセル対は同一行(2x1ブロック)あるいは同一列(1x2ブロック)内に含めることもできる。ハーフトーン・サブピクセルのブロックが許容パターン内にどのように配置されるかについてもまた議論された。

10

【0068】

もしアレイ内のピクセル密度が十分に大きく、インチ当たりおよそ170ピクセル以上であるなら、以後クワッド・ピクセル処理と呼ぶ2x2ブロックのピクセルを処理することにより、画像の解像度を著しく目につくほど減退させること無しに、視野角特性を更に改善することができる。4ピクセルを含んだクワッド・ブロックにより、明るいサブピクセルと暗いサブピクセルの輝度分布をより良きものにすることができる。クワッド・ブロックの平均輝度は、4つのサブピクセルの輝度を加えて4で割ることによりキャリブレーションLUTを介して計算される。目標レベルもまた、LUTを逆引きで利用することにより決定される。もし4つのサブピクセルがすべて目標レベルのままだったなら、その輝度は元のサブピクセル・ブロックの平均輝度に一致していることになる。もし平均輝度が最大(輝度)の75%から100%であるなら、ブロック内の4つのピクセルの内の1つが暗くされ、一方で残りの3つのピクセルは最大の明るさかあるいはその付近に留められる。もし平均輝度が50%から75%の間であれば、1ピクセルは完全にあるいはほぼ完全に暗く、1ピクセルは中間状態であり、残りの2ピクセルは最大の明るさかあるいはその付近に留められる。もし平均輝度が25%から50%の間であれば、2ピクセルが完全にあるいはほぼ完全に暗く、1ピクセルは中間状態であり、残りの1ピクセルは最大の明るさかあるいはその付近に留められる。もし平均輝度が0%から25%の間であれば、3ピクセルが完全にあるいはほぼ完全に暗く、残りの1ピクセルは中間状態である。

20

30

【0069】

クワッド・ピクセル処理用のアルゴリズムの一例を図30に示すが、ここでは4つのピクセルの各々の暗い分枝と明るい分枝の間の分離度は最大化されている。当該曲線は5列のLUTに対応しており、そこには各目標レベルに対し2x2ブロック内の4つのピクセルの各々のデジタル・ピクセル・レベルが規定されている。4つのピクセルを順次に明るくあるいは暗く変化させる順序は、アルゴリズムのパターン生成部にて決定される。これは、表2に示すように、各2x2クワッド・ブロック内の4つのピクセル位置をA、B、C、およびDと規定することで行うことができる。

【表2】

40

A	B
C	D

各2x2クワッド・ブロック内のピクセル位置

50

クワッド・ブロック内のサブピクセル（のレベル値）を変化させる順序を規定することによって、違ったパターンを生成することができる。目標ピクセル・レベルが0から255に増加するに連れ、個々のレッド、グリーン、あるいはブルーに対して、それらサブピクセル（のレベル値）を変化させる順序を示した図を表3および表4に示す。これらの変化させる順序は、先に論じた判定基準に従って、フリッカーを見せないパターンをもたらす。表3はどのようにして2×2サブピクセル・パターンを生成できるかを規定し、図4はどのようにして4×2ダブル・ピクセル・パターンを生成できるかを規定している。例えば、2×2サブピクセル・パターンにおけるレッドのサブピクセルの変化させる順序は、横方向に続くクワッド・ブロックに対し、D、C、B、AとC、D、B、Aとの間を交互に入れ替わる。4×2ダブル・サブピクセル・パターンにおけるレッドのサブピクセルの変化させる順序は、横方向に続くクワッド・ブロックに対し、C、B、A、DとA、D、C、Bとの間を交互に入れ替わる。

10

【表3】

location	A	B	C	D	A	B	C	D
RED	4	3	2	1	3	4	1	2
GREEN	1	2	3	4	2	1	4	3
BLUE	4	3	2	1	3	4	1	2

2×2サブピクセル・パターンを生成するためのサブピクセルの変化させる順序

20

【表4】

location	A	B	C	D	A	B	C	D
RED	3	2	1	4	1	4	3	2
GREEN	4	3	2	1	2	1	4	3
BLUE	1	4	3	2	3	2	1	4

4×2ダブル・サブピクセル・パターンを生成するためのサブピクセルの変化させる順序
【0070】

30

50%目標輝度においてこの処理で生成されるサブピクセル・パターンは、図19に示した2×2サブピクセル・パターンや図18に示した4×2ダブル・サブピクセル・パターンと一致する。25%および75%目標輝度における2×2サブピクセル・パターンの例を図31および図32に示す。厳密に言えば、25%および75%におけるパターンは、50%輝度パターンに関しての完全な2×2サブピクセルの対称性を持ってはいないが、それらはこのパターンと同じカラー特性を維持している。25%および75%輝度における4×2ダブル・サブピクセル・パターンの例を図33および図34に示す。同様にこれらのパターンは完全な4×2ダブル・サブピクセルの対称性を持っていないが、それらはこのパターンと同じカラー特性を維持している。

【0071】

40

2×2ブロックに適用された手法に対しては、輝度が最大から最小に減少するに連れ、カラーや視野角特性の変化量は、ピクセル対に対して適用される手法によって現れるものの約半分となる。これは、各ピクセル毎に受け持つ目標輝度の範囲を1/2に低減させた結果である。一対毎のピクセル処理においては、対の中の各ピクセルが明るい方から暗い方へと輝度を横切ると、平均の目標輝度は50%づつ変化する。クワッド・ピクセル処理においては、ブロック内の各ピクセルが明るい方から暗い方へと輝度を横切ると、平均の目標輝度は25%づつ変化する。このように、輝度最高点の垂直入射角からの逸脱度（図29に示すような）を、それに相当する視野角特性の改善を伴って、約半分に低減させることができる。

【0072】

50

一対毎のピクセル処理用のアルゴリズムの洗練化に関する先の議論から、クワッド・ピクセル処理により得られるパターンの見かけの更なる改善もまた、図30に表した曲線の適切なスムージング（平滑化）や他の修正によって得られるのだということを認識すべきである。例えば、目標輝度が増加して行けば、別のピクセルを変化させるより前にクワッド・ブロック内のあるピクセルを完全に変化させることは必要ではなくなる。このようにして、図30に示した4つの曲線は重ね合わせることができ、これにより本来なら4つの曲線の境界付近で起るかもしれないカラーや輝度の急激な変化を改善することになる。

【0073】

画像データによって起るある条件に対しては、ハーフトーン・アルゴリズム処理を停止させる必要がある。例えば、もし画像のある部分がホワイトの背景に対するブラック・テキストである場合は、レベル255か0のサブピクセルの存在を検出することでハーフトーン・アルゴリズムを停止させることができる。サブピクセル対の処理に対して、もしどちらかのサブピクセルが0か255の値を持つなら、当該サブピクセル・データに対して修正はなされない。テキストあるいは完全に飽和したサブピクセルを含んだその他の画像の部分はハーフトーン化されず、サブピクセル間の局所的なコントラストは維持される。アンチエイリアシング（ギザギザのぼかし技法）あるいはフォントのスムージングの存在をテストすることにより、他の判定基準を取り入れることもできる。このようにして、文字の高いコントラストが維持され、飽和したカラーを含んだグラフィカル（図式的）な画像のブロックもまた維持される。

【0074】

本発明は、ハードウェア、ソフトウェア、あるいはハードウェアとソフトウェアの組合せによって実現することができる。本発明の実施例では、ディスプレイ・モジュール内のコントローラ電子回路のデータ処理部分内にすべてハードウェアにて実現している。しかしながら、当該技術に秀でている者にとって、本発明がディスプレイ・サブシステムのハードウェア内や、オペレーティング・システムのソフトウェア内や、あるいはアプリケーション・ソフトウェア内に実現可能であることは明らかである。

【0075】

本発明は、あるコンピュータ・システムにおいて中央集中的な方法で、あるいはいくつもの相互に接続されたコンピュータ・システムに渡って異なった要素が広がっている場合には分散的な方法で、実現することができる。いかなる種類のコンピュータ・システム、あるいはその他のここに記載の発明を実施するのに適合した装置、も（実施に）適している。典型的なハードウェアとソフトウェアの組合せとしては、ロードして実行させた時にここに記載の方法を実行するような、コンピュータ・システムを制御するコンピュータ・プログラム、を備えた汎用コンピュータ・システムであることもある。本発明はまた、あるコンピュータ・プログラム記録媒体に組み込まれることも可能であり、（その記録媒体は）ここに記載の方法の実行を可能にするあらゆる機能を備え、またコンピュータ・システムにロードするとこれらの方法を実行することができる。

【0076】

本文脈中のコンピュータ・プログラム手段あるいはコンピュータ・プログラムとは、情報処理能力を持ったシステムに、直接的にないしは以下の

- a) 他の言語、コード、あるいは表記法への変換
- b) 異なった物質形状での複製

のいずれかあるいは双方を行った後に、ある特定の機能を実行させるということを目的とした一組の命令の、いかなる言語、コード、あるいは表記法におけるいかなる表現をも意味するものである。

【0077】

当該発明は、その説明用の実施例や実施の形態に関して特に示され記述されてきたのではあるが、特許請求の範囲に記載された当該発明の精神や目的から乖離することなく、前述のあるいはその他の様式や詳細の変更が行われることがあるのだということを、当該技術

10

20

30

40

50

に造詣のある者であれば理解することになるであろう。

【図面の簡単な説明】

【0078】

【図1】図1は、法線方向入射の視野角において、デジタル・ピクセル・レベルの信号強度値に対する、輝度の理想化された相関関係を表すグラフである。

【図2】図2は、明るい状態から暗い状態に信号強度値が減少するに連れての、視野角のある範囲における相対輝度の変化を表すグラフである。

【図3】図3は、本発明が実施されることがあるコンピュータ・システムの機能ブロック図である。

【図4】図4は、図3のディスプレイ・サブシステムの機能ブロック図である。

10

【図5】図5は、図4のディスプレイ・コントローラおよびディスプレイ・アレイの機能ブロック図である。

【図6】図6は、信号強度レベルに対する輝度の詳細な特性のグラフである。

【図7】図7は、レベル255におけるTNモードのTF T L C Dの輝度の極座標プロットである。

【図8】図8は、レベル0におけるTNモードのTF T L C Dの輝度の極座標プロットである。

【図9】図9は、縦方向平面内におけるTNモードのTF T L C Dの輝度を示すグラフである。

【図10】図10は、図9で法線方向入射に対して下から62度の縦方向視野角における、デジタル・ピクセル・レベルに対する輝度のグラフである。

20

【図11】図11は、縦方向視野角に対する差分コントラスト比のグラフである。

【図12】図12は、 $R = G = B$ の均一グレイに対しての典型的なTNモードのTF T L C Dのイエロー（黄）-ブルー・シフトのグラフである。

【図13】図13は、行反転方式において用いられるピクセル極性の図である。

【図14】図14は、ドット反転方式において用いられるピクセル極性の図である。

【図15】図15は、ドット反転方式での、フル・ピクセル2×2パターンの図である。

【図16】図16は、フル・ピクセル2×4パターンの図である。

【図17】図17は、フル・ピクセル4×2パターンの図である。

【図18】図18は、4×2ダブル・サブピクセル・パターンの図である。

30

【図19】図19は、グリーン/マゼンタ配列での2×2サブピクセル・パターンの図である。

【図20】図20は、明るいサブピクセルが過半数である14×14千鳥状サブピクセル・パターンの図である。

【図21】図21は、暗いサブピクセルが過半数である14×14千鳥状サブピクセル・パターンの図である。

【図22】図22は、ハーフトーン・ピクセル処理の一般的なフロー・チャートである。

【図23】図23は、フル・ピクセル2×4パターン用のフロー・チャートである。

【図24】図24は、ダブル・サブピクセル4×2パターン用のフロー・チャートである。

40

【図25】図25は、ピクセルが同一列内で処理される2×2サブピクセル・パターン用のフロー・チャートである。

【図26】図26は、理想的なガンマ特性のための線形ハーフトーン関係を表すグラフである。

【図27】図27は、理想的なガンマ特性のためのべき乗則ハーフトーン関係を表すグラフである。

【図28】図28は、典型的なTNモード・パネルの変換特性のための参照テーブル用に改善された線形ハーフトーン関係を示すグラフである。

【図29】図29は、異なるハーフトーン曲線用の、視野角に対する輝度を示すグラフである。

50

【図 3 0】図 3 0 は、明るい分枝と暗い分枝の間を最大限に分離した、2 × 2 クワッド（4重化）ピクセル処理用の線形法則アルゴリズムを表すグラフである。

【図 3 1】図 3 1 は、クワッド・ピクセル処理を用いた 2 5 % 輝度用 2 × 2 サブピクセル風パターンの図である。

【図 3 2】図 3 2 は、クワッド・ピクセル処理を用いた 7 5 % 輝度用 2 × 2 サブピクセル風パターンの図である。

【図 3 3】図 3 3 は、クワッド・ピクセル処理を用いた 2 5 % 輝度用 4 × 2 ダブル・サブピクセル風パターンの図である。

【図 3 4】図 3 4 は、クワッド・ピクセル処理を用いた 7 5 % 輝度用 4 × 2 ダブル・サブピクセル風パターンの図である。

10

【符号の説明】

【 0 0 7 9 】

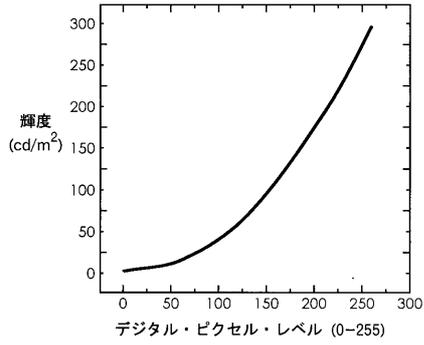
- 1 0 2 . . . システム制御プロセッサ、
- 1 0 4 . . . システム・メモリ、
- 1 0 6 . . . システム・バス、
- 1 0 8 . . . 入出力装置、
- 1 0 9 . . . 固定記憶装置、
- 1 1 0 . . . ディスプレイ・サブシステム、
- 1 1 2 . . . ディスプレイ装置、
- 1 1 2 - 1 . . . ディスプレイ・モジュール、
- 1 1 2 - 2 . . . ディスプレイ・モジュール、
- 2 0 2 . . . ホスト・インターフェース、
- 2 0 4 . . . ディスプレイ・ロジック、
- 2 0 6 . . . フレーム・バッファ、
- 2 0 8 . . . メモリ・コントローラ、
- 2 1 4 . . . ビデオ・タイミング・ロジック、
- 2 2 0 . . . パレット D A C、
- 2 2 2 . . . シリアル・トランスミッタ、
- 2 2 4 . . . シリアル・レシーバ、
- 2 2 6 . . . ディスプレイ・コントローラ、
- 2 2 8 . . . ディスプレイ・アレイ、
- 2 3 0 . . . ビデオ・エンコーダ、
- 3 0 1 . . . メモリ、
- 3 0 3 . . . ピクセル・プロセッサ、
- 3 0 5 . . . ユーザー・インターフェース
- 3 1 0 . . . 液晶セル制御回路、
- 3 1 2 . . . L S I、
- 3 1 4 . . . ゲート・ドライバ、
- 3 1 6 . . . ソース・ドライバ、
- 3 1 8 . . . 液晶セル、
- 3 2 0 . . . 蛍光管、
- 3 2 2 . . . インバータ電源

20

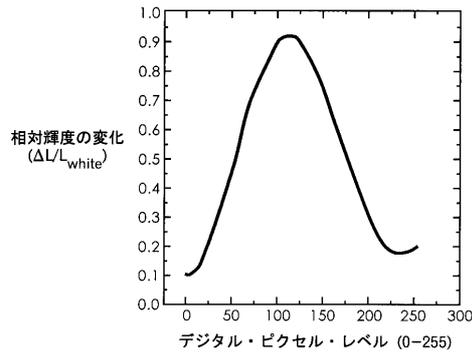
30

40

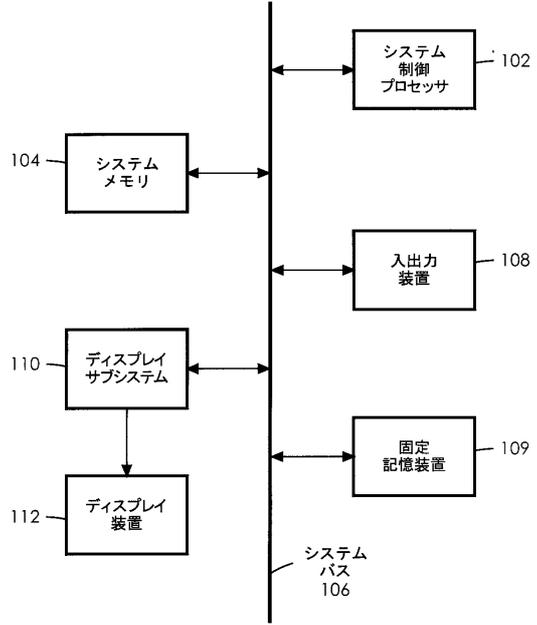
【図1】



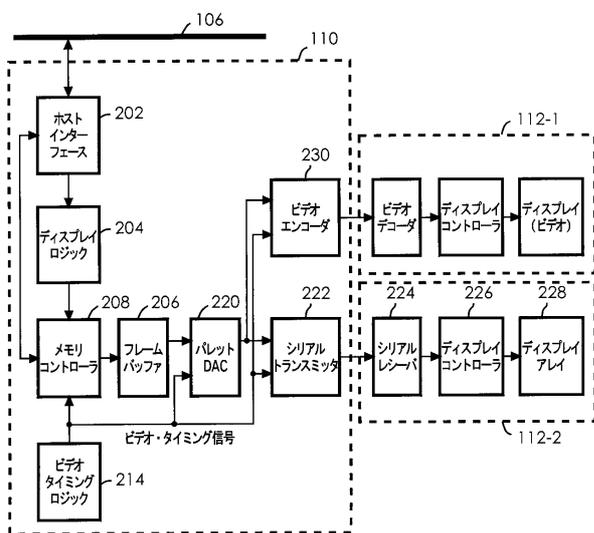
【図2】



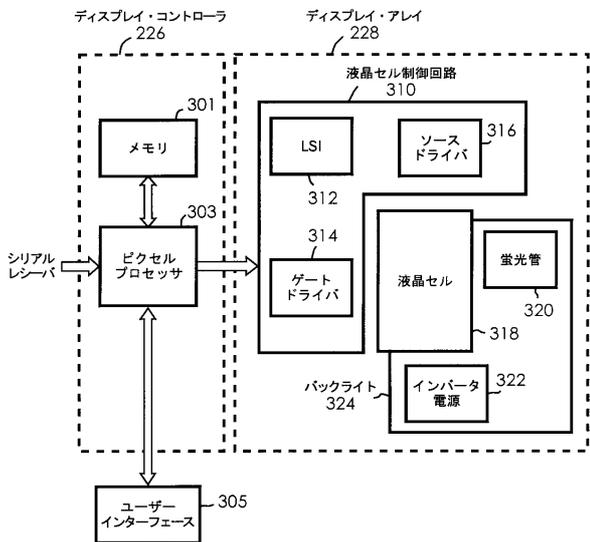
【図3】



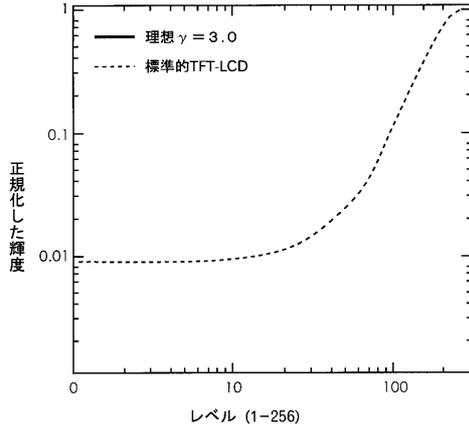
【図4】



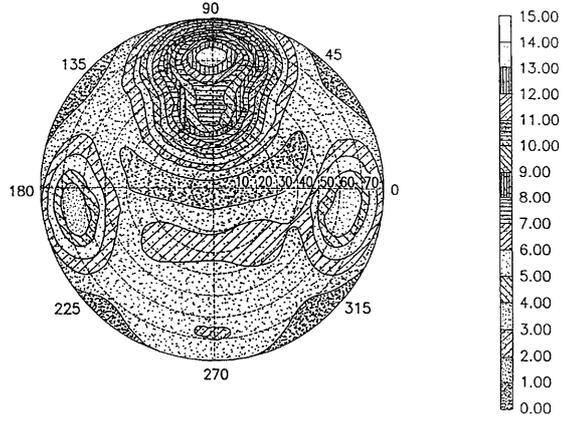
【図5】



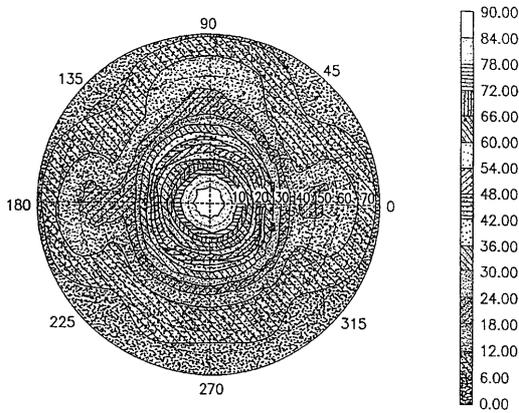
【図6】



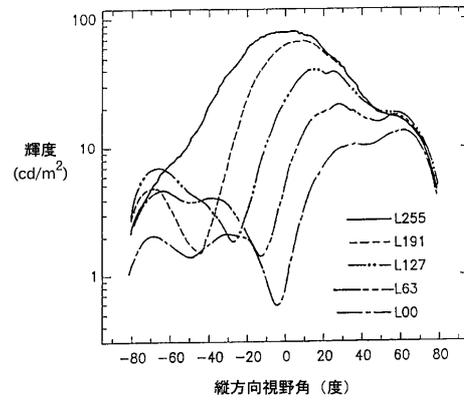
【図8】



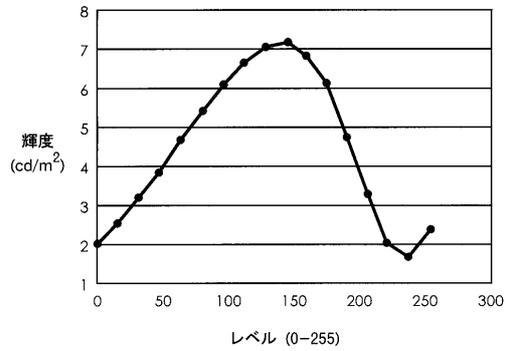
【図7】



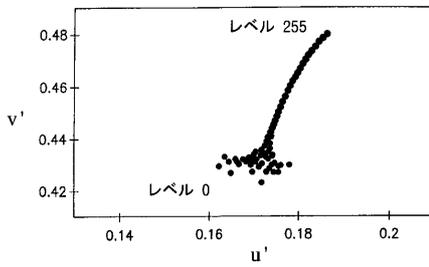
【図9】



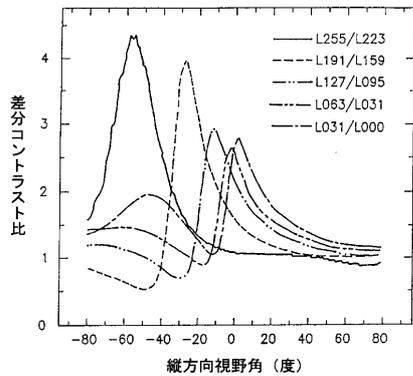
【図10】



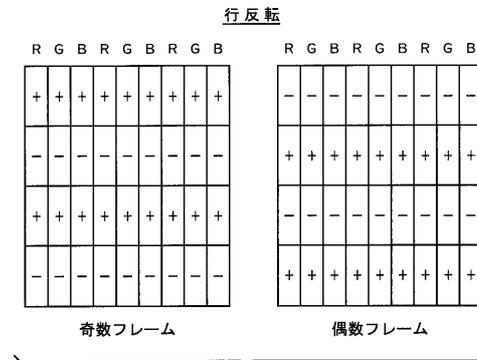
【図12】



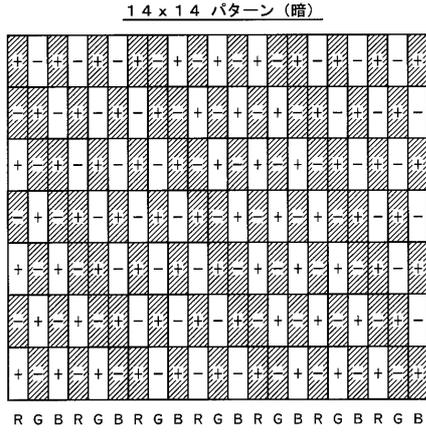
【図11】



【図13】

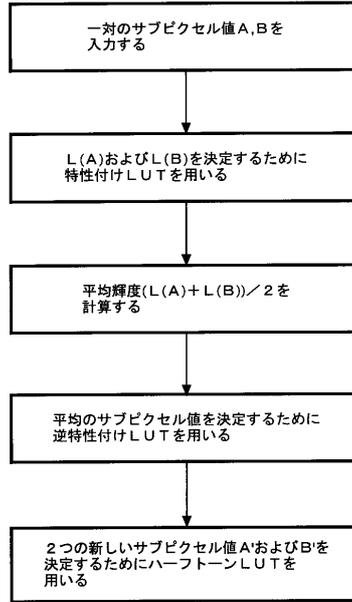


【図 2 1】

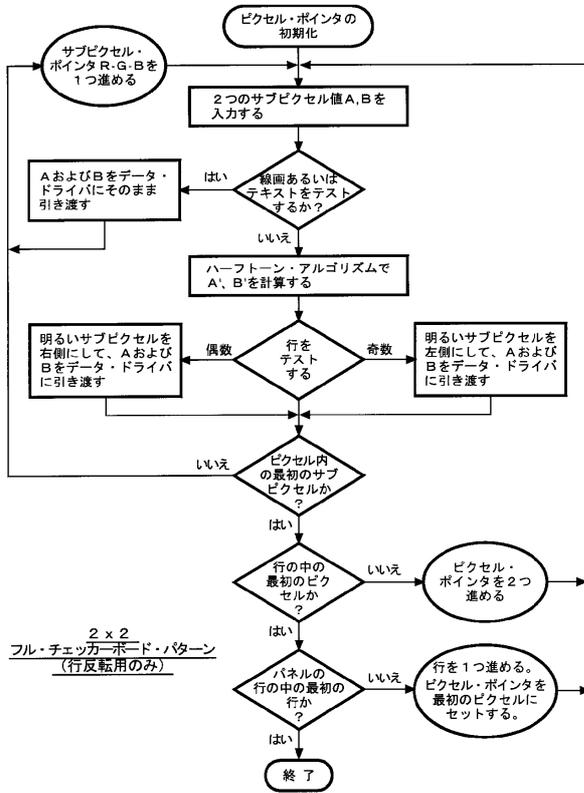


57.1% 明
42.9% 暗

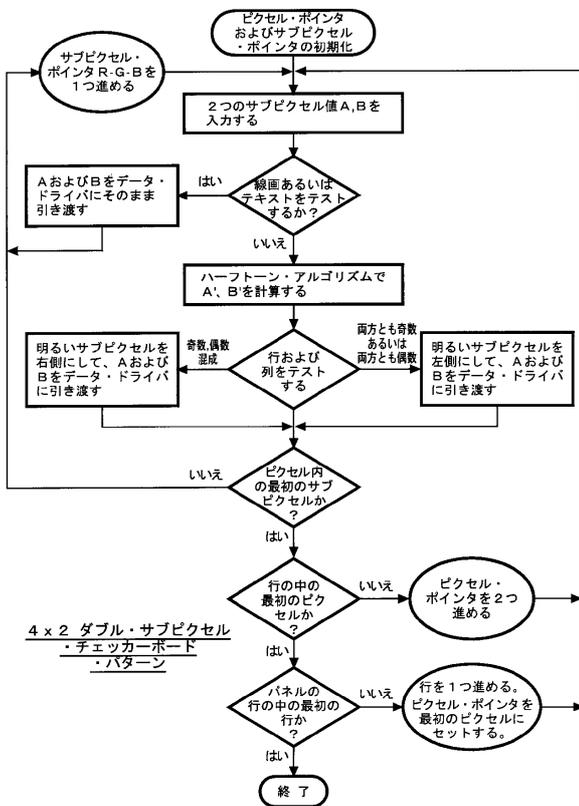
【図 2 2】



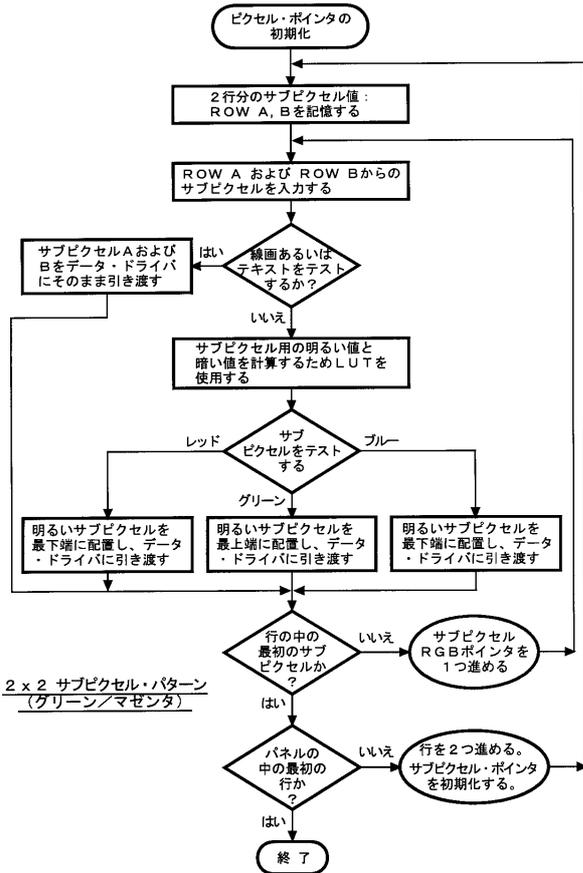
【図 2 3】



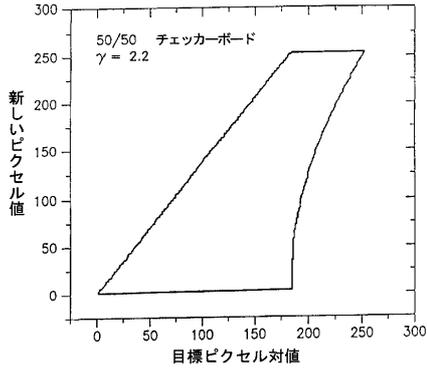
【図 2 4】



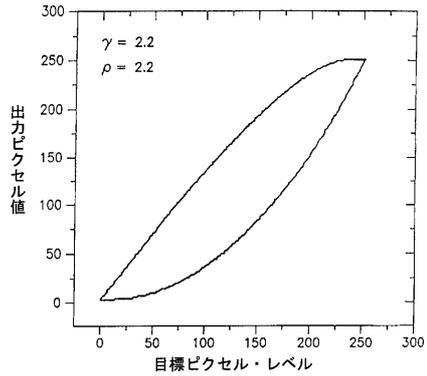
【図25】



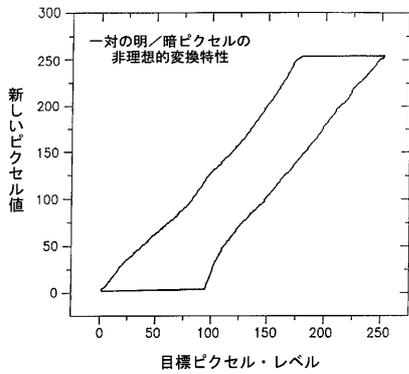
【図26】



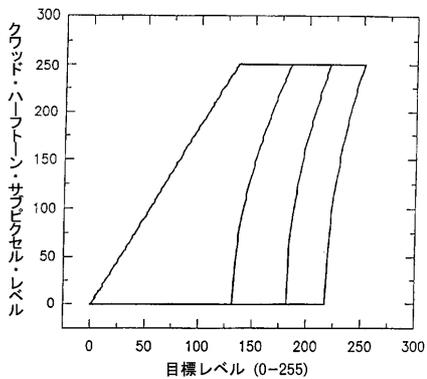
【図27】



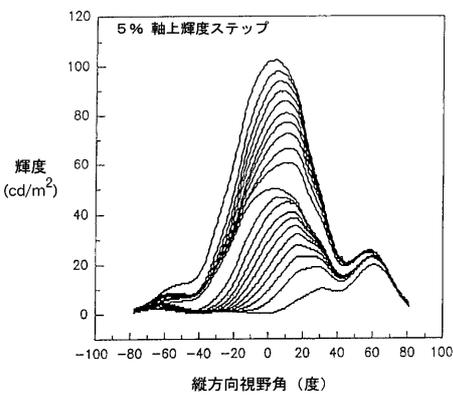
【図28】



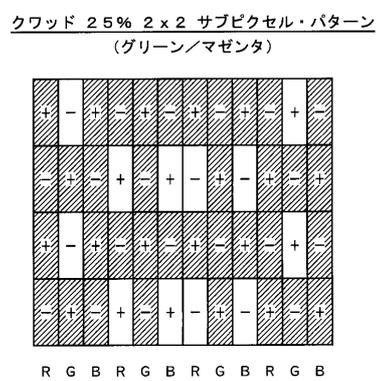
【図30】



【図29】

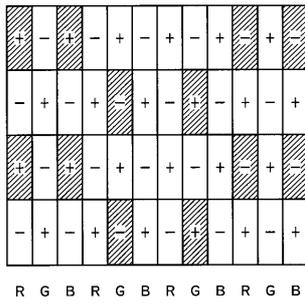


【図31】



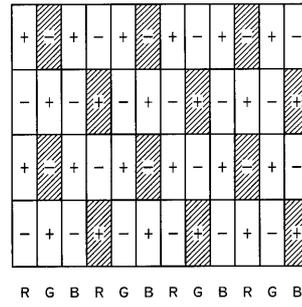
【図 3 2】

クワッド 75% 2x2 サブピクセル・パターン
(グリーン/マゼンタ)



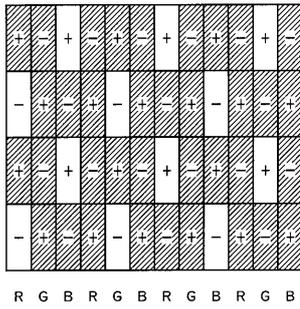
【図 3 4】

クワッド 75% 4x2 ダブル・サブピクセル・パターン



【図 3 3】

クワッド 25% 4x2 ダブル・サブピクセル・パターン



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 9 G 3/20 6 4 1 P
- (72)発明者 グレイヤー、ポール、エフ
 アメリカ合衆国10512 ニューヨーク州カーメル ディア・ヒル・コート 91
- (72)発明者 ホー、ケネス、シー
 アメリカ合衆国10701 ニューヨーク州ヨンカーズ ラムジー・ロード 245
- (72)発明者 カウフマン、リチャード、エル
 アメリカ合衆国10589 ニューヨーク州ソマーズ ウィルナー・ロード 46
- (72)発明者 ミルマン、スティーヴン、イー
 アメリカ合衆国10977 ニューヨーク州スプリング・ヴァリー マイケル・ストリート 3
- (72)発明者 トンプソン、ガーハード、アール
 アメリカ合衆国12590 ニューヨーク州ワビンジャーズ・フォールズ リージェンシー・ドライブ 43
- (72)発明者 ライト、スティーヴン、エル
 アメリカ合衆国10567 ニューヨーク州コートランド・マナー サウス・ヒル・ロード 73
- (72)発明者 ウー、チャイ、ダブリュー
 アメリカ合衆国12570 ニューヨーク州ポークワグ オーチャード・ドライブ 66

審査官 後藤 亮治

- (56)参考文献 特開平06-222740(JP,A)
 特開平07-121144(JP,A)
 特開昭61-143787(JP,A)
 特開平05-068221(JP,A)
 特開昭58-123587(JP,A)
 米国特許第05703621(US,A)
 特開平04-355790(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
 G09G 3/00 - 3/38
 G02F 1/133

专利名称(译)	基于液晶显示器中子像素的亮度特性调整子像素信号强度值		
公开(公告)号	JP4065780B2	公开(公告)日	2008-03-26
申请号	JP2002559749	申请日	2001-12-20
[标]申请(专利权)人(译)	国际商业机器公司		
申请(专利权)人(译)	国际商业机器公司		
当前申请(专利权)人(译)	友达光电股份有限公司		
[标]发明人	グレイヤーポールエフ ホーケネスシー カウフマンリチャードエル ミルマンステイーヴンイー トンプソンガーハードアール ライトステイーヴンエル ウーチャイダブリュー		
发明人	グレイヤー、ポール、エフ ホー、ケネス、シー カウフマン、リチャード、エル ミルマン、ステイーヴン、イー トンプソン、ガーハード、アール ライト、ステイーヴン、エル ウー、チャイ、ダブリュー		
IPC分类号	G09G3/36 G02F1/133 G09G3/20 G09G5/00		
CPC分类号	G09G3/3611 G09G3/2051 G09G3/3614 G09G5/006 G09G2300/0443 G09G2300/0447 G09G2320/0276 G09G2320/028		
FI分类号	G09G3/36 G02F1/133.545 G02F1/133.550 G02F1/133.575 G09G3/20.611.E G09G3/20.612.U G09G3/20.641.P		
优先权	09/771323 2001-01-26 US		
其他公开文献	JP2004525402A		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

类型代码：通过减少图像中具有中间色调的亮度值的子像素的数量来改善液晶显示器(LCD)(112)的视角特性。—在一个实施例中，在至少一个视角方向上与LCD的子像素信号强度值和子像素强度值相关联地提供第一条目表。从第一表确定目标信号强度值，以对应于少量相邻子像素上的平均子像素亮度。第二个条目表将信号强度值与目标上下的信号强度值相关联。根据第二表修改相邻的子像素信号强度值，从而减少具有中间色调亮度值的子像素的数量。

$$w_i = 255 \cdot \left[2 \cdot \left(\frac{I_i}{255} \right)^{\gamma} - 1 \right]^{(10)}$$