

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5176936号
(P5176936)

(45) 発行日 平成25年4月3日(2013.4.3)

(24) 登録日 平成25年1月18日(2013.1.18)

(51) Int.Cl.	F I
G09G 3/36 (2006.01)	G09G 3/36
G09G 3/20 (2006.01)	G09G 3/20 621F
G02F 1/133 (2006.01)	G09G 3/20 631V
H04N 5/66 (2006.01)	G09G 3/20 632G
	G09G 3/20 632C
請求項の数 20 (全 54 頁) 最終頁に続く	

(21) 出願番号	特願2008-322300 (P2008-322300)	(73) 特許権者	000002185 ソニー株式会社 東京都港区港南1丁目7番1号
(22) 出願日	平成20年12月18日(2008.12.18)	(74) 代理人	100098785 弁理士 藤島 洋一郎
(65) 公開番号	特開2009-169412 (P2009-169412A)	(74) 代理人	100109656 弁理士 三反崎 泰司
(43) 公開日	平成21年7月30日(2009.7.30)	(74) 代理人	100130915 弁理士 長谷部 政男
審査請求日	平成22年2月12日(2010.2.12)	(74) 代理人	100155376 弁理士 田名網 孝昭
(31) 優先権主張番号	特願2007-326342 (P2007-326342)	(72) 発明者	荒島 謙治 東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株式会社内
(32) 優先日	平成19年12月18日(2007.12.18)		
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		
		最終頁に続く	

(54) 【発明の名称】 画像処理装置および画像表示システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

外部から入力される画像データに対して所定の処理を施してホールド型の表示装置に出力する画像処理装置であって、

前記表示装置における表示対象のフレームにおいて、前記画像データの動きベクトルの大きさに応じて、その画像データの変化エッジ箇所をより緩やかにする空間的なLPF(ロー・パス・フィルタ)処理を前記画像データに対して施すことにより、前記画像データにおける画素値を画素ごとに補正する補正処理を行う補正処理部と、

前記動きベクトルの大きさに基づいて、前記補正処理の際に用いる所定の信号特性情報を前記画像データから検出する信号特性検出部と

を備え、

前記信号特性検出部は、

前記動きベクトルの大きさに基づいて前記画像データにおける前記変化エッジ箇所を検出し、前記信号特性情報として、前記画像データの所定の補正エリア内における最小画素値およびその画素位置である最小画素位置と最大画素値およびその画素位置である最大画素位置とを検出すると共に、

前記最小画素値および前記最小画素位置と前記最大画素値および前記最大画素位置とに基づいて、前記補正エリア内の前記変化エッジ箇所における変化方向を求め、

前記補正処理部は、前記信号特性検出部により求められた前記変化方向に基づいて、前記補正処理を行うか否かを決定する

画像処理装置。

【請求項 2】

前記補正処理部は、

前記変化方向が低階調から高階調への立ち上がり方向である場合には、前記補正処理を行うことを決定し、

前記変化方向が高階調から低階調への立ち下がり方向である場合には、前記補正処理を行わないことを決定する

請求項 1 に記載の画像処理装置。

【請求項 3】

前記動きベクトルの大きさに基づいて、前記補正エリアが設定される

請求項 1 または請求項 2 に記載の画像処理装置。

10

【請求項 4】

前記補正処理部は、前記補正エリア内における前記最小画素位置と前記最大画素位置との間の画素領域の外側の領域における前記画像データの画素値を、前記信号特性検出部により検出された前記最小画素値または前記最大画素値に置換する L P F 用エッジ置換部を有し、

前記補正処理部は、前記 L P F 用エッジ置換部による置換処理後の画像データに対して、前記 L P F 処理を用いた補正処理を行う

請求項 1 ないし請求項 3 のいずれか 1 項に記載の画像処理装置。

20

【請求項 5】

前記信号特性検出部は、

前記最小画素値および前記最小画素位置を検出する際には、前記補正エリア内における所定の注目画素からの距離に応じて各画素値に対して正の重み付けをした後に検出処理を行うと共に、

前記最大画素値および前記最大画素位置を検出する際には、前記注目画素からの距離に応じて各画素値に対して負の重み付けをした後に検出処理を行う

請求項 1 ないし請求項 4 のいずれか 1 項に記載の画像処理装置。

【請求項 6】

前記正および負の重み付けの際の重みのうちの少なくとも一方が、前記補正エリアにおける空間周波数が高くなるのに応じて大きくなるように調整される

請求項 5 に記載の画像処理装置。

30

【請求項 7】

前記 L P F 処理の際のフィルタのタップ数が、前記動きベクトルの大きさに応じて変化するように構成されている

請求項 1 ないし請求項 6 のいずれか 1 項に記載の画像処理装置。

【請求項 8】

前記 L P F 処理の際のフィルタのタップ数が、前記動きベクトルの値によらず、常に奇数となるように設定される

請求項 7 に記載の画像処理装置。

40

【請求項 9】

前記 L P F 処理の際のフィルタのゲインの大きさが、前記補正エリアにおける空間周波数に応じて変化するように構成されている

請求項 1 ないし請求項 8 のいずれか 1 項に記載の画像処理装置。

【請求項 10】

前記 L P F 処理の際のフィルタのゲインの大きさが、前記動きベクトルの大きさに応じて変化するように構成されている

請求項 1 ないし請求項 9 のいずれか 1 項に記載の画像処理装置。

【請求項 11】

前記補正処理部は、前記動きベクトルに加え、前記表示装置における応答時間と階調変化量とを対応づけてなる応答時間情報をも用いて、前記補正処理を行う

50

請求項 1 ないし請求項 1 0 のいずれか 1 項に記載の画像処理装置。

【請求項 1 2】

前記画像データの動きベクトルを検出する動きベクトル検出部を備えた

請求項 1 ないし請求項 1 1 のいずれか 1 項に記載の画像処理装置。

【請求項 1 3】

前記補正処理部は、

前記表示対象のフレームにおいて、前記動きベクトルの大きさに応じて前記画像データに対し、前記 L P F 処理に加え、前記画像データの前記変化エッジ箇所の両端付近にオーバーシュート領域およびアンダーシュート領域を設ける空間的な H P F (ハイ・パス・フィルタ) 処理をも施すことにより、前記補正処理を行う

10

請求項 1 ないし請求項 1 2 のいずれか 1 項に記載の画像処理装置。

【請求項 1 4】

前記補正処理部は、

前記補正エリア内における前記最小画素位置と前記最大画素位置との間の画素領域の外側の領域における前記画像データの画素値を、前記信号特性検出部により検出された前記最小画素値または前記最大画素値に置換すると共に、前記最小画素位置と前記最大画素位置との間の画素領域内の画像データの画素値を、前記最小画素値、前記最大画素値、および前記最小画素位置と前記最大画素位置との中間付近の画素の画素値の 3 つを含む画素値に置換する H P F 用エッジ置換部を有し、

前記補正処理部は、前記 H P F 用エッジ置換部による置換処理後の画像データに対して、前記 H P F 処理を用いた補正処理を行う

20

請求項 1 3 に記載の画像処理装置。

【請求項 1 5】

前記表示装置内の各画素が、サブピクセル構造を用いて構成されており、

前記補正処理部は、

前記補正エリア内の前記変化エッジ箇所が、低階調から高階調への立ち上がり方向の変化方向である場合には、

前記 H P F 処理の際のフィルタのゲインが、前記 L P F 処理寄りの大きさに下がるように調整する

請求項 1 3 または請求項 1 4 に記載の画像処理装置。

30

【請求項 1 6】

前記補正処理部は、前記動きベクトルに加え、前記画像データにおける所定の信号特性情報をも用いて、前記 H P F 処理を行う

請求項 1 3 に記載の画像処理装置。

【請求項 1 7】

前記信号特性検出部により求められた前記変化方向に応じて、前記 H P F 処理の際のフィルタ係数が異なる値となるように調整される

請求項 1 3 ないし請求項 1 6 のいずれか 1 項に記載の画像処理装置。

【請求項 1 8】

前記変化方向が低階調から高階調への立ち上がり方向である場合には、前記オーバーシュート領域の突起よりも前記アンダーシュート領域の突起のほうがより大きくなるように、前記 H P F 処理の際のフィルタ係数が調整される一方、

40

前記変化方向が高階調から低階調への立ち下がり方向である場合には、前記オーバーシュート領域の突起と前記アンダーシュート領域の突起とが互いに同じ大きさとなるように、前記 H P F 処理の際のフィルタ係数が調整される

請求項 1 7 に記載の画像処理装置。

【請求項 1 9】

外部から入力される画像データに対して所定の処理を施す画像処理装置と、

前記画像処理装置から出力される前記処理後の画像データに基づいて画像表示を行うワールド型の表示装置と

50

を備え、

前記画像処理装置は、

前記表示装置における表示対象のフレームにおいて、前記画像データの動きベクトルの大きさに応じて、その画像データの変化エッジ箇所の傾きをより緩やかにする空間的なLPF（ロー・パス・フィルタ）処理を前記画像データに対して施すことにより、前記画像データにおける画素値を画素ごとに補正する補正処理を行う補正処理部と、

前記動きベクトルの大きさに基づいて、前記補正処理の際に用いる所定の信号特性情報を前記画像データから検出する信号特性検出部と

を備え、

前記信号特性検出部は、

前記動きベクトルの大きさに基づいて前記画像データにおける前記変化エッジ箇所を検出し、前記信号特性情報として、前記画像データの所定の補正エリア内における最小画素値およびその画素位置である最小画素位置と最大画素値およびその画素位置である最大画素位置とを検出すると共に、

前記最小画素値および前記最小画素位置と前記最大画素値および前記最大画素位置とに基づいて、前記補正エリア内の前記変化エッジ箇所における変化方向を求め、

前記補正処理部は、前記信号特性検出部により求められた前記変化方向に基づいて、前記補正処理を行うか否かを決定する

画像表示システム。

【請求項20】

前記補正処理部は、

前記表示対象のフレームにおいて、前記動きベクトルの大きさに応じて前記画像データに対し、前記LPF処理に加え、前記画像データの前記変化エッジ箇所の両端付近にオーバーシュート領域およびアンダーシュート領域を設ける空間的なHPF（ハイ・パス・フィルタ）処理をも施すことにより、前記補正処理を行う

請求項19に記載の画像表示システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、外部から入力される画像データを処理してホールド型の表示装置に出力する画像処理装置、およびそのような画像処理装置を備えた画像表示システムに関する。

【背景技術】

【0002】

近年、液晶ディスプレイ（LCD：Liquid Crystal Display）のような薄型ディスプレイが、CRT（Cathode Ray Tube）に代わって広く普及してきており、LCDの動画表示の技術についての関心が高まってきている。

【0003】

動画表示に際しては、CRTのようなインパルス型表示装置とは異なり、LCDのようなホールド型表示装置では、動画像を構成する複数のフレームまたはフィールド（以下、単に「フレーム」と称する。）のうちのある1つの表示が指示されてから、次のフレームの表示が指示されるまで、その画面を構成する全ての画素の表示を保持させる。そのため、ホールド型表示装置では、いわゆる視線追従積分（動画を追っていく際に人間の網膜に映る残光特性）効果により、動いているオブジェクトについて、前縁のボヤケ、後縁の尾引き、知覚位置遅れなどの動きボケが生じてしまう、という問題がある。特に、LCDにおいては、液晶の応答速度の遅さが原因で、この動きボケが発生しやすいと考えられている。

【0004】

このような問題に対して、LCDの応答特性を改善して動きボケを抑制するための技術の一つとして、オーバードライブ技術がある。オーバードライブ技術は、LCDにおけるステップ入力に対する応答特性の改善を図るために、例えば、ステップ入力に対しては、

10

20

30

40

50

入力信号が変化した最初のフレームにおいて、指示された輝度値に対応する目的電圧よりも高い電圧を印加し、輝度が遷移する速度を加速させるものである。このオーバードライブ技術を利用することで、中間階調領域における液晶の応答速度を速め、動きボケを抑制する効果を得ることができる。また、オーバードライブ技術において、各フレームにおける動きベクトルに応じて印加する電圧の波形を変えることにより、より効果的に動きボケを抑制する技術も提案されている（例えば、特許文献1を参照）。

【0005】

【特許文献1】特開2005-43864号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

10

【0006】

しかしながら、オーバードライブ技術では、液晶に印加できる電圧範囲に限界があるため、例えば、黒表示や白表示などの目的電圧が電圧範囲限界に近い場合（高階調領域や低階調領域における階調変化の場合）には、液晶の応答速度を速めるのに十分に高い電圧を与えられず、動きボケ抑制の効果を十分に発揮できない、という問題があった。

【0007】

また、VA系のモードで駆動する液晶ディスプレイでは、液晶の立ち上がり立ち下がり特性が異なり、0レベル（例えば黒）からの立ち上がりでは、液晶の分子配列の変化に時間が掛かり、オーバードライブ技術だけでは、液晶の応答速度から考えて、1フレーム内で指示された輝度値まで遷移できない場合がある、という問題もあった。

20

【0008】

一方、最近では、視線追従積分の効果を低減させるために、表示フレームを時間分割し、サブフィールドを複数用いて動画表示周波数を上げるために、入力画像の動きベクトルに基づいてフレーム間の補間画像を算出して、LCDに表示させる倍速駆動技術も開発されている。

【0009】

しかし、表示周波数を上げることにより、表示装置を駆動する表示ドライバの駆動周波数が上がるため、チャージ電荷の不足、ICやコネクタの端子数の増加、基板面積の増大、発熱、EMI（Electro Magnetic Interference）の増加などが生じ、コストアップの要因となる、という問題もあった。

30

【0010】

本発明はかかる問題点に鑑みてなされたもので、その目的は、コストアップを抑制しつつ、ホールド型の表示装置における動きボケを抑制して動画像の画質を向上させることが可能な画像処理装置および画像表示システムを提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0011】

本発明の画像処理装置は、外部から入力される画像データに対して所定の処理を施してホールド型の表示装置に出力するものであって、表示装置における表示対象のフレームにおいて、画像データの動きベクトルの大きさに応じて、その画像データの変化エッジ箇所 の傾きをより緩やかにする空間的なLPF（ロー・パス・フィルタ）処理を画像データに対して施すことにより、画像データにおける画素値を画素ごとに補正する補正処理を行う補正処理部と、動きベクトルの大きさに基づいて、補正処理の際に用いる所定の信号特性情報を画像データから検出する信号特性検出部とを備えたものである。この信号特性検出部は、動きベクトルの大きさに基づいて画像データにおける変化エッジ箇所を検出し、上記信号特性情報として、画像データの所定の補正エリア内における最小画素値およびその画素位置である最小画素位置と最大画素値およびその画素位置である最大画素位置とを検出すると共に、最小画素値および最小画素位置と最大画素値および最大画素位置とに基づいて、補正エリア内の変化エッジ箇所における変化方向を求め、上記補正処理部は、信号特性検出部により求められた変化方向に基づいて、補正処理を行うか否かを決定する。

40

【0012】

50

本発明の画像表示システムは、上記本発明の画像処理装置と、この画像処理装置から出力される処理後の画像データに基づいて画像表示を行うホールド型の表示装置とを備えたものである。

【0013】

本発明の画像処理装置および画像表示システムでは、表示対象のフレームにおいて、画像データの動きベクトルの大きさに応じて空間的なLPF処理が画像データに対して施されることにより、画像データにおける画素値が画素ごとに補正される。これにより、ホールド型の表示装置において、視線追従積分効果により引き起こされる、動いているオブジェクトについての動きボケ（前縁のボヤケ、後縁の尾引きまたは知覚位置遅れなどのホールドボヤケ）が、空間方向の補間による擬似的なフレームレート向上作用により抑制される。また、従来の倍速駆動技術（時間方向の補間）などとは異なり、装置自体の変更は不要であるため、コストアップの問題も生じない。さらに、従来のオーバードライブ技術などとは異なり、中間階調以外の領域における階調変化についても、動きボケが十分に抑制される。

10

【0014】

本発明の画像処理装置および画像表示システムでは、上記補正処理部が、表示対象のフレームにおいて、動きベクトルの大きさに応じて画像データに対し、上記LPF処理に加え、画像データの変化エッジ箇所の両端付近にオーバーシュート領域およびアンダーシュート領域を設ける空間的なHPF（ハイ・パス・フィルタ）処理をも施すことにより、上記補正処理を行うようにするのが好ましい。このように構成した場合、HPF処理により設けられるオーバーシュート領域とアンダーシュート領域との組み合わせによって液晶応答が改善されるため、中間調同士の輝度変化や立ち下がり応答の遅延などにより引き起こされる、縁のボヤケや縁の尾引きなどの動きボケが抑制される。したがって、ホールド型の表示装置における動きボケがより効果的に抑制され、動画像の画質がさらに向上する。

20

【発明の効果】

【0015】

本発明の画像処理装置および画像表示システムによれば、表示対象のフレームにおいて、画像データの動きベクトルの大きさに応じて空間的なLPF処理を画像データに対して施すことにより、画像データにおける画素値を画素ごとに補正するようにしたので、空間方向の補間による擬似的なフレームレート向上作用によって視線追従積分効果を低減させ、動きボケを抑制することができる。また、従来の技術とは異なり、コストアップの問題を回避することができると共に、中間階調以外の領域における階調変化についても、動きボケを十分に抑制することができる。よって、コストアップを抑制しつつ、ホールド型の表示装置における動きボケを抑制して動画像の画質を向上させることが可能となる。

30

【発明を実施するための最良の形態】

【0016】

以下、本発明の実施の形態について、図面を参照して詳細に説明する。なお、説明は以下の順序で行う。また、本明細書および図面において、実質的に同一の機能構成を有する構成要素については、同一の符号を付することにより重複説明を省略する。

1. 第1の実施の形態（LPF（ロー・パス・フィルタ）を用いた画像処理の例）
2. 第2の実施の形態（LPFおよびHPF（ハイ・パス・フィルタ）を用いた他の画像処理の例）
3. 変形例

40

【0017】

< 1. 第1の実施の形態 >

[動きボケの改善手段について]

本発明の好適な一実施の形態（第1の実施の形態）について説明する前に、まず、本発明者らが、液晶型表示装置等のホールド型表示装置における動きボケの改善手段として、本発明に係る画像処理装置に想到するに至った経緯について説明する。

【0018】

50

前述したように、ホールド型の表示装置においては、動いているオブジェクトについて、前縁のボヤケ、後縁の尾引き、知覚位置遅れなどの動きボケが生じてしまう。この原因として、従来は、液晶等の表示素子の応答速度の遅さによるものであると考えられていた。そのため、ホールド型表示装置における動きボケを改善する手段として、オーバードライブ技術が利用されている。このオーバードライブ技術を利用すれば、液晶等の表示素子の応答速度を速めることが可能となる。

【0019】

一方、ホールド型表示装置における動きボケの発生原因は、液晶等の表示素子の応答速度の遅さのみではなく、動く画像を追っていく際に人間の網膜に映る残光特性である視線追隨積分効果も大きな原因の1つである。そのため、液晶等の表示素子の応答速度の遅さのみを考慮した通常のオーバードライブ技術のみでは、ホールド型表示装置における動きボケの抑制が十分になされていなかった。

10

【0020】

これに対して、本件出願人が先に出願した特許文献1に記載された画像処理装置によれば、オーバードライブ技術を利用する際に、液晶の応答速度のみならず、視線追隨積分の効果も考慮することにより、ホールド型表示装置における動きボケを十分に抑制できるとされている。

【0021】

しかしながら、オーバードライブ技術は、中間階調領域における階調変化には、表示素子の応答速度を速める効果を発揮できるものの、白表示や黒表示等の目的電圧が印加可能電圧範囲の限界に近い場合には、表示素子に十分に高い電圧を与えることができず、表示素子の応答速度を速める効果を十分に発揮することができない。

20

【0022】

また、VA系のモードの駆動方式を利用する液晶型表示装置では、0レベル(例えば、黒)からの立ち上がりの際には、液晶の分子配列変化に時間がかかり、オーバードライブ技術のみでは、応答速度が1フレーム内に収まらない場合もある。

【0023】

ここで、図1を参照しながら、一般的なVA系の液晶にパルス信号を入力した場合を例に挙げて、液晶の応答特性について説明する。なお、図1は、一般的なVA系の液晶にパルス信号を入力した場合における液晶の応答波形の一例を示す説明図である。また、図1では、縦軸が液晶の階調、横軸が時間を示している。さらに、図1では、一般的なVA系の液晶に対し、1フレーム期間に破線で示されている波形のパルス信号Pを入力した場合に生じる液晶の応答波形Lを実線で示している。

30

【0024】

図1に示すように、VA系の液晶では、立ち上がり立ち下がりとその応答特性が異なり、立ち上がりは、VT曲線に沿って応答するため、信号入力から応答までに遅延時間が生じてしまう。一方、立ち下がりの場合は、VT曲線に沿って応答するわけではないため、遅延時間はそれ程生じない。特に、図1の破線で囲んだ領域Uに示すように、低階調(例えば、0レベル)からの立ち上がりで応答時間の遅延が大きいことがわかる。また、立ち上がりにおいては、信号入力時の階調の違いによる応答時間の差が大きいこともわかる。

40

【0025】

そこで、本発明者らは、視線追隨積分効果とホールド型表示装置における動きボケとの関係についてさらに検討を行った結果、階調の違いによって応答時間の差があることを利用することにより、液晶等の表示素子の応答時間に応じて駆動電圧の印加を制御することにより、ホールド型表示装置における動きボケを効果的に抑制できることを見出し、本発明を完成するに至った。

【0026】

[視線追隨積分効果について]

以下、図2～図5を参照しながら、本発明者らが検討した視線追隨積分効果とホールド

50

型表示装置における動きボケとの関係について説明する。なお、図2～図5は、視線追隨積分効果とホールド型表示装置における動きボケとの関係の一例について説明するための説明図である。

【0027】

以下の説明では、ホールド型表示装置の一例として液晶型表示装置を例に挙げ、液晶表示装置の画面を構成する各表示素子（本設例の場合は、液晶）のそれぞれに、フレームまたはフィールド（以下、説明の便宜のため、単に「フレーム」と称する。）を構成する複数の画素のうちの所定の1つが対応付けられているものとして説明する。

【0028】

取り扱う画像の前提としては、背景は無地一色で、ステップ変化の画像は一定速度で動いているものとする。この前提により、視線追隨積分をトレースした場合、このトレース上の輝度は周期関数となり、視線追隨積分は1フレーム分のみを考えれば良いことになる。また、計算を容易にするため、本設例では、画像の境界（エッジ部分）の輝度変化は垂直であるものとする。

【0029】

なお、ホールド型表示装置における動きボケ改善が目標品質に達しているか否かは、通常60Hz駆動の倍速駆動を施した120Hz駆動のLCDにおける視線追隨積分の結果と同等以上の結果が得られるか否かにより判定することができる。この目標品質の判定項目としては、視線追隨積分での境界（前縁と後縁）の急峻さ、到達輝度の半値（最高輝度の半分の値）地点における遅れ等が挙げられる。

【0030】

ここで、図2から図5では、ステップ変化の画像が4画素/1フレームで液晶型表示装置のディスプレイ画面上を左から右に移動している場合の例が示されている。また、図2から図5における上部の図は、液晶型表示装置に入力された入力画像信号の波形を示し、中部の図は、上部の図の入力画像信号に基づく画像が液晶型表示装置に表示された場合における、液晶の出力レベル（輝度）の時間推移を表しており、下部の図は、ユーザ（人間）が、液晶型表示装置に表示される画像を見た場合における、ユーザの目の網膜に取り込まれる光量（すなわち、視線追隨積分の結果）を示している。

【0031】

また、図2から図5の中部の図中、水平方向の位置は、各フレームを構成する画素の位置（空間方向）を表しており、同図中、垂直下向きの変位は、時間の推移を表している。また、図2から図5の中部の図では、1つの画素に1つの液晶が対応しているものとし、グレー階調の濃淡により、各液晶のそれぞれの出力レベルを示しており、0F、1F等とあるのは、各フレームの番号を示している。

【0032】

さらに、図2から図5の下部の図中、水平方向の位置は、中部の図の時刻 t_b の時点における、ユーザの目の網膜の位置（空間方向）を表しており、同図中、垂直方向上向きの位置が、ユーザの目の網膜に取り込まれる光量を表している。すなわち、ユーザの目の網膜の位置における光量を積分した結果の領域 S_1 、 S_2 、 S_3 、 S_4 が、視線追隨積分の結果となる。より詳細に説明すると、図2から図5の中部の図中における右下へ向かう斜めの矢印は、ユーザの目の動きを示しており、ユーザの網膜には、時刻 t_a から時刻 t_b の間の各瞬間のそれぞれの時点で、この斜めの矢印が通る場所に位置する液晶から出力された所定のレベルの光が入射される。その結果、ユーザの網膜には、各瞬間のそれぞれの時点に入射された光が順次蓄積されていくので、時刻 t_b の時点で、その蓄積された光量（入射された光のレベルの積分値）の光が取り込まれることになる。

【0033】

以下、図2から図5の各図に基づいて、本発明者らが検討した視線追隨積分効果とホールド型表示装置における動きボケとの関係について説明する。

【0034】

図2は、理想ホールド素子、すなわち、応答時間が0のホールド型の表示素子（例えば

10

20

30

40

50

、液晶)を使用した表示装置に対し、時刻 t_b において、上部の図に示す波形の入力画像信号(図の1Fのフレームに対応する入力画像信号)を入力した場合における視線追随積分効果と動きボケとの関係を示している。

【0035】

図2に示すように、理想ホールド素子を使用した表示装置は、ステップ入力に対する応答時間が0であるため、液晶の出力レベルは、入力画像信号に対応する輝度(目標輝度)に瞬時的に到達し、液晶の応答は俊敏である。しかし、理想ホールド素子においても視線追随積分の効果は生じるため、入力されたステップ変化の画像の移動速度に等しい4画素分の動きボケを生じる。

【0036】

図3は、一般的な液晶型表示装置(LCD)に対し、時刻 t_b において、上部の図に示す波形の入力画像信号(図の1Fのフレームに対応する入力画像信号)を入力した場合における視線追随積分効果と動きボケとの関係を示している。

【0037】

図3に示すように、一般的なLCDは、ステップ入力に対する応答速度が低く、目標輝度に到達するまでに1フレーム分くらいの応答時間がかかる。また、LCDは、ホールド型駆動を行うため、視線追随積分の効果が生じる。そのため、一般的なLCDにステップ入力が行われた場合には、液晶の応答速度に基づく応答時間に視線追随積分の効果が加わるため、例えば、入力されたステップ変化の画像の移動速度の2倍に想到する8画素分の動きボケを生じる。

【0038】

図4は、倍速駆動を行う(動画表示周波数が2倍の)LCD、すなわち、1フレーム内の2分割されたサブフィールドには、動きベクトルに基づいて補間された画像を表示するLCDに対し、時刻 t_b において、上部の図に示す波形の入力画像信号(図の1Fのフレームに対応する入力画像信号)を入力した場合における視線追随積分効果と動きボケとの関係を示している。

【0039】

図4に示すように、倍速駆動を行うLCDであっても、一般的なLCDと、液晶の応答速度自体に変化はない。一方、倍速駆動を行うLCDでは、1つのフレームが2つのサブフィールドに分割され、各サブフィールドにおいて補間画像が表示されることから、1の入力画像信号に対するホールド時間が半分になるため、視線追随積分の効果が低減する。その結果、例えば、全体として、5画素分の動きボケに減少する。なお、前述したように、ホールド型表示装置における動きボケ改善が目標品質に達しているか否かは、この倍速駆動を行うLCDにおける5画素分の動きボケと同等あるいはそれ以下か否かにより判定することができる。

【0040】

図5は、本発明を適用した画像処理装置に対し、時刻 t_b において、上部の図に示す波形の入力画像信号(図の1Fのフレームに対応する入力画像信号)を入力し、これをホールド型表示装置に表示させた場合における視線追随積分効果と動きボケとの関係の一例を示している。

【0041】

本発明を適用した画像処理装置においては、ホールド型表示装置に目標輝度の画像を表示するための駆動電圧が印加されてから、当該表示装置がこの駆動電圧に対応する輝度の画像を表示するまでの時間を表す応答時間情報が、輝度変化量に対応付けて記憶されている。そして、この応答時間情報と入力画像の動きベクトルに基づいて、表示対象のフレーム(本設例では、1F)より前のフレーム(本設例では、0F)で、すなわち、本設例の場合は、時刻 t_a において、表示対象のフレームを構成する各画素の輝度値を、画素ごとに補正する。この補正は、例えば、表示対象のフレーム(1F)において各画素が目標輝度となるように行われる。図5に示した例では、表示対象のフレームである1Fにおいて初めて表示される画素(右端から4画素分)について、0Fの時点において各画素に対応

10

20

30

40

50

する液晶に印加する電圧を画素ごとに調整し、液晶の出力レベルを画素ごとに調整（0 Fの時点において液晶の出力レベルが階段状になっている部分を参照）することにより、表示対象のフレーム（1 F）において各画素が目標輝度となるようにしている。

【0042】

このように、表示対象のフレーム（1 F）よりも前のフレーム（0 F）において、表示対象のフレームを構成する各画素が目標輝度に到達するまでの液晶の応答時間を考慮して、各画素に対応する液晶に対し、画素ごとに適当な電圧を予め印加しておく（画素値を補正する）ことにより、視線追従積分の効果を著しく低減させることができる。その結果、図5に示すように、例えば、全体として、2画素分の動きボケに減少し、倍速駆動を行うLCD以上の動きボケ抑制効果を有することがわかる。本発明においては、画素ごとに画素値の補正処理を行うことから、高精細ディスプレイ等のように高画素であり、VA系液晶のように階調変化による応答時間の差が大きく、動くオブジェクトの移動速度（動きベクトル量）が大きいほど、補正処理による動きボケ抑制効果が大きくなる。

10

【0043】

以上のように、本発明を適用した画像処理装置による処理後の画像をホールド型表示装置に表示することにより、倍速駆動を行うLCDよりも大きな動きボケ抑制効果を得ることができる。また、倍速駆動を行うLCDにおいては、入力画像に対して補間画像を合成することにより、フレームを複数のサブフィールドに分割してフレームレートを上げ、ホールド時間を短縮することにより、動きボケを抑制している。一方、本発明を適用した画像処理装置においては、動きベクトルに基づいて、時間方向ではなく、空間方向の補間を行い、この補間結果を応答時間情報に基づいて、空間変化から時間変化に変換することにより、擬似的にフレームレートを上げる効果を持たせている。その結果、ホールド型表示装置における動画応答性が改善し、動きボケを抑制することができる。

20

【0044】

[本発明の画像処理方法の概要]

以下、図6を参照しながら、本実施の形態の画像処理装置における画像処理方法の一例について、その概要を説明する。なお、図6は、本実施の形態の画像処理装置における画像処理方法の一例を概略的に示す説明図である。

【0045】

図6に示すように、画像処理装置100に入力画像データが入力されると、まず、画像処理装置100は、入力された表示対象のフレームに対応する入力画像データと、画像処理装置100のメモリ5-1に保存されている表示対象のフレームの1つ前のフレームに対応する画像データとを比較して、入力画像の動きベクトルを検出する（S11）。検出された動きベクトルは、次の補間画像を生成するステップ（S13）で使用される。また、検出された動きベクトルは、その後の補正処理やオーバードライブ処理においても使用され、必要に応じてメモリ5-1に保存されてもよい。

30

【0046】

次に、画像処理装置は、ステップS11で検出された動きベクトルに基づいて、表示対象のフレームとその1つ前のフレームの間に挿入する補間画像を生成する（S13）。この補間画像を生成することにより、動画表示周波数が2倍になる（通常のLCDでは、60Hzから120Hzになる）。生成された補間画像は、次の補正処理ステップ（S15）で使用される。また、生成された補間画像は、メモリ5-1に保存されてもよい。なお、この補間画像生成ステップ（S13）は、本発明において、必ずしも必要なステップではなく、動画表示周波数（フレームレート）を高くしなくても、次に説明する補正処理（S15）を行うことにより、ホールド型表示装置における動きボケ抑制効果は十分に得られる。

40

【0047】

次に、画像処理装置は、ステップS11で検出された動きベクトルと、ルックアップテーブル（LUT）5-2に記憶されている応答時間情報とに基づいて、表示対象のフレームにおいて目標輝度の画像が表示されるように、ステップS13で生成された補間画像を

50

所定時間後に表示するための補正情報を生成する。そして、画像処理装置は、この補正情報と入力画像データとを合成し、画素値を補正した補正後の画像データを生成する（S15）。生成された補正後の画像データは、次のオーバードライブ処理（S17）において使用される。この補正処理ステップ（S15）は、表示対象のフレームの前のフレームにおいて行われる。なお、ステップS13を行わない（補間画像を生成しない）場合には、本ステップS15では、補間画像を用いずに、ステップS11で検出された動きベクトルと、ルックアップテーブル（LUT）5-2に記憶されている応答時間情報とに基づいて、表示対象のフレームにおいて目標輝度の画像が表示されるための補正後の画素値が直接算出される。そして、算出された補正後の画素値に基づいて、補正後の画像データが生成される。

10

【0048】

次に、画像処理装置は、メモリ5-1に保存されている入力画像データと、ステップS15で生成された補正後の画像データを使用して、表示対象のフレームに対応する補正後の画像データに対して、オーバードライブ処理を行う（S17）。その結果、ホールド型表示装置に表示するための表示画像データが生成される。

【0049】

続いて、図7（A）から図7（D）を参照しながら、ホールド型表示装置にステップ波形を入力した場合における動作波形について説明する。なお、図7（A）から図7（D）は、ホールド型表示装置にステップ波形を入力した場合における動作波形の一例を示す説明図である。また、図7（A）から図7（D）において、垂直方向は、フレームを構成する各画素の輝度、水平方向は、フレームを構成する各画素の位置（空間方向）を表している。また、図7（A）から図7（D）の破線で区画された領域を、複数の画素（本設例では、4画素とする。）からなるユニットと称することとする。

20

【0050】

図7（A）は、一般的なLCDに入力されたステップ信号の波形を示している。図7（A）に示すように、入力されたステップ信号には、N番目のユニットの右端にエッジ部分が存在している。なお、このエッジの高さが表示対象のフレームにおける目標輝度であるとする。

【0051】

図7（B）は、オーバードライブ方式を採用したLCDにステップ信号を入力した場合における動作波形を示している。図7（B）に示すように、オーバードライブ方式では、例えば、入力変化の最初のフレームにおいて、目標輝度の画像を表示装置に表示させるための目的電圧よりも高い電圧を印加し、輝度の遷移を加速させている。そのため、N番目のユニット位置において、目標輝度よりも高い輝度となっている。ただし、通常のオーバードライブ方式においては、フレーム中の動くオブジェクトの動き、すなわち、動きベクトルを検出せず、動きベクトルによらずに一律に電圧を印加するため、目標輝度よりも高い輝度となっている部分は、N番目のユニット全体として一律になっている（N番目のユニットに含まれる各画素で輝度が等しくなっている）。

30

【0052】

図7（C）は、特許文献1に記載されているように、オーバードライブ駆動を行う際に、動きベクトルに基づいて印加する電圧を調整する方式を採用したLCDにステップ信号を入力した場合における動作波形を示している。図7（C）に示すように、この方式では、目的電圧よりも高い電圧を印加する際に入力画像の動きベクトルを検出し、検出された動きベクトルに基づいて、画素ごとに印加する電圧を調整するものである。これにより、通常のオーバードライブ方式と比べると、ホールド型表示装置における動きボケの抑制効果が向上する。

40

【0053】

しかし、前述したように、液晶に印加できる電圧範囲に限界があるため、例えば、黒表示や白表示などの目的電圧が電圧範囲限界に近い場合（高階調領域や低階調領域における階調変化の場合）には、液晶の応答速度を速めるのに十分に高い電圧を与えられず、動き

50

ボケ抑制の効果を十分に発揮できない、という問題がある。そこで、本発明では、図6のステップS15で説明したような補正処理を行っている。

【0054】

図7(D)は、本発明の画像処理方法を適用した画像処理装置にステップ信号を入力した場合における動作波形の一例を示している。図7(D)に示すように、本発明の方式では、答時間情報と入力画像の動きベクトルに基づいて、表示対象のフレームより前のフレームで、表示対象のフレームを構成する各画素の輝度値を、画素ごとに補正する。この補正は、例えば、表示対象のフレームにおいて各画素が目標輝度となるように行われる。その結果、ステップ信号のエッジ部分において、垂直に高輝度から低輝度へ急激に低下するのではなく、例えば階段状に、液晶の応答速度に対応して高輝度から低輝度へ緩やかに低下していくような動作波形となる。なお、図7(D)には、本発明の画像方法に加えて、動きベクトルを考慮したオーバードライブ方式を適用した場合の動作波形が示されているが、本発明においては、オーバードライブ方式は必要に応じて採用すればよく、必ずしも採用しなくてもよい。

10

【0055】

続いて、図8(A)から図8(C)および図9を参照しながら、本発明を適用した画像処理装置における補正処理の動作について、画像処理装置に入力される入力信号と画像処理装置から出力される出力信号の波形を示しながら説明する。なお、図8(A)は、本発明を適用した画像処理装置に入力される入力信号の一例を示す説明図であり、図8(B)および図8(C)は、本発明を適用した画像処理装置から出力される出力信号の一例を示す説明図である。また、図9は、本発明を適用した画像処理装置から出力された出力信号に基づいて画像を表示するホールド型表示装置を見たユーザの網膜に蓄積された光量の空間方向の変化を示す説明図である。

20

【0056】

図8(A)から図8(C)において、水平方向の位置は、フレームを構成する各画素の位置(空間方向)を示し、垂直方向は、表示装置から出力される輝度レベルを示している。また、図8(A)から図8(C)における破線で区画された領域は、フレームを構成する各画素を示している。また、画像処理装置に入力される入力信号は、ステップ波形の信号であるものとし、このステップ波形の信号に基づく入力画像は、4dot/vの動きベクトルを有しているものとして、以下の説明を行う。

30

【0057】

まず、図8(A)に示すようなエッジ部分を有するステップ波形の信号が、画像処理装置に入力される。このステップ信号は、前述したように、4dot/vの速度で図の左から右へ移動している。また、このステップ信号が入力される前は、表示装置においては黒表示がされており、このステップ信号の入力により白表示に変更されるものとする。

【0058】

この入力されたステップ信号に対し、本発明を適用した画像処理装置においては、図8(B)に示すように、例えば、特に、ホールド素子(液晶等)の立ち上がりをスムーズにするために、液晶の応答特性に合わせて、立ち上がり部分に予め電圧を印加しておき、輝度レベルが徐々に低下するようにする(補正処理)。特に、黒表示からの立ち上がりの場合には、この処理が重要である。この際、予め電圧を印加する範囲は、動きベクトル量に基づいて決定され、例えば、本設例の場合は、動きベクトル量(4dot/v)と同じ4dot分の画素範囲に予め電圧を印加している。また、予め電圧を印加する場合には、画素ごとに印加する電圧値を決めることができ、例えば、図8(B)に示すように階段状に徐々に輝度レベルが低下するように電圧を印加してもよく、階段状でなく、直線的に徐々に輝度レベルが低下するように電圧を印加してもよい。なお、直線的に輝度レベルが低下するようにした方が、よりスムーズな立ち上がりを実現することができるため、好ましい。

40

【0059】

図8(C)は、本発明を適用した画像処理装置における補正処理を行った画像データに

50

対し、特許文献 1 に記載のオーバードライブ技術を適用した場合における動作波形を示している。この場合には、図 8 (C) に示すように、オーバードライブが加わることにより、山型の波形の信号が出力されることになる。なお、オーバードライブにより目的電圧よりも高い電圧が印加されることに伴い、補正処理のために予め印加する電圧値も大きくなるため、輝度レベルも全体的に図 8 (B) の場合 (本発明の補正処理のみの場合) よりも高くなっている。

【 0 0 6 0 】

以上、図 8 (A) から図 8 (C) に基づいて説明したように画像の表示動作を行うことにより、図 9 に示すようなユーザの網膜に蓄積された光量の空間方向の変化が現れる。すなわち、オーバードライブも本発明の補正処理も行わない場合には、2 点鎖線で表された曲線のように、入力されたステップ信号の輝度レベルにユーザの網膜に蓄積された輝度レベルが到達しておらず、表示の遅延が大きく、ホールド型表示装置の動作ボケが発生してしまう。また、オーバードライブのみを行った場合には、破線で示された曲線のように、入力されたステップ信号の輝度レベルに対するユーザの網膜に蓄積された輝度レベルの差は小さくなっており、表示の遅延がやや小さくなっているものの、依然として遅延が生じているため、動作ボケの抑制効果が十分ではない。一方、オーバードライブと本発明の補正処理の双方を行った場合には、実線で表された曲線のように、入力されたステップ信号の輝度レベルにユーザの網膜に蓄積された輝度レベルが到達しており、また、輝度レベルの変化も急峻ではなく緩やかに低下していることがわかる。その結果、視線追従積分の効果が十分に抑制され、ホールド型表示装置における動作ボケ抑制効果が大きくなる。

【 0 0 6 1 】

[本発明の一実施形態に係る画像表示システムの構成]

続いて、図 1 0 および図 1 1 を参照しながら、前述したような機能を実現可能なシステムとして、本発明の一実施形態に係る画像表示システム 1 0 の機能構成について詳細に説明する。なお、図 1 0 は、本実施形態に係る画像表示システム 1 0 を構成する画像処理装置 1 0 0 の機能構成を示すブロック図であり、図 1 1 は、本実施形態に係る画像表示システム 1 0 を構成する表示装置 2 0 0 の機能構成を示すブロック図である。

【 0 0 6 2 】

図 1 0 および図 1 1 に示すように、本実施形態に係る画像表示システム 1 0 は、外部から入力される入力画像データを処理して表示画像データを出力する画像処理装置 1 0 0 と、画像処理装置 1 0 0 から入力された表示画像データに基づいて、実際に画像を表示するホールド型の表示装置 2 0 0 と、を備える。ここで、「システム」とは、複数の装置 (機能) が論理的に集合した物をいい、各構成の装置 (機能) が同一筐体中にあるか否かを問うものではない。従って、例えば、TV 受信機のように、画像表示システム 1 0 を構成する画像処理装置 1 0 0 と表示装置 2 0 0 とが 1 つの装置にまとまって 1 つの取引対象となる場合もあり、また、表示装置 2 0 0 だけが別筐体として単体で扱われる場合もある。以下、この画像表示システム 1 0 を構成する画像処理装置 1 0 0 および表示装置 2 0 0 の機能構成について詳細に説明する。

【 0 0 6 3 】

(画像処理装置 1 0 0 の構成)

図 1 0 に示すように、本実施形態に係る画像処理装置 1 0 0 は、入力画像データ記憶部 1 1 0 と、動きベクトル検出部 1 2 0 と、応答時間情報記憶部 1 3 0 と、補正処理部 1 4 0 と、出力部 1 6 0 と、を備える。

【 0 0 6 4 】

入力画像データ記憶部 1 1 0 には、外部から画像処理装置 1 0 0 に入力された入力画像データが、連続する複数のフレームのそれぞれに対応付けられて記憶される。より具体的には、例えば、表示対象のフレームにおいて画像を表示するための入力画像データが画像処理装置 1 0 0 に入力されると、それが入力画像データ記憶部 1 1 0 に記憶される。さらに、次の表示対象のフレームにおいて画像を表示するための入力画像データが画像処理装置 1 0 0 に入力された場合、それより前のフレームにおける入力画像データは記憶された

ままにしておき、動きベクトル検出部 120 による動きベクトルの検出に使用する。なお、入力画像データ記憶部 110 に記憶されている入力画像データは、例えば、必要に応じて時間的に前のものから順に削除されるようにしてもよい。

【0065】

動きベクトル検出部 120 は、表示対象のフレームにおける入力画像データが入力されると、例えば、表示対象のフレームの 1 つ前のフレームにおける入力画像データを、入力画像データ記憶部 110 から抽出する。そして、動きベクトル検出部 120 は、表示対象のフレームにおける入力画像データと、その 1 つ前のフレームにおける入力画像データとを比較し、表示画像の中で動いているオブジェクトに着目し、このオブジェクトの動く方向と動いた距離とに基づいて、表示対象のフレームにおける入力画像データの動きベクトルを検出する。なお、動きベクトル検出部 120 は、本実施形態におけるように、画像処理装置 100 の一構成要素であってもよく、例えば、MPEG デコーダや IP 変換器などのような、画像処理装置 100 の外部の機器の一構成要素であってもよい。後者の場合、入力画像データの動きベクトルは、画像処理装置 100 の外部の機器で別途検出され、画像処理装置 100 に入力される。

10

【0066】

応答時間情報記憶部 130 は、表示装置 200 に駆動電圧が印加されてから、表示装置 200 が駆動電圧に対応する階調の画像を表示するまでの時間、すなわち、ホールド型表示素子の応答時間を表す応答時間情報が、表示装置 200 の階調変化量に対応付けて記憶される。応答時間情報が応答時間情報記憶部 130 に記憶される形式としては、例えば、階調変化量とそれに対応する表示素子の応答時間がルックアップテーブル (LUT) の形式で保存されている場合が挙げられる。あるいは、応答時間情報が応答時間情報記憶部 130 に記憶される形式としては、階調変化量と表示素子の応答時間との関係を示す関数を予め求めておき、この関数を応答時間情報記憶部 130 に記憶させておく場合が挙げられる。この場合、表示対象のフレームにおける入力画像データと、その前のフレームにおける入力画像データとを比較して、各画素における階調変化量が算出され、算出された階調変化量が、応答時間情報記憶部 130 に記憶されている関数により、応答時間情報に変換されることになる。このような機能は、RAM や ROM 等のハードウェアにより実現することができる。

20

【0067】

補正処理部 140 は、入力画像データ記憶部 110 から抽出された入力画像データと、動きベクトル検出部 120 により検出された動きベクトルと、応答時間情報記憶部 130 から抽出された応答時間情報とに基づいて、表示対象のフレームよりも前のフレームで、入力画像データにおける画素値を、フレームを構成する画素ごとに補正する。この補正の結果、表示画像データが生成され、生成された表示画像データは、出力部 160 に出力される。

30

【0068】

ここで、補正処理部 140 は、例えば、入力画像データと動きベクトルとから入力されるフレーム間に挿入するための補間画像を生成する補間画像生成部 (図示せず。) と、応答時間情報に基づいて補間画像を所定時間後に表示するタイミングを表す表示タイミング情報を生成する表示タイミング情報生成部 (図示せず。) と、生成された表示情報を入力画像データに合成する画像合成部 (図示せず。) と、を備えるように構成することができる。この構成の場合、補間画像生成部は、動きベクトルに基づいて、時間方向ではなく、空間方向に対して補間画像を生成する。また、表示タイミング情報生成部は、表示階調変化量ごとに表示素子の応答時間に差があることを利用して、補間画像を表示タイミング情報に変化することで、空間方向の変化から時間方向の変化に変換することを可能としている。従って、表示タイミング情報を入力画像データに合成することにより、動きベクトルに基づいて容易に生成される空間方向の補間画像を用いて、時間方向の補間画像を生成した場合と同等の効果、すなわち、フレームレートを擬似的に高める効果を得ることができる。

40

50

【 0 0 6 9 】

また、前述の構成のように、補間画像を生成することなく、移動平均フィルタ等の空間フィルタを使用して、直接画素値を補正する構成としてもよい。後者の構成における、より具体的な機能構成については後述する。

【 0 0 7 0 】

出力部 1 6 0 は、補正処理部 1 4 0 から表示画像データが入力され、入力された表示画像データを表示装置 2 0 0 に出力する。

【 0 0 7 1 】

(補正処理部 1 4 0 の構成)

ここで、図 1 2 を参照しながら、前述した補正処理部 1 4 0 の機能構成について、さらに詳細に説明する。なお、図 1 2 は、本実施形態に係る補正処理部 1 4 0 の機能構成を示すブロック図である。

10

【 0 0 7 2 】

図 1 2 に示すように、補正処理部 1 4 0 は、補正範囲設定部 1 4 1 と、最大最小値検出部 1 4 2 と、エッジ検出部 1 4 3 と、高周波検出部 1 4 4 と、外側置換部 1 4 5 と、フィルタ設定部 1 4 6 と、フィルタ処理部 1 4 7 と、ゲイン調整部 1 4 8 と、選択部 1 4 9 と、合成部 1 5 0 と、を備える。

【 0 0 7 3 】

補正範囲設定部 1 4 1 は、動きベクトル検出部 1 2 0 から入力された動きベクトルに基づいて、入力画像データにおける画素値を補正する補正範囲を設定する。具体的には、補正範囲設定部 1 4 1 は、入力画像データのうちの動きがある領域(動きがあるオブジェクトに対応する部分)を検出し、動きがある領域に位置する画素を補正範囲として設定する。設定された補正範囲に関する情報および入力された動きベクトルに関する情報は、最大最小値検出部 1 4 2、エッジ検出部 1 4 3、高周波検出部 1 4 4、フィルタ設定部 1 4 6 に伝送される。

20

【 0 0 7 4 】

最大最小値検出部 1 4 2 は、補正範囲設定部 1 4 1 から伝送された補正範囲に関する情報に基づいて、補正範囲内における入力画像データ(入力信号)の最大値および最小値を検出する。検出された入力信号の最大値および最小値に関する情報は、エッジ検出部 1 4 3 および外側置換部 1 4 5 に伝送される。

30

【 0 0 7 5 】

エッジ検出部 1 4 3 は、補正範囲設定部 1 4 1 から伝送された補正範囲に関する情報および入力された動きベクトルに関する情報、および、最大最小値検出部 1 4 2 から伝送された入力信号の最大値および最小値に関する情報に基づいて、入力画像データ(入力信号)におけるエッジ部分を検出する。このエッジ検出部 1 4 3 は、エッジの存在する位置(エッジ箇所)の検出のみならず、当該エッジ箇所におけるエッジ方向(低階調から高階調への変化の方向か、あるいは、高階調から低階調への変化の方向か)をも検出する。このエッジ方向を検出することにより、表示素子の応答が立ち上がりか立ち下がりかを判定することができる。検出されたエッジ箇所およびエッジ方向に関する情報は、選択部 1 4 9 に伝送される。

40

【 0 0 7 6 】

高周波検出部 1 4 4 は、補正範囲設定部 1 4 1 から伝送された補正範囲に関する情報に基づいて、補正範囲内における入力画像データの空間周波数の高域信号を検出する。ここでいう高域信号とは、図 1 3 に示すように、補正範囲より狭い範囲の半波長(1/2の波長)を持つ信号をいう。すなわち、補正範囲の2倍より波長の短い信号を高域信号として検出する。これは、高域信号の場合は、補正範囲内に立ち上がりエリアと立ち下がりエリアが混在するため、正しい処理を行えなくなるためである。検出された高域信号は、ゲイン調整部 1 4 8 に出力され、フィルタ処理部 1 4 7 による処理後のゲイン調整に使用される。

【 0 0 7 7 】

50

外側置換部 145 は、最大最小値検出部 142 から伝送された入力信号の最大値および最小値に関する情報に基づいて、入力画像データ（入力信号）に対して、その最大値と最小値を用いて外側置換を行う。置換後の入力画像データ（入力信号）は、フィルタ処理部 147 に伝送される。

【0078】

フィルタ設定部 146 は、入力画像データと、補正範囲設定部 141 から伝送された補正範囲に関する情報および動きベクトルと、応答時間情報記憶部 130 から抽出された応答時間情報に基づいて、表示装置 200 が表示対象のフレームを表示する際に、入力画像データに基づいて設定された階調の画像が表示されるように、入力画像データにおける画素値を補正するための空間フィルタの特性を設定する。このフィルタ特性は、当然、補正範囲内に位置する画素にのみ適用される。本実施形態における空間フィルタとしては、例えば、ローパスフィルタ（LPF）等の移動平均フィルタを使用することができる。また、本実施形態に係るフィルタの特性としては、例えば、フィルタを掛ける領域や、フィルタのタップ数等が挙げられ、このようなフィルタの特性は、フィルタ行列のフィルタ係数を適宜設定したりすることにより実現できる。このようにして設定されたフィルタ特性に関する情報は、フィルタ処理部 147 に伝送される。

【0079】

ここで、図 14 および図 15 を参照しながら、フィルタ特性の設定例について説明する。なお、図 14 および図 15 は、本実施形態に係るフィルタ設定部 146 によるフィルタ特性の設定例を示す説明図である。

【0080】

まず、図 14 は、表示素子（液晶等）の立ち上がりや立ち下がり異なるフィルタ特性を設定する例を示しており、この例では、エッジの立ち上がり領域にのみフィルタを適用している。また、図 14 には、入力信号として、図の左から右へ移動する 4 種類のステップ信号の例が挙げられており、それぞれ、信号の最大値（最大輝度）、最小値（最小輝度）、およびエッジ高さ（最大値と最小値との差）が異なっている。なお、図 14 中の「255」および「0」の数値は、各画素の輝度値を示している。

【0081】

図 14 に示すように、階調変化量（輝度値の最大値と最小値との差）により、各画素における画素値の補正量は異なるものの、エッジの立ち上がり領域にのみフィルタを適用するというフィルタ特性を設定することができる。具体的には、図 13 には、図示していないが、例えば、フィルタ設定部 146 が、エッジ検出部 143 により検出されたエッジ方向に関する情報を取得して、エッジ箇所における階調変化の方向から、立ち上がり領域か立ち下がり領域かを判定し、立ち上がり領域であると判定された場合にのみ適用されるというフィルタ特性を設定することができる。

【0082】

次に、図 15 は、入力画像データの動きベクトル量に応じた空間フィルタのタップ数を設定する例を示しており、この例では、動きベクトル量に比例してフィルタのタップ数を変更している。また、図 15 には、入力信号として、図の左から右へ異なる移動量（動きベクトル量）で移動する 4 種類のステップ信号の例が挙げられており、左からそれぞれ、静止画（移動量 0 dot / v）、移動量 2 dot / v、移動量 4 dot / v、移動量 6 dot / v のステップ信号となっている。図 15 中の「255」および「0」の数値は、各画素の輝度値を示している。

【0083】

図 15 に示す例では、フィルタ設定部 146 は、入力画像データの動きベクトル量（画素数）と等しい数のタップ数とする（例えば、移動量が 2 dot / v であれば、タップ数を 2 とする）、というフィルタ特性を設定している。このように、入力画像信号の動きベクトル量が大きい（移動速度が速い）程、フィルタのタップ数が多くなるので、入力画像信号の動きベクトル量が大きい（移動速度が速い）程、より細かく精密な画素値の補正処理を行うことができる。従って、本実施形態に係る画像処理装置 100 によれば、入力画

10

20

30

40

50

像データの動きベクトル量が大きいほど、より効果的に、ホールド型の表示装置 200 における動きボケを抑制することが可能となる。

【0084】

フィルタ処理部 147 は、表示装置 200 による表示対象のフレームより前のフレームにおいて、フィルタ設定部 146 により設定されたフィルタ特性を有するフィルタを、外側置換部 145 から伝送された外側置換後の入力画像データにかけることで、補正範囲内に位置する画素の画素値を補正する。画素値が補正された入力画像データは、ゲイン調整部 148 に伝送される。なお、本実施形態に係るフィルタ処理部 147 は、外側置換後の入力画像データにフィルタをかけているが、必ずしも外側置換後の入力画像データにフィルタを掛ける必要はなく、入力画像データそのものにフィルタを掛けてもよい。

10

【0085】

ゲイン調整部 148 は、高周波検出部 144 から伝送された高域信号に基づいて、フィルタ処理部 147 から伝送された補正後の入力画像データに対し、高周波でのエラーを回避するため、ゲイン調整を行う。ゲイン調整後の入力画像データは、選択部 149 に伝送される。

【0086】

選択部 149 には、エッジ検出部 143 の検出結果、例えば、エッジ検出部 143 から伝送されたエッジ箇所およびエッジ方向に関する情報や、フィルタ処理部 147 から伝送された画素値が補正された入力画像データや、入力画像データ記憶部 110 から抽出された画素値が補正されていない入力画像データそのものなどが入力される。この選択部 149 は、入力されたエッジ箇所およびエッジ方向に関する情報に応じて、フィルタ処理部 147 により画素値が補正された入力画像データと、フィルタ処理部 147 により画素値が補正されていない入力画像データのいずれか一方を選択する。さらに、選択部 149 は、画素値が補正された（フィルタ処理が行われた）入力画像データを選択した場合にのみ、当該入力画像データを合成部 150 に出力する。より具体的には、例えば、選択部 149 は、エッジ方向に基づいて、エッジ箇所が、低階調から高階調への立ち上がり領域におけるものであると判断された場合には、画素値が補正された入力画像データを選択する。一方、選択部 149 は、エッジ方向に基づいて、エッジ箇所が、低階調から高階調への立ち下がり領域におけるものであると判断された場合には、画素値が補正されていない入力画像データを選択する。このような処理を行うことにより、図 14 で説明したような、立ち上がり領域にのみフィルタを掛けるということが可能となる。

20

30

【0087】

なお、本実施形態においては、選択部 149 は、フィルタ処理部 147 の後段に設けられており、フィルタ処理部 147 によりフィルタ処理が行われた後の入力画像データと、外部から入力された入力画像データそのものの双方が選択部 149 に入力される。そして、選択部 149 は、入力されたフィルタ処理後の入力画像データと、外部から入力された入力画像データとから選択する方式を採用している。しかし、このような方式には限られず、例えば、フィルタ処理部 147 によるフィルタ処理を行う前に、選択部 149 により予めフィルタ処理を行うか否かを決定し、選択部 149 により、フィルタ処理を行うことが決定された場合（例えば、エッジ箇所が立ち上がり領域におけるものと判断された場合）にのみ、フィルタ処理を行うようにしてもよい。

40

【0088】

合成部 150 は、選択部 149 から、フィルタ処理後の入力画像データが入力された場合には、外部から入力された入力画像データそのもの（フィルタ処理が行われていないもの）と、フィルタ処理後の入力画像データを合成し、出力部 160 に出力する。一方、合成部 150 は、選択部 149 から、フィルタ処理後の入力画像データが入力されない場合には、外部から入力されたフィルタ処理が行われていない入力画像データを、そのまま出力部 160 に出力する。

【0089】

（表示装置 200 の構成）

50

以上、画像処理装置 100 の機能構成について詳細に説明したが、次に、図 11 を参照しながら、表示装置 200 の構成を説明する。図 11 に示すように、表示装置 200 は、ホールド型の表示装置であり、画像表示部 210 と、ソースドライバ 220 と、ゲートドライバ 230 と、表示制御部 240 と、を備える。

【0090】

画像表示部 210 は、画像処理装置 100 から入力された表示画像データに対応する画像を表示する。この画像表示部 210 は、例えば、 $m \times n$ 配置のドットマトリクス型のディスプレイである。画像表示部 210 の具体例としては、例えば、 $a - Si$ (アモルファスシリコン) TFT を用いたアクティブマトリクス型の OLED (Organic Light Emitting Diode) ディスプレイや、LCD などが挙げられる。

10

【0091】

ソースドライバ 220 およびゲートドライバ 230 は、 $m \times n$ 配置の画像表示部 210 を駆動させる駆動手段である。このうち、ソースドライバ 220 は、データ信号をデータ線 221 に供給し、ゲートドライバ 230 は、セレクト信号 (アドレス信号) を走査線 231 に供給する。

【0092】

表示制御部 240 は、画像処理装置 100 から入力された表示画像データに基づき、画像表示部 210 の駆動 (ソースドライバ 220 およびゲートドライバ 230 の駆動) を制御する。より具体的には、表示制御部 240 は、画像処理装置 100 から得られる表示画像データ (ビデオ信号) に基づき、各ドライバ (ソースドライバ 220 およびゲートドライバ 230) 回路に供給すべき制御信号を必要なタイミングで出力する。

20

【0093】

以上、本実施形態に係る画像処理装置 100 および表示装置 200 の機能の一例を示した。上記の各構成要素は、汎用的な部材や回路を用いて構成されていてもよいし、各構成要素の機能に特化したハードウェアにより構成されていてもよい。また、各構成要素の機能を、CPU 等が全て行ってもよい。従って、本実施形態を実施する時々の技術レベルに応じて、適宜、利用する構成を変更することが可能である。

【0094】

[画像処理装置 100 のハードウェア構成について]

続いて、図 16 を参照しながら、本実施形態に係る画像処理装置 100 のハードウェア構成について説明する。図 16 は、本実施形態に係る画像処理装置のハードウェア構成を示すブロック図である。

30

【0095】

画像処理装置 100 は、主に、CPU (Central Processing Unit) 901 と、ROM (Read Only Memory) 903 と、RAM (Random Access Memory) 905 と、ホストバス 907 と、ブリッジ 909 と、外部バス 911 と、インターフェース 913 と、入力装置 915 と、出力装置 917 と、ストレージ装置 919 と、ドライブ 921 と、接続ポート 923 と、通信装置 925 とを備える。

【0096】

CPU 901 は、演算処理装置および制御装置として機能し、ROM 903、RAM 905、ストレージ装置 919、またはリムーバブル記録媒体 927 に記録された各種プログラムに従って画像処理装置 100 内の動作全般またはその一部を制御する。ROM 903 は、CPU 901 が使用するプログラムや演算パラメータ等を記憶する。RAM 905 は、CPU 901 の実行において使用するプログラムや、その実行において適宜変化するパラメータ等を一次記憶する。これらは CPU バス等の内部バスにより構成されるホストバス 907 により相互に接続されている。

40

【0097】

ホストバス 907 は、ブリッジ 909 を介して、PCI (Peripheral Component Interconnect / Interface) バスなどの外部バス 911 に接続されている。

【0098】

50

入力装置 915 は、例えば、マウス、キーボード、タッチパネル、ボタン、スイッチおよびレバーなどユーザが操作する操作手段である。また、入力装置 915 は、例えば、赤外線やその他の電波を利用したリモートコントロール手段（いわゆる、リモコン）であってもよいし、画像処理装置 100 の操作に対応した携帯電話や PDA 等の外部接続機器 929 であってもよい。さらに、入力装置 915 は、例えば、上記の操作手段を用いてユーザにより入力された情報に基づいて入力信号を生成し、CPU 901 に出力する入力制御回路などから構成されている。画像処理装置 100 のユーザは、この入力装置 915 を操作することにより、画像処理装置 100 に対して各種のデータを入力したり処理動作を指示したりすることができる。

【0099】

出力装置 917 は、例えば、CRTディスプレイ装置、液晶ディスプレイ装置、プラズマディスプレイ装置、ELディスプレイ装置およびランプなどの表示装置や、スピーカおよびヘッドホンなどの音声出力装置や、プリンタ装置、携帯電話、ファクシミリなど、取得した情報をユーザに対して視覚的または聴覚的に通知することが可能な装置で構成される。具体的には、表示装置は、画像データ等の各種情報をテキストまたはイメージで表示する。一方、音声出力装置は、音声データ等を音声に変換して出力する。

【0100】

ストレージ装置 919 は、本実施形態に係る画像処理装置 100 の記憶部の一例として構成されたデータ格納用の装置であり、例えば、HDD (Hard Disk Drive) 等の磁気記憶部デバイス、半導体記憶デバイス、光記憶デバイス、または光磁気記憶デバイス等により構成される。このストレージ装置 919 は、CPU 901 が実行するプログラムや各種データ、および外部から取得した画像信号データなどを格納する。

【0101】

ドライブ 921 は、記憶媒体用リーダーライターであり、画像信号処理装置に内蔵、あるいは外付けされる。ドライブ 921 は、装着されている磁気ディスク、光ディスク、光磁気ディスク、または半導体メモリ等のリムーバブル記録媒体 927 に記録されている情報を読み出して、RAM 905 に出力する。また、ドライブ 921 は、装着されている磁気ディスク、光ディスク、光磁気ディスク、または半導体メモリ等のリムーバブル記録媒体 927 に記録を書き込むことも可能である。リムーバブル記録媒体 927 は、例えば、DVDメディア、HD-DVDメディア、Blu-rayメディア、コンパクトフラッシュ（登録商標）(CompactFlash: CF)、メモリースティック、または、SDメモリカード (Secure Digital memory card) 等である。また、リムーバブル記録媒体 927 は、例えば、非接触型 ICチップを搭載した ICカード (Integrated Circuit card) または電子機器等であってもよい。

【0102】

接続ポート 923 は、例えば USB (Universal Serial Bus) ポートや、i.Link 等の IEEE 1394 ポート、SCSI (Small Computer System Interface) ポート、RS-232C ポート、光オーディオ端子等の、機器を画像処理装置 100 に直接接続するためのポートである。この接続ポート 923 に外部接続機器 929 を接続することで、画像処理装置 100 は外部接続機器 929 から直接画像信号データを取得したり、外部接続機器 929 に画像信号データを提供したりする。

【0103】

通信装置 925 は、例えば、通信網 10 に接続するための通信デバイス等で構成された通信インターフェースである。通信装置 925 は、例えば、有線または無線 LAN (Local Area Network)、Bluetooth、または WUSB (Wireless USB) 用の通信カード、光通信用のルータ、ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line) 用のルータ、または、各種通信用のモデム等である。この通信装置 925 は、例えば、インターネットや他の通信機器との間で画像信号等を送受信することができる。また、通信装置 925 に接続される通信網 10 は、有線または無線によって接続されたネットワーク等により構成され、例えば、インターネット、家庭内 LAN、赤外線通信、または衛星通信等であって

10

20

30

40

50

もよい。

【0104】

以上説明した構成により、画像処理装置100は、接続ポート923や通信網10に接続された他の外部接続機器929等の多様な情報源から入力画像信号に関する情報を取得し、表示装置200に対して画像信号を伝送することが可能になる。

【0105】

なお、本実施形態に係る表示装置200のハードウェア構成は、画像処理装置100のハードウェア構成と実質的に同一であるので、説明を省略する。

【0106】

以上、本実施形態に係る画像処理装置100および表示装置200の機能を実現可能なハードウェア構成の一例を示した。上記の各構成要素は、汎用的な部材を用いて構成されていてもよいし、各構成要素の機能に特化したハードウェアにより構成されていてもよい。従って、本実施形態を実施する時々の技術レベルに応じて、適宜、利用するハードウェア構成を変更することが可能である。

10

【0107】

[本発明の第1の実施形態に係る画像処理方法の処理の流れ]

以上、本実施形態に係る画像処理装置100および表示装置200の構成について詳細に説明した。続いて、図17を参照しながら、このような構成を有する画像処理装置100を利用した本実施形態に係る画像処理方法について、詳細に説明する。なお、図17は、本実施形態に係る画像処理方法の処理の流れを示すフローチャートである。

20

【0108】

本実施形態に係る画像処理方法は、外部から画像処理装置100に入力される入力画像データを処理して、ホールド型の表示装置200に出力する表示画像データを生成するものである。

【0109】

具体的には、図17に示すように、外部から入力画像データが画像処理装置100に入力されると、当該入力画像データが、入力画像データ記憶部110に記憶される(S101)と同時に、動きベクトル検出部120に入力される。

【0110】

動きベクトル検出部120に、表示対象のフレームにおける入力画像データが入力されると、動きベクトル検出部120は、例えば、表示対象のフレームの1つ前のフレームにおける入力画像データを、入力画像データ記憶部110から抽出する。そして、動きベクトル検出部120は、表示対象のフレームにおける入力画像データと、その1つ前のフレームにおける入力画像データとを比較し、表示画像の中で動いているオブジェクトに着目し、このオブジェクトの動く方向と動いた距離とに基づいて、表示対象のフレームにおける入力画像データの動きベクトルを検出する(S103)。検出された動きベクトルは、補正処理部140等に伝送される。

30

【0111】

続いて、補正処理部140は、表示対象のフレームにおける入力画像データが外部から入力されると、応答時間情報記憶部130から、表示対象のフレームにおける各画素の階調変化量に対応する応答時間情報を抽出する(S105)。そして、補正処理部140は、外部から入力された入力画像データ、動きベクトル検出部120から入力された動きベクトル、および、応答時間情報記憶部130から抽出した応答時間情報に基づいて、表示対象のフレームよりも前のフレームで、入力画像データにおける画素値を、フレームを構成する画素ごとに補正する補正処理を行う(S107)。この補正処理の結果、表示画像データが生成され、補正処理部140は、生成された表示画像データを出力部160に出力する(S109)。

40

【0112】

出力部160は、補正処理部140から表示画像データが入力されると、入力された表示画像データを表示装置200に出力する(S111)。

50

【 0 1 1 3 】

ここで、図 1 8 を参照しながら、本実施形態に係る補正処理ステップ (S 1 0 7) の具体例について説明する。なお、図 1 8 は、本実施形態に係る補正処理の具体例を示すフローチャートである。

【 0 1 1 4 】

図 1 8 に示すように、補正処理部 1 4 0 に、外部から入力画像データが入力されると (S 2 0 1)、まず、補正範囲設定部 1 4 1 が、動きベクトル検出部 1 2 0 から入力された動きベクトルに基づいて、入力画像データにおける画素値を補正する補正範囲を設定する (S 2 0 3)。具体的には、補正範囲設定部 1 4 1 は、入力画像データのうちの動きがある領域 (動きがあるオブジェクトに対応する部分) を検出し、動きがある領域に位置する画素を補正範囲として設定する。さらに、補正範囲設定部 1 4 1 は、設定された補正範囲に関する情報および入力された動きベクトルに関する情報を、最大最小値検出部 1 4 2、エッジ検出部 1 4 3、高周波検出部 1 4 4、フィルタ設定部 1 4 6 等に伝送する。

10

【 0 1 1 5 】

次に、最大最小値検出部 1 4 2 が、補正範囲設定部 1 4 1 から伝送された補正範囲に関する情報に基づいて、補正範囲内における入力画像データ (入力信号) の最大値および最小値を検出する (S 2 0 5)。さらに、最大最小値検出部 1 4 2 は、検出された入力信号の最大値および最小値に関する情報を、エッジ検出部 1 4 3 および外側置換部 1 4 5 等に伝送する。

【 0 1 1 6 】

次に、エッジ検出部 1 4 3 が、補正範囲設定部 1 4 1 から伝送された補正範囲に関する情報および入力された動きベクトルに関する情報、および、最大最小値検出部 1 4 2 から伝送された入力信号の最大値および最小値に関する情報に基づいて、入力画像データ (入力信号) におけるエッジ領域を検出する (S 2 0 7)。この際、エッジ検出部 1 4 3 は、エッジの存在する位置 (エッジ箇所) の検出のみならず、当該エッジ箇所におけるエッジ方向 (低階調から高階調への変化の方向か、あるいは、高階調から低階調への変化の方向か) をも検出する。さらに、エッジ検出部 1 4 3 は、検出されたエッジ箇所およびエッジ方向に関する情報を、選択部 1 4 9 に伝送する。

20

【 0 1 1 7 】

次に、高周波検出部 1 4 4 が、補正範囲設定部 1 4 1 から伝送された補正範囲に関する情報に基づいて、補正範囲内における入力画像データの空間周波数の高域信号を検出する (S 2 0 9)。ここでいう高周波とは、補正範囲より狭い範囲の半波長 ($1 / 2$ の波長) を持つ信号をいう。つまり、補正範囲の 2 倍より波長の短い高域信号を高域信号として検出する。これは、高域信号の場合は、補正範囲内に立ち上がりエリアと立ち下がりエリアが混在するため、正しい処理を行えなくなるためである。さらに、高周波検出部 1 4 4 は、検出された高域信号をゲイン調整部 1 4 8 に出力し、出力された高域信号は、フィルタ処理部 1 4 7 による処理後のゲイン調整に使用される。

30

【 0 1 1 8 】

次に、外側置換部 1 4 5 が、最大最小値検出部 1 4 2 から伝送された入力信号の最大値および最小値に関する情報に基づいて、入力画像データ (入力信号) に対して、その最大値と最小値を用いて外側置換を行う (S 2 1 1)。さらに、外側置換部 1 4 5 は、置換後の入力画像データ (入力信号) をフィルタ処理部 1 4 7 に伝送する。

40

【 0 1 1 9 】

次に、フィルタ設定部 1 4 6 は、外部から表示対象のフレームにおける入力画像データが入力され、補正範囲設定部 1 4 1 から補正範囲に関する情報および動きベクトルが伝送されると、応答時間情報記憶部 1 3 0 から、表示対象のフレームにおける各画素の階調変化量に対応する応答時間情報を抽出する (S 2 1 3)。

【 0 1 2 0 】

そして、フィルタ設定部 1 4 6 は、入力画像データ、補正範囲に関する情報、動きベクトル、および、応答時間情報に基づいて、表示装置 2 0 0 が表示対象のフレームを表示す

50

る際に、入力画像データに基づいて設定された階調の画像が表示されるように、入力画像データにおける画素値を補正するための空間フィルタの特性を設定する（S 2 1 5）。本実施形態における空間フィルタとしては、例えば、ローパスフィルタ（LPF）等の移動平均フィルタを使用することができる。また、本実施形態に係るフィルタの特性としては、例えば、フィルタを掛ける領域や、フィルタのタップ数等が挙げられ、このようなフィルタの特性は、フィルタ行列のフィルタ係数を適宜設定したりすることにより実現できる。さらに、フィルタ設定部 1 4 6 は、このようにして設定されたフィルタ特性に関する情報をフィルタ処理部 1 4 7 に伝送する。

【 0 1 2 1 】

次に、フィルタ処理部 1 4 7 が、表示装置 2 0 0 による表示対象のフレームより前のフレームにおいて、フィルタ設定部 1 4 6 により設定されたフィルタ特性を有するフィルタを、外側置換部 1 4 5 から伝送された外側置換後の入力画像データにかけることで、補正範囲内に位置する画素の画素値を補正するフィルタ処理を行う（S 2 1 7）。さらに、フィルタ処理部 1 4 7 は、画素値が補正された入力画像データをゲイン調整部 1 4 8 に伝送する。なお、本実施形態に係るフィルタ処理部 1 4 7 は、外側置換後の入力画像データにフィルタをかけているが、必ずしも外側置換後の入力画像データにフィルタを掛ける必要はなく、入力画像データそのものにフィルタを掛けてもよい。

10

【 0 1 2 2 】

次に、ゲイン調整部 1 4 8 が、高周波検出部 1 4 4 から伝送された高域信号に基づいて、フィルタ処理部 1 4 7 から伝送された補正後の入力画像データに対し、高周波でのエラーを回避するため、ゲイン調整を行う（S 2 1 9）。さらに、ゲイン調整部 1 4 8 は、ゲイン調整後の入力画像データを選択部 1 4 9 に伝送する。

20

【 0 1 2 3 】

次に、選択部 1 4 9 は、エッジ検出部 1 4 3 の検出結果、フィルタ処理部 1 4 7 から伝送された画素値が補正された入力画像データ、入力画像データ記憶部 1 1 0 から抽出された画素値が補正されていない入力画像データそのものなどが入力されると、以入力されたエッジ箇所およびエッジ方向に関する情報に応じて、フィルタ処理部 1 4 7 により画素値が補正された入力画像データと、フィルタ処理部 1 4 7 により画素値が補正されていない入力画像データのいずれか一方を選択する。具体的な処理としては、選択部 1 4 9 は、例えば、エッジ方向に基づいて、エッジ箇所が、低階調から高階調への立ち上がり領域におけるものであるか、あるいは、高階調から低階調への立ち下がり領域におけるものであるかを判断する（S 2 2 1）。

30

【 0 1 2 4 】

この判断の結果、入力画像データ中のエッジ箇所が立ち上がり領域におけるものであると判断された場合には、選択部 1 4 9 は、画素値が補正された入力画像データを選択し（S 2 2 3）、画素値が補正された（フィルタ処理が行われた）入力画像データを合成部 1 5 0 に出力する（S 2 2 5）。

【 0 1 2 5 】

一方、ステップ S 2 2 1 の判断の結果、入力画像データ中のエッジ箇所が立ち下がり領域におけるものであると判断された場合には、選択部 1 4 9 は、画素値が補正されていない入力画像データを選択する（S 2 2 7）。

40

【 0 1 2 6 】

最後に、合成部 1 5 0 は、選択部 1 4 9 から、フィルタ処理後の入力画像データが入力された場合には、外部から入力された入力画像データそのもの（フィルタ処理が行われていないもの）と、フィルタ処理後の入力画像データを合成し（S 2 2 9）、出力部 1 6 0 に出力する（S 2 3 1）。一方、合成部 1 5 0 は、選択部 1 4 9 から、フィルタ処理後の入力画像データが入力されない場合には、外部から入力されたフィルタ処理が行われていない入力画像データを、そのまま出力部 1 6 0 に出力する（S 2 3 3）。

【 0 1 2 7 】

なお、本実施形態においては、選択部 1 4 9 による選択処理は、フィルタ処理部 1 4 7

50

によるフィルタ処理の後に行われ、選択部 149 は、入力されたフィルタ処理後の入力画像データと、外部から入力された入力画像データとから選択する。しかし、このような場合には限られず、例えば、フィルタ処理部 147 によるフィルタ処理を行う前に、選択部 149 により予めフィルタ処理を行うか否かを決定し、選択部 149 により、フィルタ処理を行うことが決定された場合（例えば、エッジ箇所が立ち上がり領域におけるものと判断された場合）にのみ、フィルタ処理を行うようにしてもよい。

【0128】

< 2 . 第 2 の実施の形態 >

次に、本発明の第 2 の実施の形態について説明する。なお、第 1 の実施の形態における構成要素と同一のものには同一の符号を付し、適宜説明を省略する。

【0129】

[画像処理装置の全体構成例]

図 19 は、本発明の第 2 の実施の形態に係る画像処理装置（画像処理装置 300）のブロック構成を表すものである。この画像処理装置 300 は、高フレームレート変換部 31 と、動画ボヤケ（動画ボケ）特性検出部 32 と、動画ボヤケ改善処理部 33 とを備えている。なお、本実施の形態に係る画像表示システムにおける表示装置の構成は、図 11 に示した第 1 の実施の形態の画像表示システム 10 における表示装置 200 の構成と同様であるので、説明を省略する。

【0130】

高フレームレート変換部 31 は、外部からフレーム単位で入力される入力画像データ（例えば、テレビジョン放送信号等の動画像信号）に対して高フレームレート変換処理を行い、変換画像データ（映像信号）を生成・出力するものである。具体的には、第 1 のフレームレートの入力画像データに対して高フレームレート変換処理を施し、その結果得られる、第 1 のフレームレートよりも高い第 2 のフレームレートの変換画像データを、動画ボヤケ特性検出部 32 および動画ボヤケ改善処理部 33 へ出力するようになっている。この高フレームレート変換処理とは、入力時の第 1 のフレームレートが出力（表示）時の第 2 のフレームレートよりも低い場合に実行される処理であり、入力時の動画像を構成する各フレームのそれぞれの間、新たなフレームを作成してそれぞれ挿入することにより、第 1 のフレームレートをそれよりも高い第 2 のフレームレートに変換する処理を指す。

【0131】

なお、第 1 のフレームレートとは、高フレームレート変換部 31 に入力された時点の動画像のフレームレートを指す。従って、第 1 のフレームレートは、任意のフレームレートとなり得るが、ここでは例えば、図示しない撮影装置により動画像が撮影されたときのフレームレート、すなわち、撮像フレームレートであるものとする。また、以下、動画像と、それに対応する動画像データとを個々に区別する必要がない場合、これらをまとめて動画像と単に称する。同様に、フレームと、それに対応するフレームデータとを個々に区別する必要がない場合、これらをまとめてフレームと単に称する。

【0132】

動画ボヤケ特性検出部 32 は、高フレームレート変換部 31 から供給される変換画像データ（映像信号）を構成する各フレームのそれぞれについて、動画ボヤケの特性を示す情報（動画ボヤケ特性情報）を検出するものである。検出された動画ボヤケ特性情報は、動画ボヤケ改善処理部 33 へ供給されるようになっている。この動画ボヤケ特性情報としては、例えば動きベクトルを用いることができる。

【0133】

なお、以下、動きベクトルの値を移動速度（移動量）と称し、また、動きベクトルの方向を移動方向と称する。この移動方向は、2次元平面上のいずれの方向ともなり得るものであり、画像処理装置 300 は、2次元平面上の何れかの方向が移動方向になった場合でも、後述する各種処理を全く同様に実行することが可能である。ただし、以下は説明の簡略上、移動方向は横方向であるとする。また、1つのフレーム内での動画ボヤケ特性情報の検出個数も、特に限定されない。例えば、1つのフレームに対して、動画ボヤケ特性情報

10

20

30

40

50

が1つのみ検出されるようにしてもよいし、そのフレームを構成する画素ごとに、動画ボヤケ特性情報が1つずつ個別に検出されるようにしてもよい。あるいは、その1つのフレームがいくつかのブロックに分割されると共に、その分割されたブロックごとに、動画ボヤケ特性情報が1つずつ個別に検出されるようにしてもよい。

【0134】

動画ボヤケ改善処理部33は、高フレームレート変換部11から供給される変換画像データ(映像信号)を構成する各フレームのそれぞれについて、動画ボヤケ特性検出部32により検出された動画ボヤケ特性情報のうちの処理対象のフレームに対応する値に基づいて、処理対象のフレームを構成する各画素値を、表示パネル(画像表示部210)の特性に合わせて補正するものである。具体的には、動画ボヤケ改善処理部33は、処理対象のフレームについての動画ボヤケの特性(動画ボヤケ特性情報の値)と画像表示部210の特性に応じて、処理対象のフレームの各画素値を、表示装置200に表示したときに動画ボヤケが抑制されるように補正するようになっている。このような補正処理により生成された画像データ(表示画像データ)は、表示装置200へ出力される。

10

【0135】

[動画ボヤケ改善処理部の構成例]

図20は、動画ボヤケ改善処理部33のブロック構成を表すものである。この動画ボヤケ改善処理部33は、信号特性検出部331と、補正処理部332と、補正量調整部333と、加算部334とを有している。

【0136】

信号特性検出部331は、動画ボヤケ特性情報(例えば、動きベクトル。以下同様。)を用いて、補正処理部332における補正処理の際に用いる所定の信号特性情報を、映像信号(変換画像データ。以下同様)から検出するものである。このような信号特性情報としては、例えば、MAX/MIN情報、空間高周波数情報、空間低周波数情報およびエッジ方向情報などが挙げられる。このうち、MAX/MIN情報とは、映像信号における所定の補正範囲内(後述するサーチ範囲に対応する範囲)における輝度の最小値(MIN値、最小画素値)およびその画素位置、ならびに輝度の最大値(MAX値、最大画素値)およびその画素位置などを含む情報のことである。また、エッジ方向情報とは、映像信号における補正対象のエッジ箇所が、低階調から高階調への立ち上がり方向のものであるのか、あるいは高階調から低階調への立ち下がり方向のものであるのか、を示す情報のことである。なお、この信号特性検出部の詳細については、後述する(図23~図26)。

20

30

【0137】

補正処理部332は、信号特性検出部331において検出された信号特性情報と、動画ボヤケ特性検出部32において検出された動画ボヤケ特性情報とを用いて、映像信号に対して後述する空間的なLPF(ロー・パス・フィルタ)処理および空間的なHPF(ハイ・パス・フィルタ)処理を施すことにより、映像信号における画素値を画素ごとに補正するものである。このような補正処理後の映像信号(補正信号)は、補正量調整部333へ出力される。なお、補正処理部332は、場合によっては信号特性情報を用いないで補正処理を行うようにしてもよい。

【0138】

上記したLPF処理およびHPF処理は、具体的には、例えば図21(A)~(C)に示したような処理である。

40

【0139】

LPF処理は、例えば図21(A)中の矢印で示したように、移動量に対応する補正範囲内において、映像信号のエッジ箇所の傾きをより緩やかにするフィルタ処理である。このLPF処理はまた、動き適応型であると共に例えば2次微分型のフィルタ処理であり、後述するように、エッジ方向(立ち上がり方向または立ち下がり方向)に応じて非対称の処理となっている。

【0140】

HPF処理は、例えば図21(B)中の矢印で示したように、移動量に対応する補正範

50

圈内において、映像信号のエッジ箇所の上端付近（上下付近）に突起領域を設けるフィルタ処理である。具体的には、エッジ箇所の上端付近（高階調側）に、オーバーシュート領域と呼ばれる高階調方向への突起領域を設けると共に、エッジ箇所の下端付近（低階調側）に、アンダーシュート領域と呼ばれる低階調方向への突起を設ける処理である。

【0141】

また、このようなLPF処理およびHPF処理を組み合わせる（両方の処理を施す）と、例えば図21（C）中の矢印で示したようなフィルタ処理となる。なお、LPF処理およびHPF処理を組み合わせた後のエッジ箇所は、直線的な波形となるように、後述する各フィルタ係数が設定されるようになっている。

【0142】

ここで、このような各フィルタ処理の際には、図21（A）～（C）に示したように、移動量の大きさに応じて補正範囲が設定されると共に、例えば図22に示したように、フィルタのタップ数（tap数）が移動量の大きさに応じて変化する（増加する）ようになっている。これは、移動量の大きさが変わると、フィルタ処理による効果的な波形も変わってくるからである。具体的には、図22によると、例えば偶数の移動量の場合には、LPF処理のタップ数が（移動量 - 1）個となり、HPF処理のタップ数が（移動量 + 1）個となることなどにより、各フィルタ処理のタップ数が、移動量の値によらずに常に奇数となるように設定されている。これは、偶数個のタップ数によるフィルタ処理では、エッジの両端部分において左右対称の波形とはならないからである。

【0143】

なお、この補正処理部332の詳細については、後述する（図27～図40）。

【0144】

補正量調整部333は、補正処理部332における補正処理の際のフィルタのタップ数切り替えなどで生じる境界面の段差を防ぐため、動画ボヤケ特性情報を用いて、フィルタ処理（補正処理）のゲイン調整を行うものである。なお、この補正量調整部333の詳細については、後述する（図41）。

【0145】

加算部334は、動画ボヤケ改善処理部33へ入力された元の映像信号と、補正量調整部333から出力される補正処理および補正量調整処理の後の映像信号（補正量調整後の補正信号）とを加算することにより、表示画像データを生成・出力するものである。

【0146】

[信号特性検出部の構成例]

次に、図23～図26を参照して、信号特性検出部331について詳細に説明する。図23は、信号特性検出部331のブロック構成例を表すものである。この信号特性検出部331は、MAX/MIN検出部331Aと、空間高周波検出部331Bと、空間低周波検出部331Cと、エッジ方向検出部331Dとを有している。

【0147】

MAX/MIN検出部331Aは、動画ボヤケ特性情報を用いて、前述のMAX/MIN情報を映像信号から検出するものである。検出されたMAX/MIN情報は、空間高周波検出部331B、空間低周波検出部331Cおよびエッジ方向検出部331Dへ供給されると共に、信号特性情報の1つとして補正処理部332へ出力されるようになっている。

【0148】

具体的には、MAX/MIN検出部331Aは、例えば図24（A）に示したように、移動量の2倍の大きさのサーチ範囲（ $= \{ (\text{タップ数} - 1) \times 2 + 1 \}$ 個の画素範囲）において、MIN値およびその画素位置、MAX値およびその画素位置などを検出する。その際、例えば図24（B）に示したように、MIN値およびその画素位置を検出する際には、サーチ範囲内における所定の注目画素からの距離に応じて各画素値に対して正の重み付けをした後に、検出処理を行うようになっている。また、MAX値およびその画素位置を検出する際には、上記注目画素からの距離に応じて各画素値に対して負の重み付けをし

10

20

30

40

50

た後に、検出処理を行うようになってきている。これは、MAX/MIN情報を検出する際のノイズ等による誤検出を防ぐためであり、重み付けを行ってサーチ範囲内の注目画素に近い位置の画素値を選ぶことにより、ノイズ耐性を向上させることができるからである。

【0149】

また、例えば図25に示したように、このような正および負の重みのうちの少なくとも一方は、サーチ範囲における高域信号量が増加するのに応じて（空間周波数が高くなるのに応じて）、大きくなるように調整される。具体的には、ここでは、高域信号量の値が0以上かつH11未満では重みが一定値となり、H11以上かつH12未満では線形に増加し、H12以上では再び一定値となっている。これは、後述するエッジ方向検出部331Dにおけるエッジ方向の誤判断が空間周波数の高い領域（高域）で起こりやすいことから、そのような高域では重みを大きくすることにより、高域での誤判断を低減するためである。

10

【0150】

空間高周波検出部331Bは、MAX/MIN情報と動画ボヤケ特性情報とに基づいて、サーチ範囲内における映像信号の空間高周波情報（高域信号量）を検出し、信号特性情報の1つとして出力するものである。

【0151】

空間低周波検出部331Cは、MAX/MIN情報と動画ボヤケ特性情報とに基づいて、サーチ範囲内における映像信号の空間低周波情報（低域信号量）を検出し、信号特性情報の1つとして出力するものである。

20

【0152】

エッジ方向検出部331Dは、MAX/MIN情報と動画ボヤケ特性情報とに基づいて、映像信号におけるエッジ箇所およびそのエッジ方向を求めるものである。これは、エッジ方向が、立ち上がり方向であるのかあるいは立ち下がり方向であるのかによって、補正処理部332における補正処理が異なってくるからである。すなわち、詳細は後述するが、補正処理部332では、求められたエッジ方向に応じて、LPF処理を行うか否かを決定すると共に、HPF処理の際のフィルタ係数を決定するようになってきている。

【0153】

エッジ方向検出部331Dは、具体的には、例えば図26(A)～(C)に示したようにしてエッジ方向を求めるようになってきている。すなわち、例えば図26(A)に示したように、動きベクトルの移動方向が図面上の左から右への方向である場合において、MIN値の画素位置（MIN位置）よりもMAX値の画素位置（MAX位置）が右側にあるときには、立ち下がり方向であると判断する。また、この移動方向の場合において、例えば図26(B)に示したように、MAX位置よりもMIN位置が右側にあるときには、立ち上がり方向であると判断する。なお、例えば図26(C)に示したように、MIN位置とMAX位置とが同じである場合には、そのサーチ範囲内にはエッジ箇所が存在しないことになるため、後述する補正処理部332による補正処理を行わないと判断する。

30

【0154】

[補正処理部の構成例]

次に、図27～図40を参照して、補正処理部332について詳細に説明する。図27は、補正処理部332のブロック構成例を表すものである。この補正処理部332は、図21(A)に示したLPF処理に関するブロックである、第1エッジ置換処理部332Aと、LPF処理部332Cと、LPFゲイン制御部332Eとを有している。補正処理部332はまた、図21(B)に示したHPF処理に関するブロックである、第2エッジ置換処理部332Bと、HPF処理部332Dと、HPFゲイン制御部332Fとを有している。すなわち、この補正処理部20は、LPF処理に関するブロックと、HPF処理に関するブロックとの並列構成となっている。なお、補正処理部332はさらに、加算部332Gを有している。

40

【0155】

第1エッジ置換処理部332Aは、信号特性情報と動画ボヤケ特性情報とを用いて後述

50

する第1エッジ置換処理を映像信号に対して施すことにより、LPF処理部332Cにおける補正処理用の第1置換信号を生成・出力するものである(LPF処理の前処理に対応)。また、第2エッジ置換処理部332Bは、信号特性情報と動画ボヤケ特性情報とを用いて後述する第2エッジ置換処理を映像信号に対して施すことにより、HPF処理部332Dにおける補正処理用の第2置換信号を生成・出力するものである(HPF処理の前処理に対応)。このような置換処理は、自然画に対してのスルーレートを上げるための処理である。具体的には、撮像ボヤケを含んでいてエッジの鈍った画像に対してフィルタ処理を行ったときに、期待以上にエッジ箇所が傾きが緩やかになってしまふことを防ぐためや、黒縁などがある画像において弊害を減らすためなどに行う処理である。したがって、例えば撮像ボヤケのないテロップ画像やアニメーションなどにおいては、常にエッジ置換処理を行う必要があるわけではない。

10

【0156】

これらの第1エッジ置換処理部332Aおよび第2エッジ置換処理部332Cは、具体的には、例えば図28(A)~(C)に示したようにして、エッジ置換処理を行っている。

【0157】

第1エッジ置換処理部332Aは、動画ボヤケ特性情報と、信号特性情報(MAX/MIN情報)としてのMAX値およびMAX位置とMIN値およびMIN位置とを用いることにより、第1エッジ置換処理(MAX/MIN置換(外側置換))を行っている。具体的には、例えば図28(A),(B)に示したように、サーチ範囲内におけるMIN位置とMAX位置との間の画素領域の外側において、MIN位置の外側の画素値をMIN値に置換する(MIN置換)と共に、MAX位置の外側の画素値をMAX値に置換する(MAX置換)。このような第1エッジ処理を行った後にLPF処理を行うことにより、エッジ箇所において元の映像信号からの位相ずれを抑えることができるからである。

20

【0158】

また、第2エッジ置換処理部332Bは、動画ボヤケ特性情報と、信号特性情報(MAX/MIN情報)としてのMAX値およびMAX位置とMIN値およびMIN位置とを用いることにより、第2エッジ置換処理(MAX/MIN置換(外側置換)および3点置換)を行っている。具体的には、例えば図28(A),(C)に示したように、まず、上記第1エッジ置換処理と同様にして、サーチ範囲内におけるMIN位置とMAX位置との間の画素領域の外側において、MAX/MIN置換(外側置換)を行っている。そして、さらにその画素領域内の画素値を、MIN値と、MAX値と、MIN位置およびMAX位置の中間付近画素(MIN値とMAX値との中間点が一番近い位置の画素)の画素値と、の3点の画素値に置換している(3点置換)。MIN値およびMAX値への2点置換ではなくこのような3点置換を行うことにより、第2エッジ置換によるエッジ箇所の位相ずれをより効果的に抑えることができるからである。

30

【0159】

より具体的には、第1エッジ置換処理部332Aは、例えば図29(A)~(C)および図30(A),(B)に示したようにして、第1エッジ置換処理を行っている。なお、図29(A)は、サーチ範囲の外側にMAX位置およびMIN位置がある場合、図29(B)は、サーチ範囲の外側にMAX位置およびMIN位置の一方(ここでは、MAX位置)のみがある場合、図29(C)は、サーチ範囲の内側にMAX位置およびMIN位置がある場合である。また、図30(A),(B)は、サーチ範囲がMIN位置とMAX位置との間の画素領域内にはない場合である。

40

【0160】

また、第2エッジ置換処理部332Bは、例えば図31(A)~(C)および図32(A),(B)に示したようにして、第2エッジ置換処理を行っている。なお、図31(A)は、サーチ範囲の外側にMAX位置およびMIN位置がある場合、図31(B)は、サーチ範囲の外側にMAX位置およびMIN位置の一方(ここでは、MAX位置)のみがある場合、図31(C)は、サーチ範囲の内側にMAX位置およびMIN位置がある場合で

50

ある。また、図32(A), (B)は、サーチ範囲がMIN位置とMAX位置との間の画素領域内にない場合である。すなわち、図31(A)~(C)に示したように、中間点がMAX位置とMIN位置との間の画素領域内にある場合には、上述したようにして3点置換が行われる。一方、図32(A), (B)に示したように、中間点がMAX位置とMIN位置との間の画素領域内にない場合には、第1エッジ置換処理と同様のMAX/MIN置換のみが行われる。つまり、この場合には、後述するHPF処理による補正量は0(ゼロ)となる。

【0161】

LPF処理部332Cは、動画ボヤケ特性情報を用いることにより、第1エッジ置換処理部332Aから出力される第1置換信号に対して前述のLPF処理を施すことにより、LPF処理信号を生成・出力するものである。このLPF処理部332Cは、例えば図33に示したように、LPF処理の際の固定のフィルタ係数を保持する固定フィルタ係数保持部332C1と、この固定のフィルタ係数と動画ボヤケ特性情報とを用いて実際にLPF処理を行う移動平均フィルタ部332C2とを有している。なお、ここではLPF処理を行うフィルタの一例として移動平均フィルタを用いているが、他のLPFを用いるようにしてもよい。

10

【0162】

また、前述したように、エッジ方向に応じて、このようなLPF処理を用いた補正処理を行うか否かが決定されるようになっている。具体的には、エッジ方向が低階調から高階調への立ち上がり方向である場合には、LPF処理を用いた補正処理を行う一方、エッジ方向が高階調から低階調への立ち下がり方向である場合には、LPF処理を用いた補正処理を行わないようになっている。

20

【0163】

HPF処理部332Dは、動画ボヤケ特性情報と信号特性情報とを用いることにより、第2エッジ置換処理部332Bから出力される第2置換信号に対して前述のHPF処理を施すことにより、HPF処理信号を生成・出力するものである。このHPF処理部332Dは、例えば図34に示したように、動画ボヤケ特性情報および信号特性情報に応じて可変となるフィルタ係数を算出する可変フィルタ係数算出部332D1と、ハイパスフィルタ部332D2とを有している。このハイパスフィルタ部332D2は、可変のフィルタ係数と動画ボヤケ特性情報とを用いて実際にHPF処理を行うものである。

30

【0164】

これらのフィルタ処理部のうち、まず、LPF処理部332Cは、例えば図35(A), (B)に示したようにして、LPF処理を行う。図35(A)は、黒レベルから白レベルに遷移する立ち上がりステップエッジに対して、LPF処理による補正パターンを直線的とした場合(移動量=6)の補正パターンを、図35(B)は、その場合における動画ボヤケカーブ(網膜残像カーブ)を表している。これらの図から、黒レベルから白レベルへのステップエッジに対して移動量幅の傾き(LP F処理の補正パターン)を作るためには、例えば、単純平均によるLPF処理(直線的に繋いだ補正パターン)とすれば概ね良いことが分かる。また、VA(Vertical Alignment; 垂直配向)方式の液晶パネルによるシミュレーションからも、そのような補正パターンが望ましいという結果が得られた。

40

【0165】

ただし、中間調レベルから白レベルへの立ち上がりエッジについては、上記したような単純なLPF処理では十分な効果が得られず、また、黒レベルからの立ち上がりエッジの場合と比べて位相が移動方向にずれることが分かった。そこで、これらに対する対策として、中間調レベルから白レベルへのステップエッジに対して移動量幅の傾き(LP F処理の補正パターン)を作る際には、例えば図36(A), (B)に示したように、黒レベル側に下げる方向の補正パターンが望ましいことが分かった。なお、図36(A)は、中間調レベルから白レベルに遷移する立ち上がりステップエッジに対して適用される望ましい補正パターン(移動量=6)を、図36(B)は、その場合における動画ボヤケカーブ(網膜残像カーブ)を表している。

50

【 0 1 6 6 】

一方、H P F 処理部 3 3 2 D は、上記した L P F 処理との組み合わせにより、例えば図 3 7 (A) , (B) に示したようにして H P F 処理を行う。図 3 7 (A) は、L P F 処理と H P F 処理とを組み合わせた場合の補正パターン（移動量 = 6）を、図 3 7 (B) は、その場合における動画ボヤケカーブ（網膜残像カーブ）を表している。補正パターンの基本構成としては、固定の初期係数を用いた H P F 処理とするというものである。ただし、白レベルに近い側では上記した移動量幅の L P F 処理が望ましいことから、そのような補正パターンを維持するため、立ち上がりエッジにおける階調によっては、H P F 処理のフィルタ係数を L P F 寄りに設定できるような計算式（詳細は後述）を用いている。なお、図 3 7 (A) , (B) では、液晶の応答が遅い画素と H P F 処理寄りに振った画素との平均値が、ステップ応答に近づく方向に働いていることが分かる（液晶応答時間が 0 の場合、ステップ状の応答となる）。

10

【 0 1 6 7 】

このようにして、H P F 処理部 3 3 2 D では、L P F 処理部 3 3 2 C による L P F 処理との組み合わせによって最適な補正パターンが得られるように、H P F 処理の際のフィルタ係数が設定されるようになっている。

【 0 1 6 8 】

具体的には、立ち上がりエッジに対しては、例えば図 3 8 (A) ~ (E) に示したような補正パターンとなるように、H P F 処理の際のフィルタ係数が設定される。

- ・黒レベル 白レベルへの立ち上がりの際に、移動量の L P F 処理となるように H P F 処理の際のフィルタ係数の値が抑えられる（図 3 8 (B) 参照）。

20

- ・低階調からの立ち上がりの際に、アンダーシュート領域（プリシュート領域）の突起が黒潰れしないように、H P F 処理の際のフィルタ係数の値が抑えられる（図 3 8 (C) 参照）。

- ・中間調 白レベルへの立ち上がりの際に、アンダーシュート領域（プリシュート領域）の突起が大きくなりすぎないように、H P F 処理の際のフィルタ係数の値が抑えられる（図 3 8 (D) 参照）。

- ・低階調からの立ち上がりの際に、オーバーシュート領域の突起が大きくなりすぎないように、H P F 処理の際のフィルタ係数の値が抑えられる（図 3 8 (E) 参照）。

【 0 1 6 9 】

一方、立ち下がりエッジに対しては、例えば図 3 8 (F) ~ (J) に示したような補正パターンとなるように、H P F 処理の際のフィルタ係数が設定される。

- ・中間調において、オーバーシュート領域（プリオーバー領域）の突起が大きくなりすぎないように、H P F 処理の際のフィルタ係数の値が抑えられる（図 3 8 (H) 参照）。

- ・低階調への立ち下がりの際に、アンダーシュート領域の突起が大きくなりすぎないように、H P F 処理の際のフィルタ係数の値が抑えられる（図 3 8 (H) , (I) 参照）。

- ・黒レベルへの立ち下がりの際には、H P F 処理の際のフィルタ係数が 0 となり、H P F 処理が行われない（図 3 8 (G) , (J) 参照）。

30

【 0 1 7 0 】

このようにして、H P F 処理の際のフィルタ係数は、エッジ方向に応じて異なる値となるように調整される。具体的には、エッジ方向が立ち上がり方向である場合には、L P F 処理寄りのフィルタ係数（上下非対称）となり、立ち下がり方向である場合には、オーバーシュート領域およびアンダーシュート領域の突起（エッジ箇所の両端の突起）が互いに同じ大きさ（上下対称）となるように、フィルタ係数が調整される。より具体的には、エッジ方向が立ち上がり方向である場合には、オーバーシュート領域の突起よりもアンダーシュート領域の突起のほうがより大きくなるように、H P F 処理の際のフィルタ係数が調整される。これは、中間調から白レベルへの立ち上がりの際に H P F 処理の効果が弱まる傾向にあることから、このようなフィルタ係数に調整して H P F 処理の効果を強めるというものである。

40

【 0 1 7 1 】

50

また、補正処理後の映像信号（補正信号）における画素値が信号のダイナミックレンジ内に収まるように、H P F 処理の際のオーバーシュート領域およびアンダーシュート領域の突起の大きさに対応するフィルタ係数がそれぞれ調整されるようにするのが望ましい。これは、そのようなエッジ箇所両端の突起がダイナミックレンジの端部（黒レベルおよび白レベル）にぶつかると、補正パターンの波形が崩れてしまい、H P F 処理の効果が弱まってしまうからである。

【 0 1 7 2 】

また、オーバーシュート領域およびアンダーシュート領域の突起の大きさ互いに異なる場合には、それらの突起の大きさの比率が維持されつつ、H P F 処理の際のフィルタ係数が調整されるようにするのが望ましい。これは、低階調から低階調への小振幅変化の場合、H P F 処理における初期係数では、補正量が大きくなりすぎるためである。

10

【 0 1 7 3 】

また、H P F 処理の際のフィルタ係数は、サーチ範囲内（補正範囲内）における空間周波数に応じて変化するようにしているのが望ましい。これは、例えばランプ信号のような低い空間周波数や、逆に空間周波数の高い高域では、H P F 処理の破綻が起こる可能性があるため、そのような破綻を回避するものである。

【 0 1 7 4 】

さらに、H P F 処理の際のフィルタ係数は、サーチ範囲内（補正範囲内）における M I N 値と M A X 値との差分値に対応するエッジ振幅の大きさに応じて変化するようにしているのが望ましい。これは、振幅の大きなエッジ箇所では、そのままでは補正量が大きくなりすぎてしまうためである。

20

【 0 1 7 5 】

以上のような H P F 処理の際のフィルタ係数は、例えば、以下の（ 1 ）式～（ 5 ）式を用いて求められる。これらの式のうち、（ 1 ）式～（ 3 ）式は、エッジ方向が立ち上がり方向である場合のフィルタ係数の算出式であり、（ 4 ）式および（ 5 ）式は、エッジ方向が立ち下がり方向である場合のフィルタ係数の算出式である。このようなフィルタ係数の算出の際には、まず、（移動量 + 1）のタップの両端におけるタップ係数を求め、次にその間のタップ係数を求める。そして、タップの両端の係数を a_m 、 a_p として（右に移動する立ち上がりエッジの左端の係数を a_m 、右端の係数を a_p とする）、エッジ振幅に依存した初期係数により求められた補正パターンが所定の閾値に達したときに、これら a_m 、 a_p をクリップさせるようになっている（図 3 8 参照）。

30

【 0 1 7 6 】

【数 1】

<立ち上がり>

$$a_{m1} = \frac{MIN}{(MIN - MAX)} \dots \dots \dots (1)$$

$$a_{m2} = \frac{(Th_2 - MAX)}{(MIN - MAX)} \dots \dots \dots (2)$$

Th₂: 固定値

10

$$a_m = MAX(a_{m1}, a_{m2}, a_{m_in_u_gain})$$

$$a_{p1} = \frac{(Th_1 - MAX) MAX}{(MIN - MAX) W} \dots \dots \dots (3)$$

$$Th_1 = W - \frac{W}{V} + \Delta \quad ((W - MIN) \cdot a_{m_in_u_gain} + MIN \leq 0)$$

$$Th_1 = W - \frac{(W - MIN) \cdot (1 - a_{m_in_u_gain})}{V} + \Delta \quad ((W - MIN) \cdot a_{m_in_u_gain} + MIN > 0)$$

$$a_p = MAX(a_{p1}, a_{p_in_u_gain})$$

20

$$a_{m_in_u_gain} = a_{m_in_r} \cdot in_gain$$

$$a_{p_in_u_gain} = a_{p_in_r} \cdot in_gain$$

a_{m_in_u}、a_{p_in_u} : 立ち上がり初期係数

in_gain : MAX-MINの関数

Δ : MINの関数

V : 移動量 (tap数 - 1)

30

【0177】

【数 2】

<立ち下がり>

$$a_{m1} = \frac{MIN}{(MIN - MAX)} \dots \dots \dots (4)$$

$$a_m = MAX(a_{m1}, a_{m_in_d_gain})$$

$$a_{p1} = \frac{MIN}{(MIN - MAX)} \dots \dots \dots (5)$$

40

$$a_p = MAX(a_{p1}, a_{p_in_d_gain})$$

$$a_{m_in_d_gain} = a_{m_in_r} \cdot in_gain$$

$$a_{p_in_d_gain} = a_{p_in_r} \cdot in_gain$$

a_{m_in_d}、a_{p_in_d} : 立下り初期係数

【0178】

ここで、図38を参照して、上記(1)式~(5)式について詳細に説明する。まず、

50

初期係数は、エッジ方向が立ち上がりの場合および立ち下がりの場合ともそれぞれ2個ずつ存在するため、合計4個存在する。基本は、そのような初期係数を用いたH P Fの構成である。そして、初期係数に対して各種計算を行うために、処理画素中心から移動量の2倍の画素領域（サーチ範囲）内で検出したM I N値およびM A X値を用いる。

【0179】

立ち上がり方向のエッジ箇所については、図38(A)~(E)に示したように、黒レベルと、M I N値に依存する閾値 $T h 1$ と、白レベルよりも大きな輝度レベルの固定値である閾値 $T h 2$ とからなる、合計3個の閾値が存在する。まず、立ち上がり方向のエッジ箇所において、補正量加算後の信号をダイナミックレンジ内に収めるため、例えば図38(D)中の破線の円内に示した画素を黒レベルにクリップする条件式が、(1)式である。また、その場合において、M A X値が大きいときには、(2)式でクリップする。その際、係数としては、 $a m$ （エッジ箇所の下側の突起（アンダーシュート領域の突起）に相当）に反映させる。また、例えば図38(E)中の破線の円内に示した画素については、(3)式によって閾値 $T h 1$ でクリップすることにより、H P F処理をL P F処理寄りに変更することを実現している。ここで、閾値 $T h 1$ は、M I N値および移動量（タップ数-1）に応じて自動的に変化する部分と、調整部分（後述する補正值）とから構成されている。画像表示部210がVA方式の液晶パネルの場合、シングルピクセル構造では、調整部分 = 0のときに最適な閾値 $T h 1$ となる一方、サブピクセル構造では、閾値 $T h 1$ が自動設定値よりも下がったほうが、効果的なH P F処理がなされることが実験により分かった。この調整部分は、M I N値の関数に対してタップ数に応じたゲインを乗じた値として定めている。また、M A X値が小さい場合には、初期係数では補正量が大きすぎるため、M A X値に応じて自動調整されるようになっている。その際、係数としては、 $a p$ （エッジ箇所の上側の突起（オーバーシュート領域の突起）に相当）に反映させている。

【0180】

一方、立ち下がり方向のエッジ箇所については、黒レベルのみを閾値として調整するようになっている。図38(H)中の下側の破線の円内に示した画素を黒レベルにクリップする条件式が、(4)式である。また、この画素が黒レベルにクリップされた場合には、(5)式によって、図38(H)中の上側の破線の円内の画素が連動し、補正量を下げようになっている。

【0181】

図27の説明に戻り、L P Fゲイン制御部332Eは、信号特性情報のうちの撮像ボヤケ量（図23中には図示せず）の値と空間高周波情報（高域信号量）の値とに基づいて、L P F処理部332Cから出力されるL P F信号に対するゲイン制御を行うものである。

【0182】

具体的には、まず、例えば図39(A)に示したように、L P F処理の際のフィルタのゲイン（L P Fゲイン）の大きさが、撮像ボヤケ量に応じて変化しようになっている。より具体的には、ここでは、撮像ボヤケ量の値が0以上かつ $d 1 1$ 以下ではL P Fゲイン = 0となり、 $d 1 1$ 以上かつ $d 1 2$ 以下ではL P Fゲインが線形に増加し、 $d 1 2$ 以上では再び一定値となっている。これは、撮像ボヤケを含む映像信号に対してL P F処理を行う場合、所望の動きベクトルと等しい傾き以上にエッジ箇所を傾ける処理となるため、撮像ボヤケ量の大きい映像信号では、L P F処理の際のゲインを絞ったほうが望ましい場合があるからである。

【0183】

また、例えば図39(B)に示したように、L P F処理の際のフィルタのゲイン（高域ゲイン）の大きさが、前述のサーチ範囲（補正範囲）における空間高周波数情報（高域信号量）に応じて変化しようになっている。より具体的には、ここでは、高域信号量の値が0以上かつ $H 2 1$ 以下では高域ゲインが一定値となり、 $H 2 1$ 以上かつ $H 2 2$ 以下では線形に減少して0となり、 $H 2 2$ 以上では高域ゲイン = 0の一定値となっている。これは、サーチ範囲内に複数のエッジ箇所が存在するような高域信号においては、エッジ方向検出部331Dにおけるエッジ方向の誤判断が生じやすいため、高域信号量の値が大きくな

10

20

30

40

50

るのに応じてLPF処理の際のゲインを絞るようにしたものである。

【0184】

次に、HPFゲイン調整部332Fは、信号特性情報のうちの空間高周波情報（高域信号量）の値と空間低周波情報（低域信号量）の値とに基づいて、HPF処理部332Dから出力されるHPF信号に対するゲイン制御を行うものである。

【0185】

具体的には、まず、例えば前述の図39（B）に示したのと同様に、HPF処理の際のフィルタのゲイン（高域ゲイン）の大きさが、サーチ範囲（補正範囲）における空間高周波数情報（高域信号量）に応じた変化している。これは、サーチ範囲内に複数のエッジ箇所が存在するような高域信号においては、エッジ方向検出部331Dにおけるエッジ方向の誤判断やHPF処理の破綻が生じやすいため、高域信号量の値が大きくなるのに応じてHPF処理の際のゲインを絞るようにしたものである。

10

【0186】

また、例えば図40（A）に示したように、HPF処理の際のフィルタのゲイン（低域ゲイン）の大きさが、サーチ範囲（補正範囲）における空間低周波数情報（低域信号量）に応じた変化している。ここでは、低域信号量の値が0以上かつL11以下では低域ゲインが一定値となり、L11以上かつL12以下では低域ゲインが線形に増加し、L12以上では再び一定値となっている。これは、例えばランプ信号のようなならかな低域信号に対してHPF処理を行う場合、微小な傾きに対して大きな補正量が適用されることとなり、HPF処理の破綻を生じることがあるためである。

20

【0187】

さらに、例えば図40（B）に示したように、HPF処理の際のフィルタのゲイン（HPF振幅ゲイン）の大きさが、MIN値とMAX値との差分値（MAX/MIN差分値）に対応するエッジ振幅の大きさに応じた変化している。ここでは、MAX/MIN差分値が0以上かつM11以下ではHPF振幅ゲインの値が0から線形に増加し、M11以上かつM12以下では一定値となり、M12以上かつM13以下では線形に減少し、M13以上では再び一定値となっている。これは、エッジ振幅の大きなエッジ箇所において補正量が大きくなりすぎるのを回避するためである。

【0188】

なお、例えば図40（C）に示したように、前述の補正值の大きさは、MIN値の大きさに応じた変化している。ここでは、MIN値が0以上かつM21以下では補正值が線形に増加し、M21以上かつM22以下では一定値となり、M22以上かつM23以下では線形に減少して負の値となり、M23以上では再び一定値（負の値）となっている。

30

【0189】

次に、加算部332Gは、LPFゲイン制御部332Eから出力されるゲイン制御後のLPF信号と、HPFゲイン制御部332Fから出力されるゲイン制御後のHPF信号とを加算することにより、補正信号を生成・出力するものである。

【0190】

[補正量調整部の構成例]

40

次に、図41を参照して、補正量調整部333について詳細に説明する。図41は、補正量調整部333における調整処理の一例を表すものである。

【0191】

この図41では、LPF処理およびHPF処理の際のフィルタのゲイン（移動量ゲイン）の大きさが、動きベクトルの絶対値（動きベクトル量、移動量）に応じた変化していることを示している。これは、タップ（奇数のみ）の切り替えによって境界に段差が生じることから、動きベクトルの絶対値に応じて異なるゲインとすることにより、タップの切り替わりタイミングで大きな補正量の変動が生じないようにしたものである。

【0192】

[画像処理装置300の動作]

50

次に、本実施の形態の画像処理装置 300 の動作について説明する。なお、本実施の形態の画像表示システムにおける表示装置の動作については、第 1 の実施の形態の画像表示システム 10 における表示装置 200 の動作と同様であるので、説明を省略する。

【0193】

この画像処理装置 300 では、図 19 に示したように、まず、外部からフレーム単位で入力される入力画像データが、高フレームレート変換部 31 において高フレームレート変換処理が施されることにより、変換画像データ（映像信号）が生成される。次に、動画ボヤケ特性検出部 32 では、この変換画像データから動画ボヤケ特性情報を検出し、動画ボヤケ改善処理部 33 へ出力する。そして、動画ボヤケ改善処理部 33 において、この動画ボヤケ特性情報を用いて変換画像データ（映像信号）に対する補正処理（動画ボヤケ改善処理）を行うことにより、表示画像データが生成され、表示装置 200 へ出力される。

10

【0194】

この際、動画ボヤケ改善処理部 33 では、図 20 に示したように、まず、信号特性検出部 331 において信号特性情報を検出し、補正処理部 332 において、この信号特性情報と動画ボヤケ特性情報とを用いることにより、映像信号に対して補正処理を施す。次に、このような補正処理後の補正信号に対し、補正量調整部 333 において補正量の調整処理を施す。そして、加算部 334 において、補正量調整部 333 から出力される調整処理後の補正信号と元の映像信号とが加算されることにより、表示画像データが生成される。

【0195】

この際、補正処理部 332 では、例えば図 21 (A) ~ (C) に示したような LPF 処理および HPF 処理が映像信号に対して施されることにより、補正信号が生成される。

20

【0196】

具体的には、図 27 に示したように、LPF 処理については、まず、第 1 エッジ置換処理部 332A において、映像信号に対して前述の第 1 エッジ置換処理を施し、第 1 置換信号を生成する。次に、LPF 処理部 332C において、この第 1 置換信号に対して LPF 処理を施し、LPF 信号を生成する。そして、LPF ゲイン制御部 332E において、この LPF 信号に対して前述の LPF ゲイン制御を施す。一方、HPF 処理については、まず、第 2 エッジ置換処理部 332B において、映像信号に対して前述の第 2 エッジ置換処理を施し、第 2 置換信号を生成する。次に、HPF 処理部 332D において、この第 2 置換信号に対して HPF 処理を施し、HPF 信号を生成する。そして、HPF ゲイン制御部 332F において、この HPF 信号に対して前述の HPF ゲイン制御を施す。最後に、加算部 332G において、LPF ゲイン制御部 332E から出力されるゲイン制御後の LPF 信号と、HPF ゲイン制御部 332F から出力されるゲイン制御後の HPF 信号とが加算されることにより、補正信号が生成される。

30

【0197】

[LPF 処理の作用・効果]

ここで、図 42 ~ 図 46 を参照して、LPF 処理部 332C による LPF 処理の作用および効果について、比較例と比較しつつ説明する。図 42 ~ 図 45 はそれぞれ、理想ホールド型の場合、通常液晶応答の場合、補間フレームを挿入してフレームレートを 2 倍にした場合、本実施の形態の LPF 処理（移動量幅の LPF 処理）を用いた場合、の動画ボヤケについて表したものである。これらの図において、(A) は表示画面での応答性を、(B) は MPRC（網膜残像カーブ）を、(C) は液晶応答（追従視軸）のタイミングを、それぞれ表している。

40

【0198】

まず、図 42 に示した理想ホールド型の場合、ステップ入力に対する応答時間が 0 であるため、液晶の出力レベルは、入力画像信号に対応する輝度（目標輝度）に瞬間的に到達し、液晶の応答は俊敏である。しかし、理想ホールド素子においても視線追従積分の効果は生じるため、入力されたステップ変化の画像の移動量に等しい画素分の動画ボヤケが生じる。

【0199】

50

一方、図43に示した通常液晶応答の場合、一般的には、1フレームの移動量のホールドボヤケに対して液晶応答によるボヤケが加わることにより、1フレームの移動量の2倍の範囲に動画ボヤケが広がることになる。すなわち、一般的な液晶表示装置では、ステップ入力に対する応答速度が低いため、目標輝度に到達するまでに1フレーム分くらいの応答時間がかかる。また、液晶表示装置ではホールド型の駆動を行うため、視線追従積分の効果が生じる。そのため、一般的な液晶表示装置においてステップ入力が行われた場合、液晶の応答速度に基づく応答時間に視線追従積分の効果が加わることから、例えば、入力されたステップ変化の画像の移動量の2倍に想到する画素分の動画ボヤケが生じることになる。

【0200】

そこで、図44に示したように補間フレームを挿入した場合には、補間フレームを挿入して1フレームの移動量を1/2にすることにより、視線追従積分の効果が低減し、ホールドボヤケ量が1/2となる。また、オーバードライブ処理が機能している階調の場合には、液晶応答時間も1/2となるため、その場合にはトータルの動画ボヤケ量は1/2となる。ただし、実際には暗い階調から白レベルに近い階調への遷移や、明るい階調から黒レベルに近い階調への遷移では、オーバードライブ量が不足するために液晶の応答が十分改善せず、動画ボヤケ量は1/2までは改善しない。

【0201】

これに対し、図45および図46に示した本実施の形態のLPF処理を用いた場合、表示対象のフレームにおいて、映像信号の動きベクトルの大きさに応じて空間的なLPF処理（補正範囲内において、映像信号のエッジ箇所の傾きをより緩やかにするフィルタ処理）が映像信号に対して施されることにより、映像信号における画素値が画素ごとに補正される。

【0202】

これにより、ホールド型の表示装置200において、視線追従積分効果により引き起こされる、動いているオブジェクトについての動きボケ（前縁のボヤケ、後縁の尾引きまたは知覚位置遅れなどのホールドボヤケ）が、空間方向の補間による擬似的なフレームレート向上作用により抑制される。また、図44に示したような従来の倍速駆動技術（時間方向の補間）などとは異なり、装置自体の変更は不要であるため、コストアップの問題も生じない。さらに、従来のオーバードライブ技術などとは異なり、中間階調以外の領域における階調変化についても、動きボケが十分に抑制される。

【0203】

ただし、このLPF処理では、フレームレートを実際に上げた場合とは異なり、液晶応答の改善効果はないため、動画ボヤケのパターンとしては、液晶応答カーブが見えることになる（図45（B）、（C）および図47（B）、（C）参照）。そこで、このようなLPF処理に加え、以下説明するHPF処理をも用いて補正処理を行うようにするのが望ましいと言える。

【0204】

[HPF処理の作用・効果]

次に、図47および図48を参照して、HPF処理部332DによるHPF処理の作用および効果について、比較例と比較しつつ説明する。図47、図48はそれぞれ、通常駆動の場合、本実施の形態のHPF処理（移動量幅のHPF処理）を用いた場合、の動画ボヤケについて表したものである。これらの図において、（A）は表示画面での応答性を、（B）はMPRC（網膜残像カーブ）を、（C）は液晶応答（追従視軸）のタイミングを、それぞれ表している。

【0205】

まず、図47に示した通常駆動の場合、一般的な液晶表示装置では、ステップ入力に対する応答速度が低いため、図47（C）中の符号P0で示したように、目標輝度に到達するまでに1フレーム分くらいの応答時間がかかることになる。

【0206】

10

20

30

40

50

これに対し、図48に示した本実施の形態のHPF処理を用いた場合、表示対象のフレームにおいて、映像信号の動きベクトルの大きさに応じて空間的なHPF処理（補正範囲内において、映像信号のエッジ箇所の両端付近（上下付近）に突起領域を設けるフィルタ処理）が映像信号に対して施されることにより、映像信号における画素値が画素ごとに補正される。

【0207】

これにより、2つの突起領域（オーバーシュート領域およびアンダーシュート領域）の組み合わせ（例えば、図48（C）中の符号P1L，P1Hの組み合わせや、符号P2L，P2Hの組み合わせ）によって、液晶応答が改善される。したがって、ホールド型の表示装置200において、中間調同士の輝度変化や立ち下がり応答の遅延などにより引き起こされる、縁のボヤケや縁の尾引きなどの動きボケが抑制される。また、図44に示したような従来の倍速駆動技術（時間方向の補間）などとは異なり、装置自体の変更は不要であるため、コストアップの問題も生じない。さらに、従来のオーバードライブ技術などとは異なり、中間階調以外の領域における階調変化についても、動きボケが十分に抑制される。

10

【0208】

なお、図49は、本実施の形態のLPF処理およびHPF処理を用いた場合の液晶応答特性の一例をタイミング波形図で表したものである。図49（A），（B）は、0階調（黒レベル）から255階調（白レベル）までの立ち上がり時の液晶応答に対応するものであり、図49（A）は、従来のオーバードライブ（OD）処理のみを用いた場合を、図49（B）は、OD処理に加えて本実施の形態のLPF処理を用いた場合を、表している。また、図49（C），（D）は、0階調（黒レベル）から96階調（中間レベル）までの立ち上がり時の液晶応答に対応するものであり、図49（C）は、OD処理のみを用いた場合を、図49（D）は、OD処理に加えて本実施の形態のLPF処理およびHPF処理を用いた場合を、表している。

20

【0209】

図49（A），（B）により、0階調（黒レベル）から255階調（白レベル）までの立ち上がり時において、本実施の形態のLPF処理を行うことにより、PBET（Perceived Blur Edge Time）の値が9.8msから7.8msにまで短縮し、液晶応答特性が改善していることが分かる。また、図49（C），（D）により、0階調（黒レベル）から96階調（中間レベル）までの立ち上がり時において、本実施の形態のLPF処理およびHPF処理を行うことにより、PBETの値が9.3msから6msにまで短縮し、液晶応答特性がさらに改善していることが分かる。

30

【0210】

以上のように本実施の形態では、表示対象のフレームにおいて、映像信号の動きベクトルの大きさに応じて空間的なLPF処理を映像信号に対して施すことにより、映像信号における画素値を画素ごとに補正するようにしたので、空間方向の補間による擬似的なフレームレート向上作用によって視線追従積分効果を低減させ、動きボケを抑制することができる。また、従来の技術とは異なり、コストアップの問題を回避することができると共に、中間階調以外の領域における階調変化についても、動きボケを十分に抑制することができる。よって、コストアップを抑制しつつ、ホールド型の表示装置200における動きボケを抑制し、動画の画質を向上させることが可能となる。

40

【0211】

また、表示対象のフレームにおいて、映像信号の動きベクトルの大きさに応じて、上記LPF処理に加え、空間的なHPF処理をも映像信号に対して施すことにより、映像信号における画素値を画素ごとに補正するようにしたので、オーバーシュート領域とアンダーシュート領域との組み合わせによって液晶応答を改善させ、動きボケを抑制することができる。したがって、ホールド型の表示装置200における動きボケをより効果的に抑制することができ、動画の画質をさらに向上させることが可能となる。

【0212】

50

また、上記のように、表示装置 200 のコストアップが生じないため、相対的に低コストで実現することができる。

【0213】

また、上記のように、中間調以外の領域の階調変化についても動きボケの改善に効果があるため、特に、応答速度が遅いディスプレイほど階調変化による遅延時間の差が大きいため、改善効果が大きくなる。

【0214】

また、画素ごとに画素値の補正処理を行うことから、高精細ディスプレイ等のように高画素であり、VA系液晶のように階調変化による応答時間の差が大きく、動くオブジェクトの移動速度（動きベクトル量）が大きいほど、補正処理による動きボケ抑制効果が大きくなる。

10

【0215】

< 3 . 変形例 >

以上、第1および第2の実施の形態を挙げて本発明を説明したが、本発明はこれらの実施の形態に限定されるものではなく、種々の変形が可能である。

【0216】

例えば、図50に示した動画ボヤケ改善処理部33-1のように、上記第2の実施の形態における動画ボヤケ改善処理部33において、補正処理部332および補正量調整部333の前後に前処理部335や後処理部336を設けるようにしてもよい。前処理部335は、補正処理前の映像信号に対して高域除去などの処理を行うものであり、後処理部336は、補正量調整後の信号に対して、高域除去などの処理を行うものである。このように構成した場合、補正処理による副作用を低減することが可能になる。

20

【0217】

また、上記実施の形態では、説明の簡略上、移動方向（動きベクトルの方向）は横方向であるものとし、注目画素に対してフィルタや補正等の上述した各種処理を施す場合に利用する画素もまた、注目画素の横方向に隣接する画素を利用する場合について説明したが、このような場合には限られない。すなわち、移動方向は、2次元平面上のいずれの方向ともなり得ると共に、動画ボヤケ改善処理部は、2次元平面上のいずれの方向が移動方向になった場合でも（例えば、垂直方向になった場合でも）、上述した各種処理を全く同様に実行することが可能である。ただし、移動方向が垂直方向の場合の処理（または、移動方向が斜め方向の場合の処理であって、垂直方向の処理と水平方向の処理との組み合わせ処理）を行うためには、例えば、上記第2の実施の形態で説明した動画ボヤケ改善処理部33の代わりに、図51に示した動画ボヤケ改善処理部33-2を用いる必要がある。この動画ボヤケ改善処理部33-2では、垂直方向での処理を可能とするため、補正処理部332および信号特性検出部331の前段にラインメモリ337が設けられている。

30

【0218】

また、上記第2の実施の形態で説明した補正処理部332では、補正処理部332において、LPF処理およびHPF処理の両方のフィルタ処理を映像信号に対して施す場合について説明したが、このような場合には限られない。すなわち、例えば図52(A)に示した補正処理部332-1のように、LPF処理を用いた補正処理のみを映像信号に対して施すようにしてもよく、また、例えば図52(B)に示した補正処理部332-2のように、HPF処理を用いた補正処理のみを映像信号に対して施すようにしてもよい。

40

【0219】

また、上記第2の実施の形態で説明した画像処理装置300の代わりに、図53に示したような画像処理装置300-1、300-2を用いるようにしてもよい。具体的には、図53(A)に示した画像処理装置300-1では、動画ボヤケ改善処理部33において動画ボヤケを改善した後、高フレームレート変換部31においてフレームレートの変換を行っている。このように構成した場合、相対的に低いフレーム周波数において、各種処理を行うことが可能になる。また、図53(B)に示した画像処理装置300-2では、高

50

フレームレート変換部 3 1 と動画ボヤケ特性検出部 3 2 とを並列に配置している。このように構成した場合、全体の遅延量を減らすことが可能になる。

【 0 2 2 0 】

さらに、例えば図 5 4 に示した画像処理装置 3 0 0 - 3 のように、高フレームレート変換部 3 1 を省くと共に、通常のフレームレート表示を行う表示装置を用いるようにしてもよい。すなわち、動画ボヤケ特性検出部 3 2 と動画ボヤケ改善処理部 3 3 との組だけで画像処理装置を構成してもよく、この場合、さらにコストを削減しつつ、動画ボヤケを抑制することが可能となる。

【 0 2 2 1 】

加えて、例えば図 5 5 (A) に示した画像処理装置 3 0 0 - 4 や図 5 5 (B) に示した画像処理装置 3 0 0 - 5 のように、画像処理装置 3 0 0 において、高フレームレート変換部 3 1 の代わりに（またはこれに加えて）、他の機能ブロックを設けるようにしてもよい。具体的には、図 5 5 (A) に示した画像処理装置 3 0 0 - 4 では、高フレームレート変換部 3 1 の代わりに M P E G (Moving Picture Experts Group) デコード部 3 4 を設けると共に、この M P E G デコード部 3 4 から出力されるパラメータ情報を動画ボヤケ特性検出部 3 2 へ供給している。また、図 5 5 (B) に示した画像処理装置 3 0 0 - 5 では、高フレームレート変換部 3 1 の代わりに I P (Interlace / Progressive) 変換部 3 5 を設けると共に、この I P 変換部 3 5 から出力されるパラメータ情報を動画ボヤケ特性検出部 3 2 へ供給している。これらのように構成した場合、M P E G デコード部 3 4 や I P 変換部 3 5 から動きベクトル等のパラメータ情報を流用することにより、全体の回路規模を削減

10

20

【 0 2 2 2 】

加えてまた、例えば図 5 6 (A) に示した画像処理装置 3 0 0 - 6 および図 5 6 (B) に示した画像処理装置 3 0 0 - 7 のように、画像処理装置 3 0 0 において、高フレームレート変換部 3 1 の代わりに（またはこれに加えて）、映像信号に含まれる撮像ボヤケを抑制する撮像ボヤケ抑制処理部 3 6 を設けるようにしてもよい。具体的には、図 5 6 (A) に示した画像処理装置 3 0 0 - 6 では、撮像ボヤケ抑制処理部 3 6 と動画ボヤケ改善処理部 3 3 とを直列に配置している。このように構成した場合、撮像ボヤケ抑制処理部 3 6 において撮像ボヤケが抑制された映像信号を入力として動画ボヤケ改善処理を行うため、動きベクトルの大きさに対応させるフィルタのタップ数を減らすことが可能となる。また、図 5 6 (B) に示した画像処理装置 3 0 0 - 7 では、撮像ボヤケ抑制処理部 3 6 と動画ボヤケ改善処理部 3 3 とを並列に配置している。このように構成した場合、撮像ボヤケ抑制処理部 3 6 と動画ボヤケ改善処理部 3 3 とにおいて同時に処理が行われるため、遅延機能を持つ遅延回路などを省くことができ、全体の回路規模を削減することが可能となる。

30

【 0 2 2 3 】

さらにまた、上記実施の形態では、映像信号の動きベクトル等を検出する動画ボヤケ特性検出部 3 2 を画像処理装置内に設けるようにした場合について説明したが、そのような動きベクトル等を、画像処理装置の外部において検出して供給を受けるようにしてもよい。

【 0 2 2 4 】

また、本発明は液晶の応答特性を利用してホールド効果低減を図っているため、フィルタ設定とその効果とは、パネルに依存する。一例として、以下、サブピクセル構造の場合について説明する。シングルピクセル構造のパネル用と同じ補正パターンをサブピクセル構造のパネルに入力した場合、補正パターンに対してサブピクセル用の変換が表示制御部 2 4 0 (タイミングコントローラ) 内で行われる。そのため、各サブピクセル用の補正パターンは、最適値からずれることになる。ここで、シミュレーション結果により、サブピクセルを構成する A 画素および B 画素のうち、B 画素では効果が残っていることが分かったため、A 画素を改善する補正パターンが望ましいと考えられる。そのため、例えば図 5 7 (A) , (B) に示したように、前述の (1) 式から (5) 式の計算式において、閾値 T_{h1} を下げる方向に設定する必要がある。すなわち、表示装置 2 0 0 内の各画素がサ

40

50

ブピクセル構造を用いて構成されている場合には、補正対象のエッジ箇所が立ち上がり方向のエッジ方向であるとき、H P F 処理のゲインが L P F 処理寄りの大きさに下がるように調整するのが望ましい。この方向の設定にすることにより、中間調からの立ち上がりエッジにも大きな改善効果が得られる。具体的には、例えばテロップの文字スクロールにおいて、上記のような調整を行わない場合には、動画ボヤケの幅だけ縦線が広がる一方、調整を行った場合には、そのような縦線の広がりを抑えることができる。このようにして、サブピクセル構造の液晶表示装置においても、動画像の品質を向上させることが可能となる。

【 0 2 2 5 】

また、上記実施の形態で実行される高フレームレート変換処理において、入力映像信号の第 1 のフレームレート（フレーム周波数）と、出力映像信号の第 2 のフレームレート（フレーム周波数）との組み合わせは、特に限定されず、任意の組み合わせでよい。具体的には例えば、入力映像信号の第 1 のフレームレートとして 6 0（または 3 0）〔 H z 〕を採用し、かつ、出力映像信号の第 2 のフレームレートとして 1 2 0〔 H z 〕を採用することができる。例えば、入力映像信号の第 1 のフレームレートとして 6 0（または 3 0）〔 H z 〕を採用し、かつ、出力映像信号の第 2 のフレームレートとして 2 4 0〔 H z 〕を採用することができる。例えば、入力映像信号の第 1 のフレームレートとして、P A L（Phase Alternation by Line）方式に対応する 5 0〔 H z 〕を採用し、かつ、出力映像信号の第 2 のフレームレートとして 1 0 0〔 H z 〕や 2 0 0〔 H z 〕を採用することができる。例えば、入力映像信号の第 1 のフレームレートとして、テレシネに対応する 4 8〔 H z 〕を採用し、かつ、出力映像信号の第 2 のフレームレートとしてそれ以上の所定の周波数を採用することができる。なお、このような既存のテレビジョン方式等に由来する入力映像信号に対して、上記実施の形態における高フレームレート変換処理を施すことにより、既存のコンテンツを高品位に表示することが可能になる。

【 0 2 2 6 】

さらに、上記実施の形態では、説明の簡略上、映像信号は Y U V フォーマットの Y（輝度情報）であるものとすると共に、注目画素に対してフィルタや補正等の上述した各種処理を施す場合に利用する信号もまた、輝度信号である場合について説明したが、他の異なるフォーマットの映像信号を用いるようにしてもよい。例えば、R G B フォーマットや、Y U V フォーマットの U V（色差情報）を用いるようにしてもよい。なお、U V を用いるようにした場合、フィルタ出力のゲイン調整を行うことにより、色差の変化に対しても、適切な画質改善を行うことができる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 2 2 7 】

【 図 1 】 一般的な V A 系の液晶にパルス信号を入力した場合における液晶の応答波形の一例を示す説明図である。

【 図 2 】 視線追従積分効果とホールド型表示装置における動きボケとの関係の一例について説明するための説明図である。

【 図 3 】 視線追従積分効果とホールド型表示装置における動きボケとの関係の一例について説明するための説明図である。

【 図 4 】 視線追従積分効果とホールド型表示装置における動きボケとの関係の一例について説明するための説明図である。

【 図 5 】 視線追従積分効果とホールド型表示装置における動きボケとの関係の一例について説明するための説明図である。

【 図 6 】 本発明の第 1 の実施の形態に係る画像処理装置における画像処理方法の一例を概略的に示す説明図である。

【 図 7 】 ホールド型表示装置にステップ波形を入力した場合における動作波形の一例を示す説明図である。

【 図 8 】 第 1 の実施の形態の画像処理装置に入力される入力信号の一例を示す説明図である。

10

20

30

40

50

【図 9】第 1 の実施の形態の画像処理装置から出力された出力信号に基づいて画像を表示するホールド型表示装置を見たユーザの網膜に蓄積された光量の空間方向の変化を示す説明図である。

【図 10】第 1 の実施の形態の画像処理装置の機能構成を示すブロック図である。

【図 11】第 1 の実施の形態に係る表示装置の機能構成を示すブロック図である。

【図 12】第 1 の実施の形態に係る補正処理部の機能構成を示すブロック図である。

【図 13】第 1 の実施の形態に係る高周波検出部の機能を説明するための説明図である。

【図 14】第 1 の実施の形態に係るフィルタ設定部によるフィルタ特性の設定例を示す説明図である。

【図 15】第 1 の実施の形態に係るフィルタ設定部によるフィルタ特性の設定例を示す説明図である。

10

【図 16】第 1 の実施の形態に係る画像処理装置のハードウェア構成を示すブロック図である。

【図 17】第 1 の実施の形態に係る画像処理方法の処理の流れを示すフローチャートである。

【図 18】第 1 の実施の形態に係る補正処理の具体例を示すフローチャートである。

【図 19】本発明の第 2 の実施の形態に係る画像処理装置の構成を表すブロック図である。

【図 20】図 19 に示した動画ボヤケ改善処理部の構成例を表すブロック図である。

【図 21】図 20 に示した補正処理部による補正処理の概要を説明するための波形図である。

20

【図 22】移動量と L P F および H P F における $t a p$ 数との関係の一例を表す図である。

【図 23】図 20 に示した信号特性検出部の構成例を表すブロック図である。

【図 24】サーチ範囲（処理範囲）における M A X 値および M I N 値ならびにそれらの重みについて説明するための波形図である。

【図 25】高域信号値と重みとの関係の一例を表す特性図である。

【図 26】M A X 位置および M I N 位置と映像信号の立ち上がりおよび立ち下がりとの関係について説明するための波形図である。

【図 27】図 20 に示した補正処理部の構成例を表すブロック図である。

30

【図 28】図 27 に示したエッジ置換処理部による処理の概要を説明するための波形図である。

【図 29】図 27 に示した第 1 エッジ置換処理部による処理の詳細を説明するための波形図である。

【図 30】図 27 に示した第 1 エッジ置換処理部による処理の詳細を説明するための他の波形図である。

【図 31】図 27 に示した第 2 エッジ置換処理部による処理の詳細を説明するための波形図である。

【図 32】図 27 に示した第 2 エッジ置換処理部による処理の詳細を説明するための他の波形図である。

40

【図 33】図 27 に示した L P F 処理部の構成例を表すブロック図である。

【図 34】図 27 に示した H P F 処理部の構成例を表すブロック図である。

【図 35】図 27 に示した L P F 処理部によるフィルタ処理の一例を表す波形図である。

【図 36】図 27 に示した L P F 処理部によるフィルタ処理の他の例を表す波形図である。

【図 37】図 27 に示した L P F 処理部および H P F 処理部によるフィルタ処理の一例を表す波形図である。

【図 38】図 27 に示した H P F 処理部におけるフィルタ処理の一例を表す波形図である。

【図 39】（ A ）撮像ボヤケ量と L P F ゲインとの関係の一例を表す特性図、（ B ）高域

50

信号値と高域ゲインとの関係の一例を表す特性図である。

【図40】(A)低域信号値と低域ゲインとの関係の一例を表す特性図、(B)MAX/MIN差分値とHPF振幅ゲインとの関係の一例を表す特性図、(C)MIN値と補正地との関係の一例を表す特性図である。

【図41】動きベクトル量と移動量ゲインとの関係の一例を表す特性図である。

【図42】理想ホールド型の場合の動画ボヤケについて説明するための図である。

【図43】通常液晶応答の場合の動画ボヤケについて説明するための図である。

【図44】補間フレームを挿入した場合の動画ボヤケについて説明するための図である。

【図45】第2の実施の形態のLPF処理を用いた場合の動画ボヤケについて説明するための図である。

10

【図46】第2の実施の形態のLPF処理を用いた場合の液晶の立ち上がり特性の一例を表す波形図である。

【図47】通常駆動の場合の動画ボヤケについて説明するための図である。

【図48】第2の実施の形態のHPF処理を用いた場合の動画ボヤケについて説明するための図である。

【図49】第2の実施の形態のLPF処理およびHPF処理を用いた場合の液晶応答特性の一例を表す波形図である。

【図50】第2の実施の形態の変形例に係る動画ボヤケ改善処理部の構成を表すブロック図である。

【図51】第2の実施の形態の他の変形例に係る動画ボヤケ改善処理部の構成を表すブロック図である。

20

【図52】第2の実施の形態の他の変形例に係る補正処理部の構成を表すブロック図である。

【図53】第2の実施の形態の他の変形例に係る画像処理装置の構成を表すブロック図である。

【図54】第2の実施の形態の他の変形例に係る画像処理装置の構成を表すブロック図である。

【図55】第2の実施の形態の他の変形例に係る画像処理装置の構成を表すブロック図である。

【図56】第2の実施の形態の他の変形例に係る画像処理装置の構成を表すブロック図である。

30

【図57】シングルピクセル構造およびサブピクセル構造におけるフィルタ処理の適用例について説明するための波形図である。

【符号の説明】

【0228】

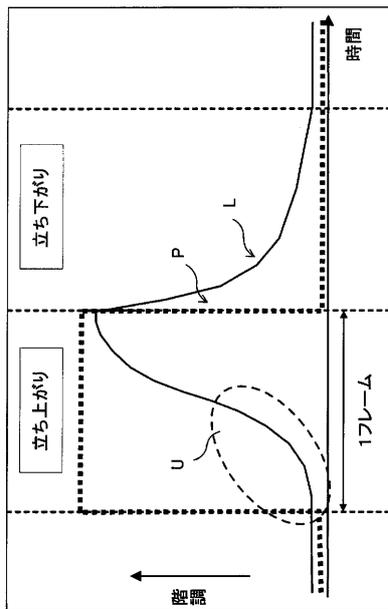
10...画像表示システム、100,300,300-1~300-7...画像表示装置、110...入力画像データ記憶部、120...動きベクトル検出部、130...応答時間情報記憶部、140...補正処理部、141...補正範囲設定部、142...最大最小値検出部、143...エッジ検出部、144...高周波検出部、145...外側置換部、146...フィルタ設定部、147...フィルタ処理部、148...ゲイン調整部、149...選択部、150...合成部、160...出力部、200...表示装置、210...画像表示部、240...表示制御部、31...高フレームレート変換部、32...動画ボヤケ特性検出部、33,33-1,33-2...動画ボヤケ改善処理部、331...信号特性検出部、331A...MAX/MIN検出部、331B...空間高周波数検出部、331C...空間低周波数検出部、331D...エッジ方向検出部、332,332-1,332-2...補正処理部、332A...第1エッジ置換処理部、332B...第2エッジ置換処理部、332C...LPF処理部、332C1...固定フィルタ係数保持部、332C2...移動平均フィルタ部、332D...HPF処理部、332D1...可変フィルタ係数算出部、332D2...ハイパスフィルタ部、332E...LPFゲイン制御部、332F...HPFゲイン制御部、332G...加算部、333...補正量調整部、334...加算部、335...前処理部、336...後処理部、337...ラインメモリ、34...M

40

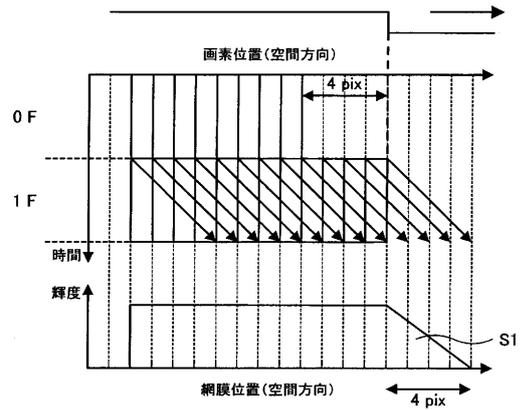
50

P E Gデコード部、35...IP変換部、36...撮像ボヤケ抑制処理部、37...加算部。

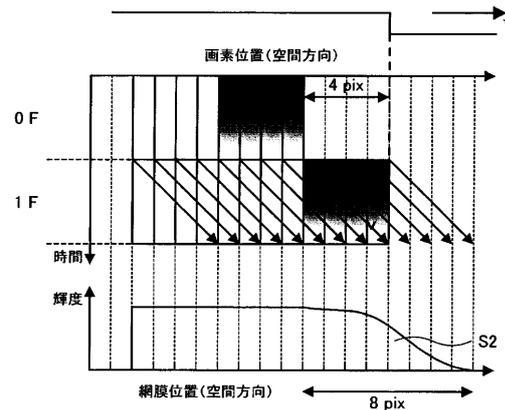
【図1】



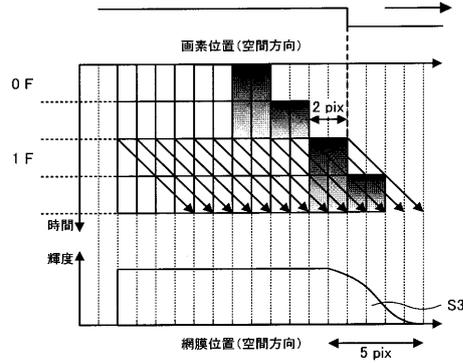
【図2】



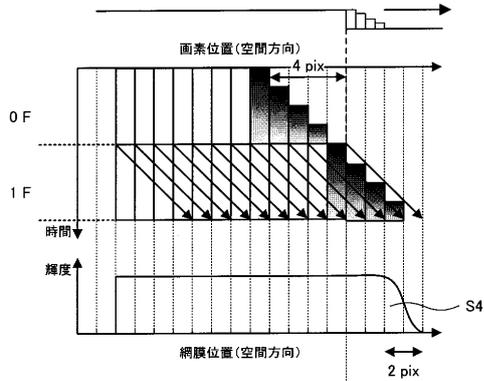
【図3】



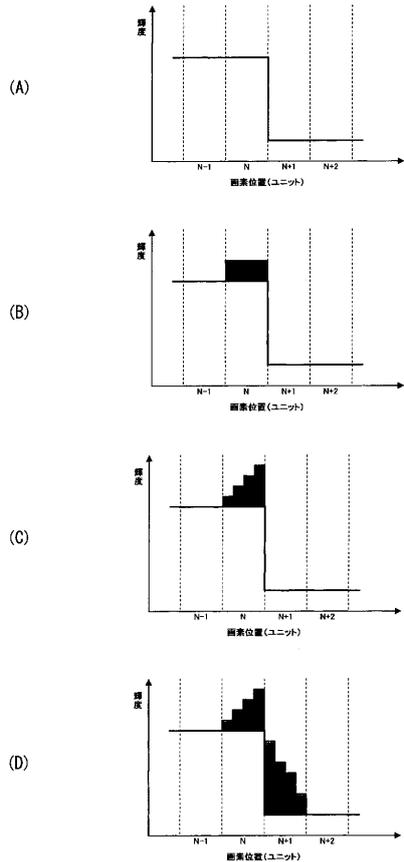
【図4】



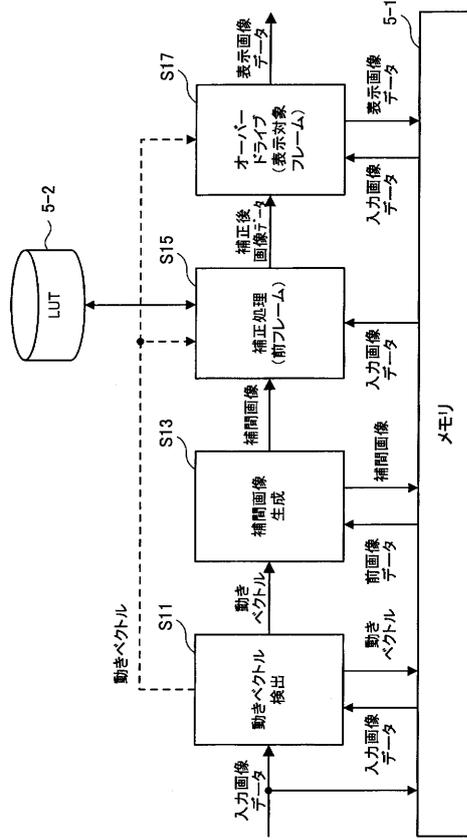
【図5】



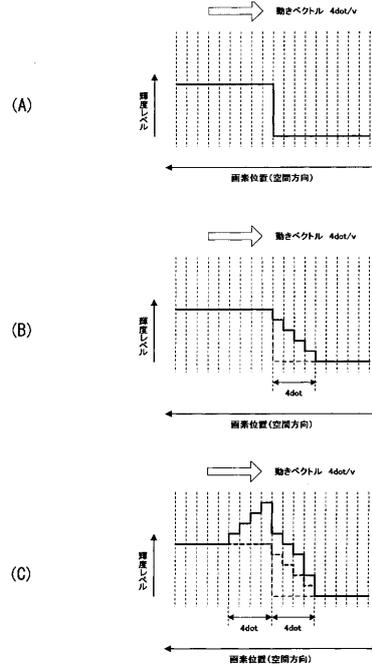
【図7】



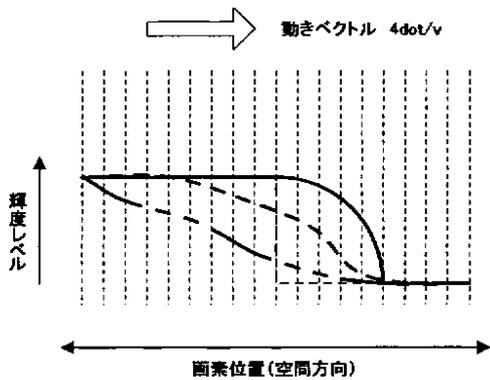
【図6】



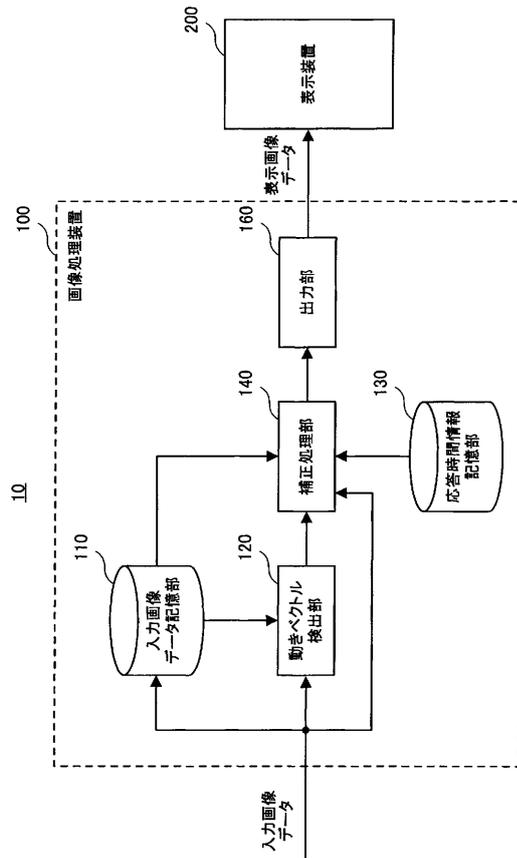
【図8】



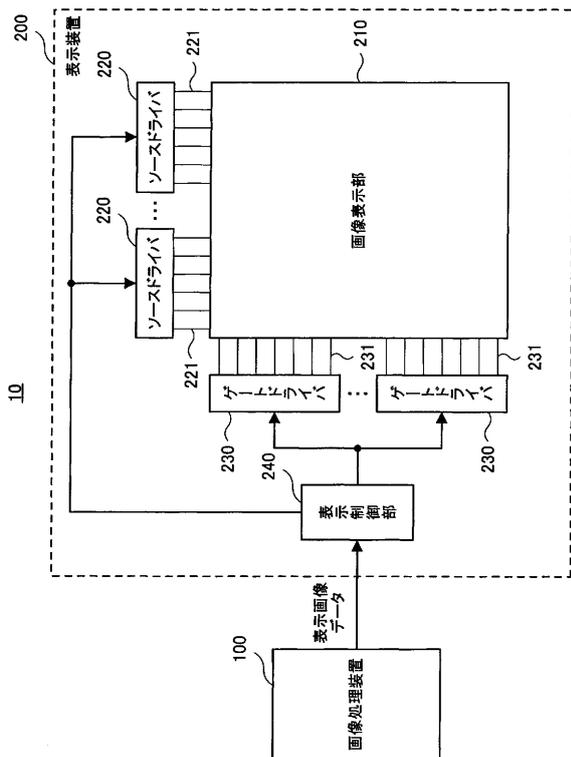
【図9】



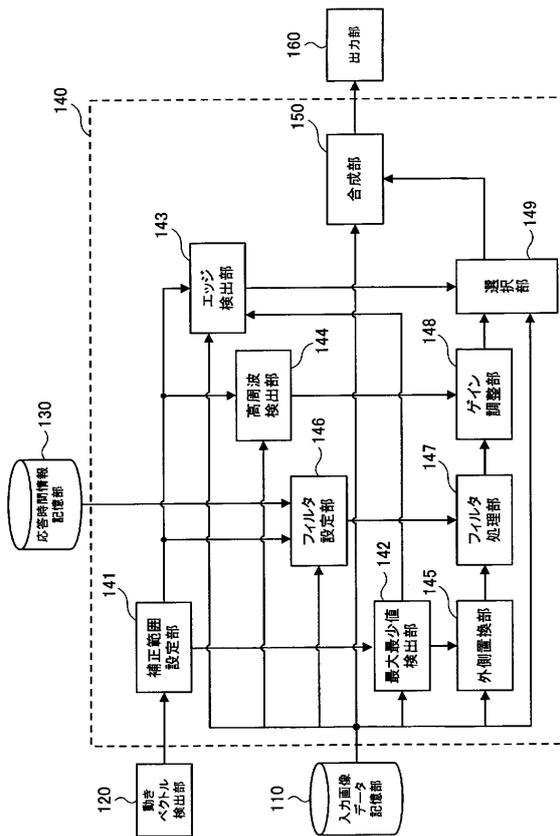
【図10】



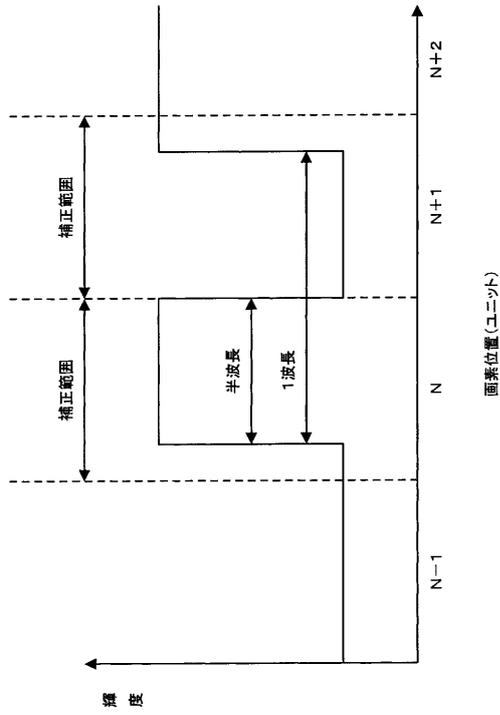
【図11】



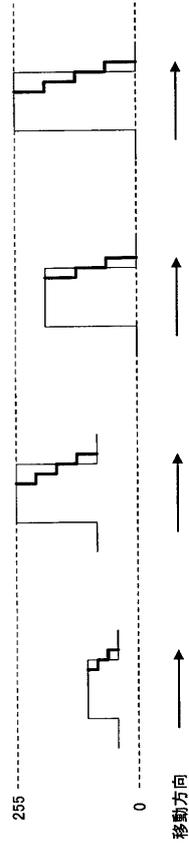
【図12】



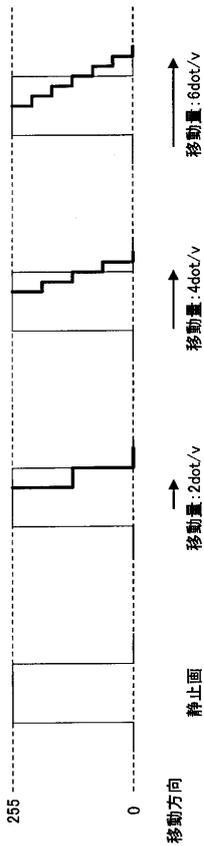
【図13】



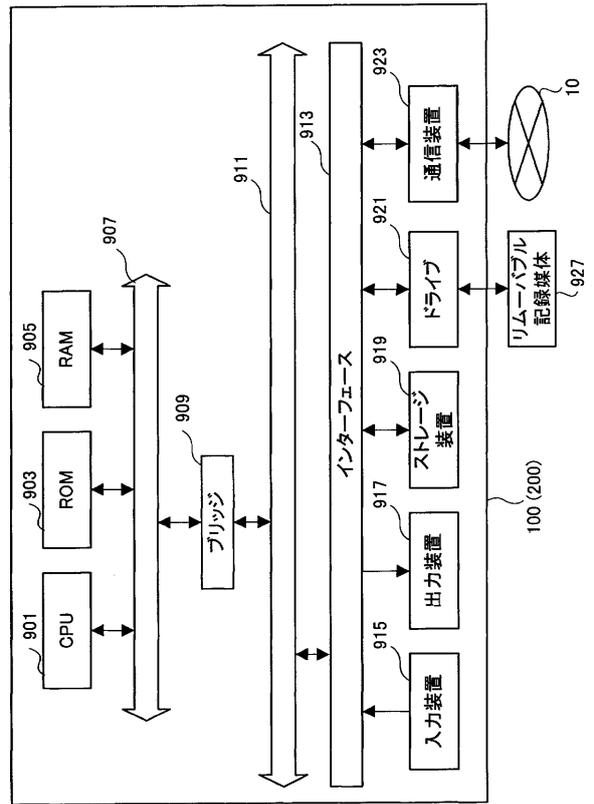
【図14】



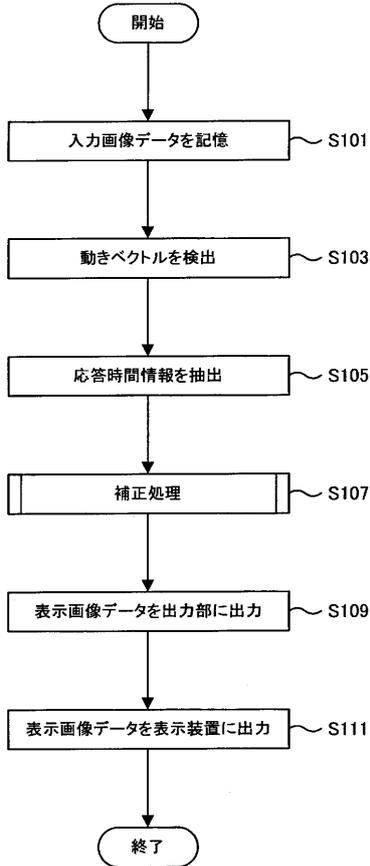
【図15】



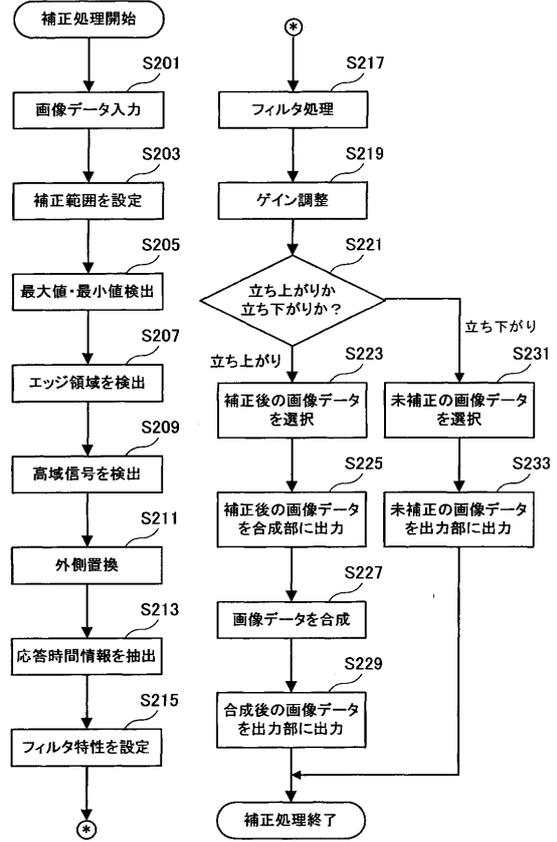
【図16】



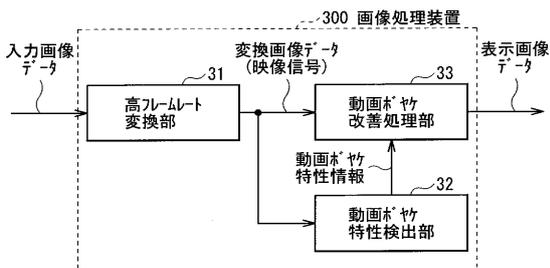
【図17】



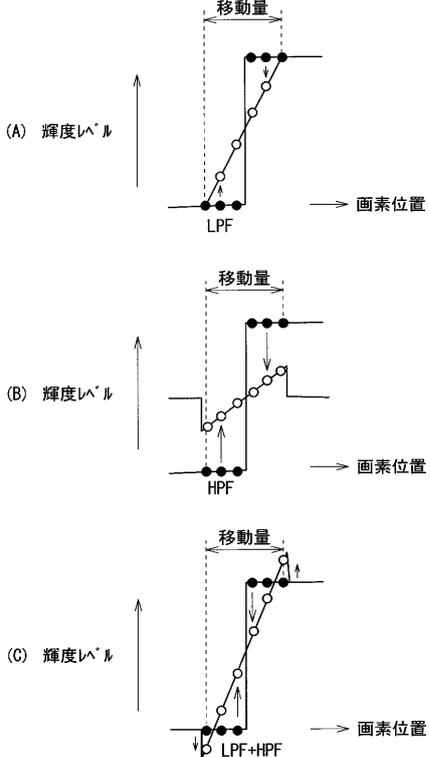
【図18】



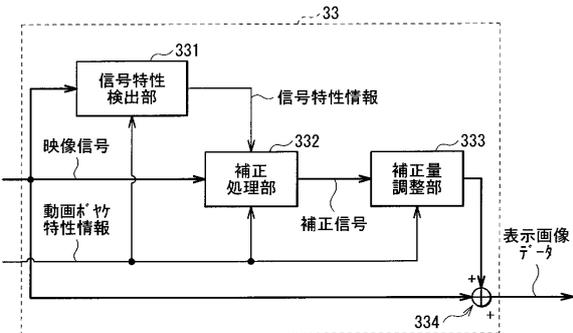
【図19】



【図21】



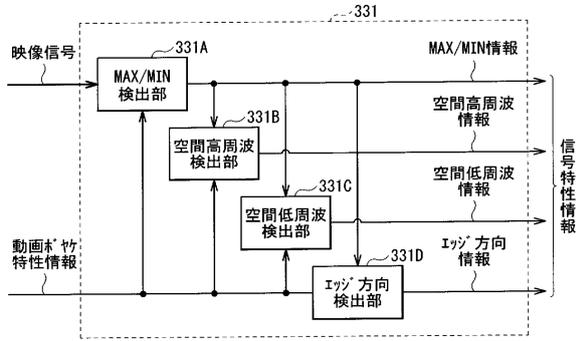
【図20】



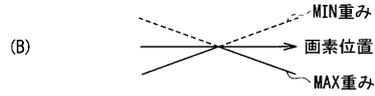
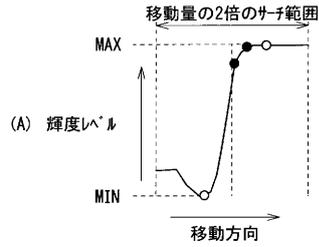
【図 2 2】

移動量 (60Hz)	移動量 (120Hz)	LPF tap数	HPF tap数
1~4	0.5~2.0		3
5~8	2.5~4.0	3	5
9~	4.5~	5	7

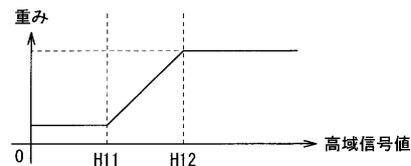
【図 2 3】



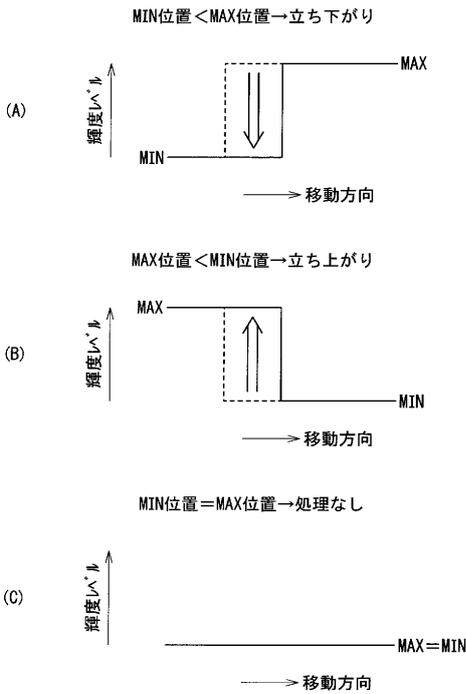
【図 2 4】



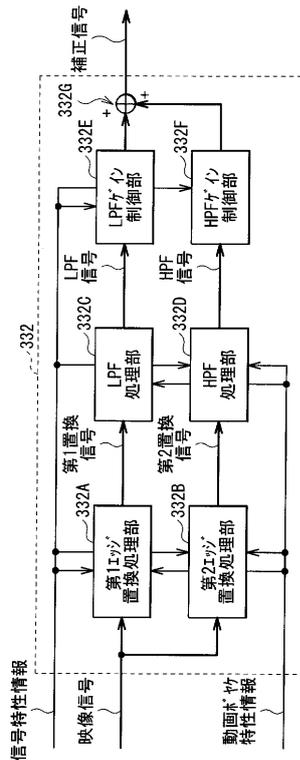
【図 2 5】



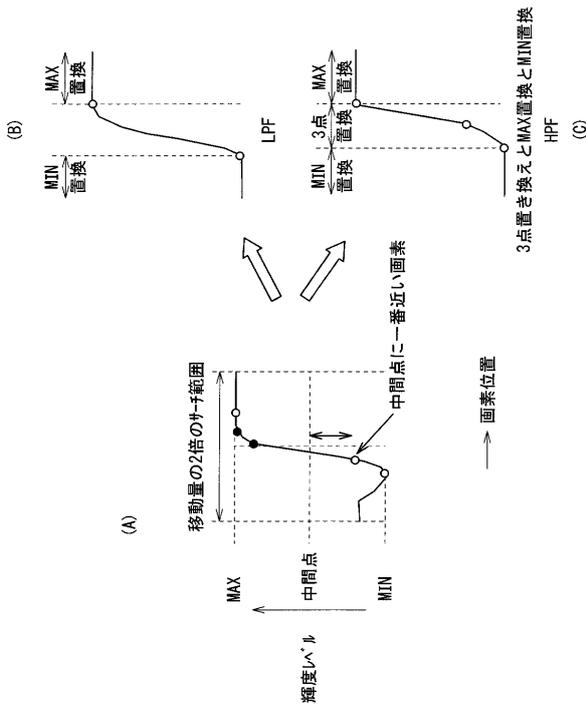
【図 2 6】



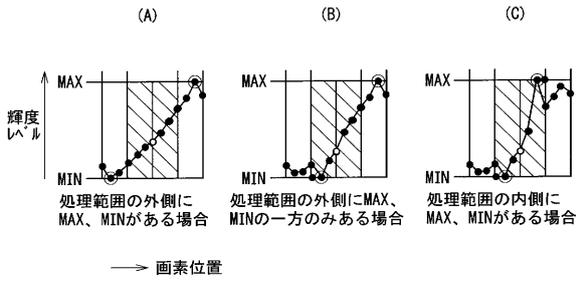
【図 2 7】



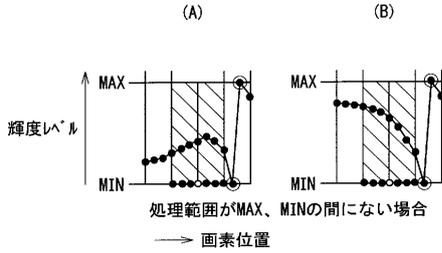
【図28】



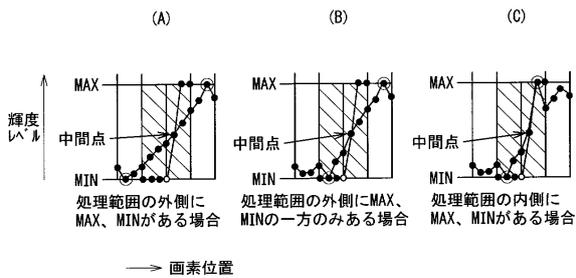
【図29】



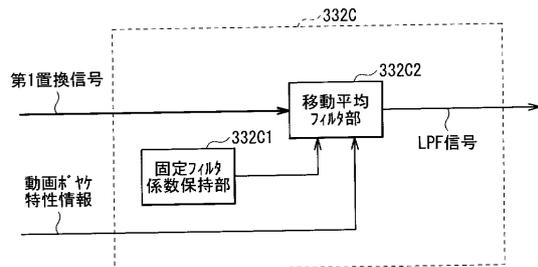
【図30】



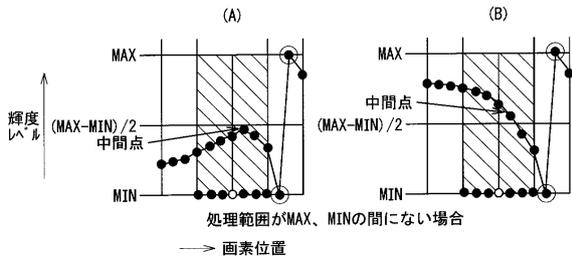
【図31】



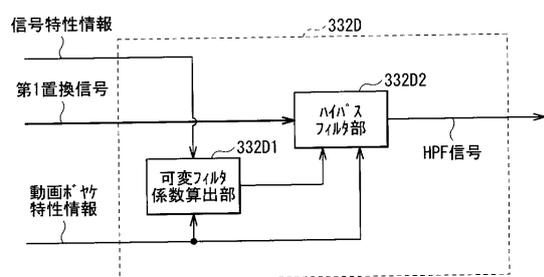
【図33】



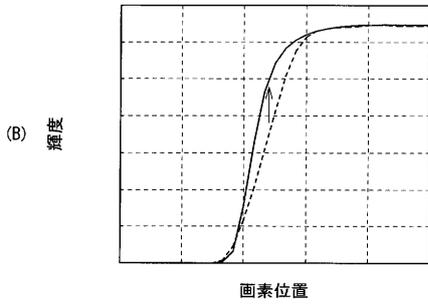
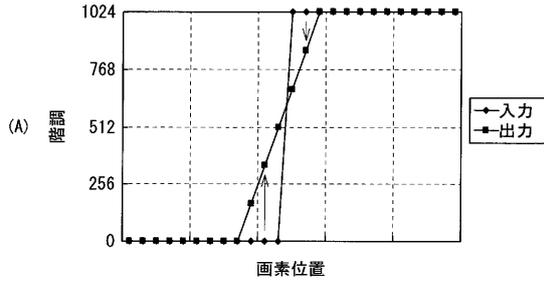
【図32】



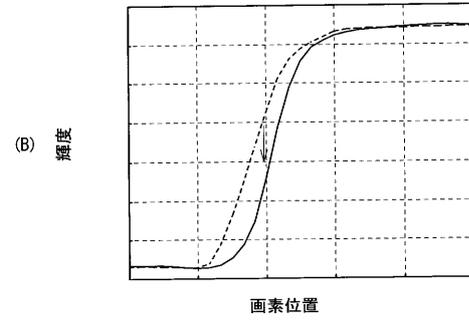
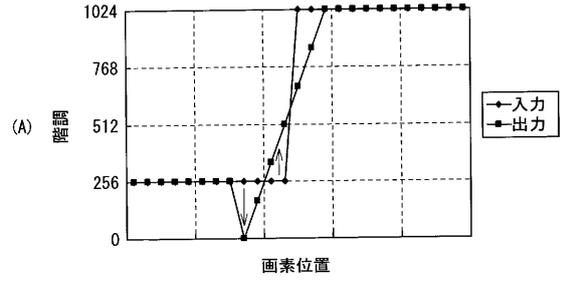
【図34】



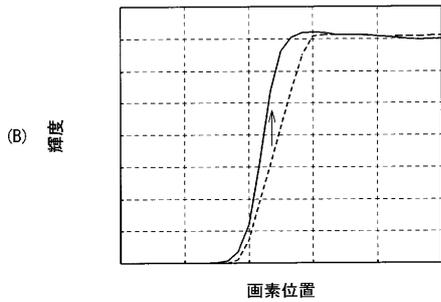
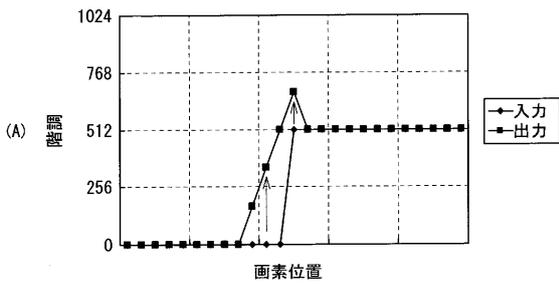
【図 3 5】



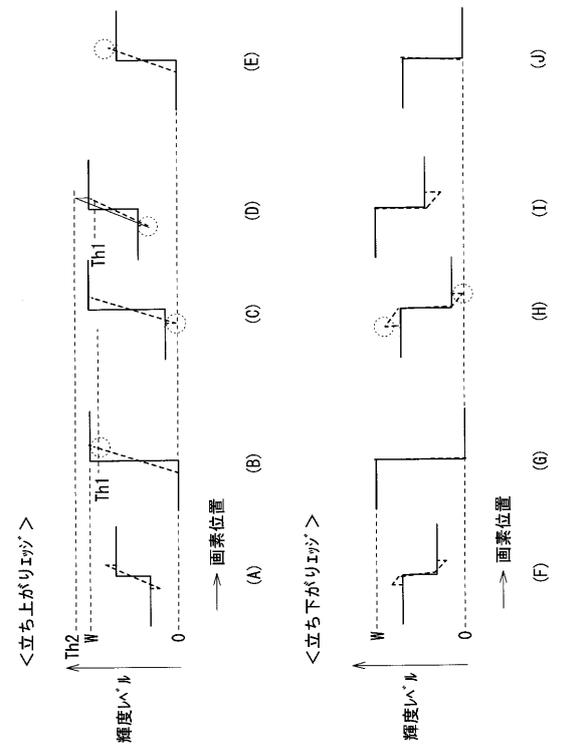
【図 3 6】



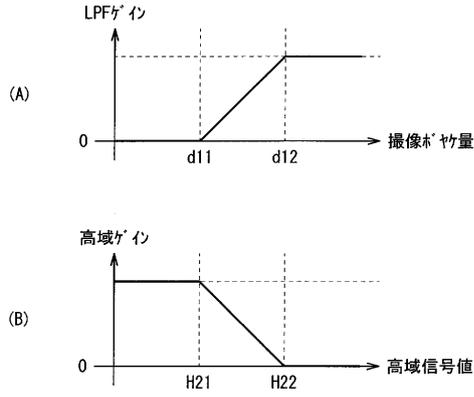
【図 3 7】



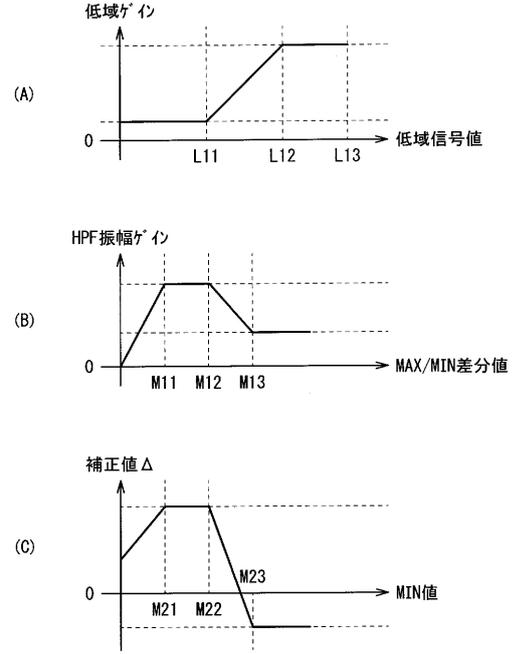
【図 3 8】



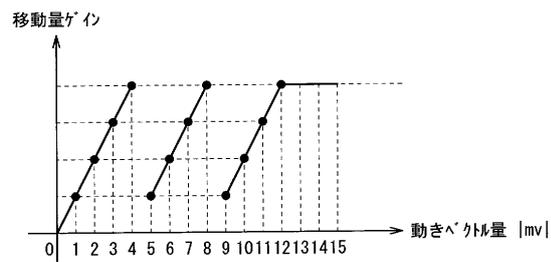
【図39】



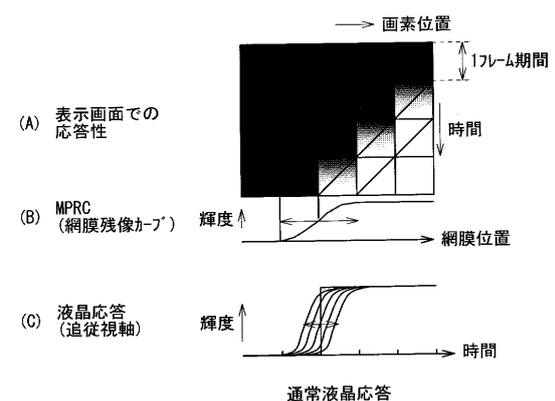
【図40】



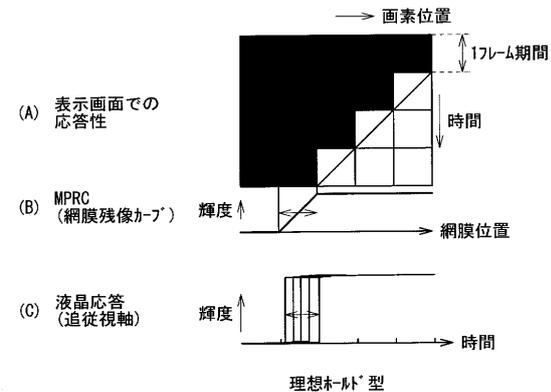
【図41】



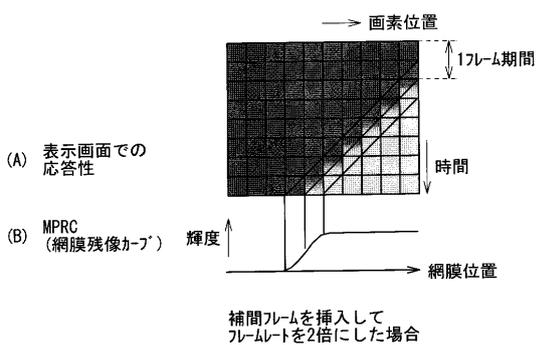
【図43】



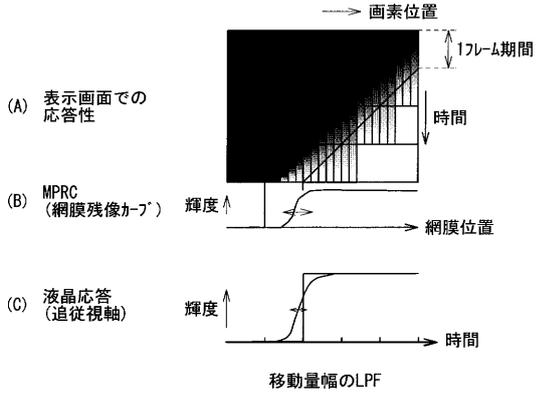
【図42】



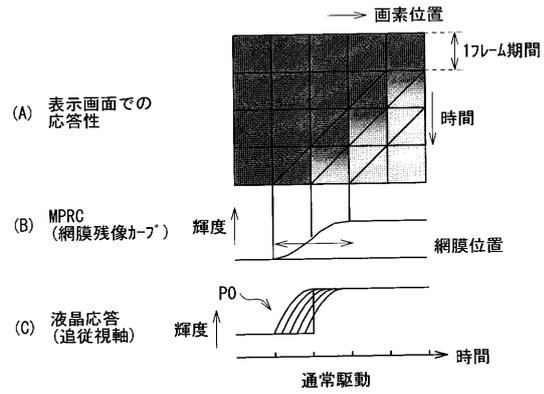
【図44】



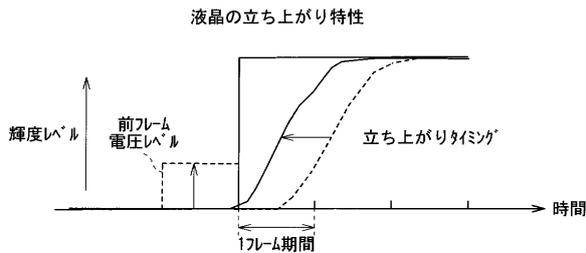
【図45】



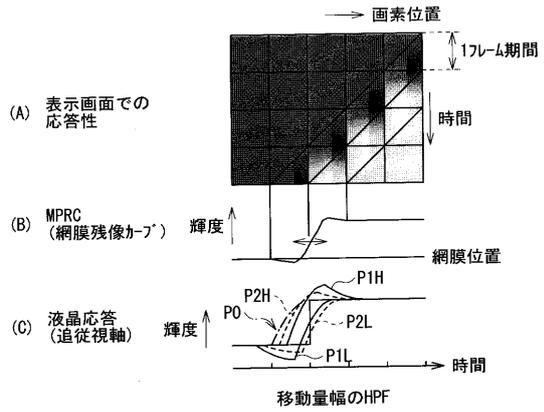
【図47】



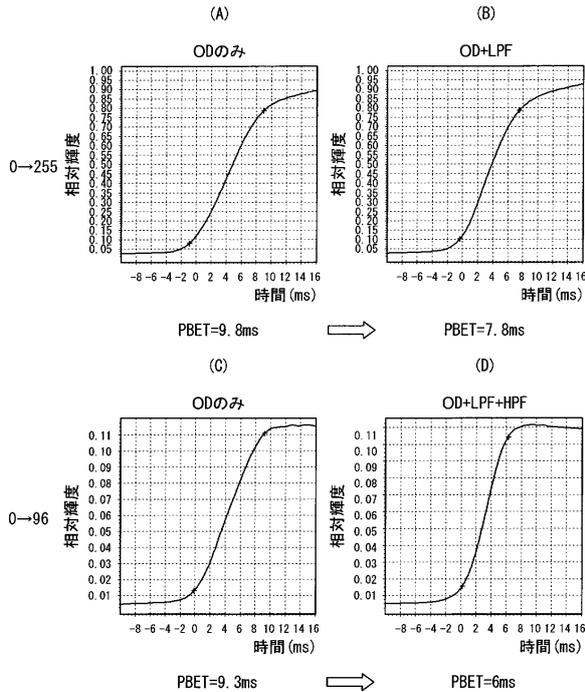
【図46】



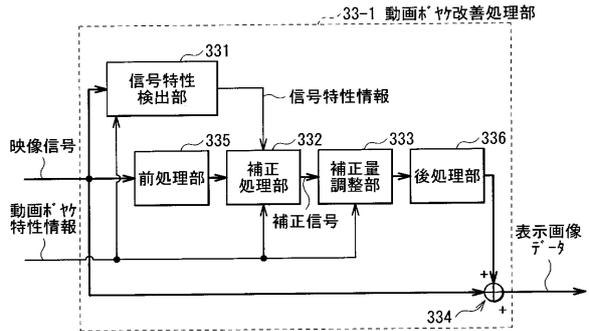
【図48】



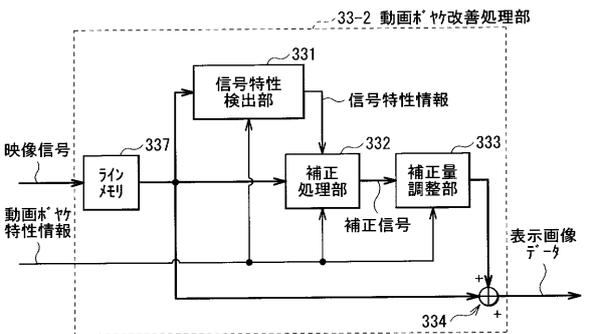
【図49】



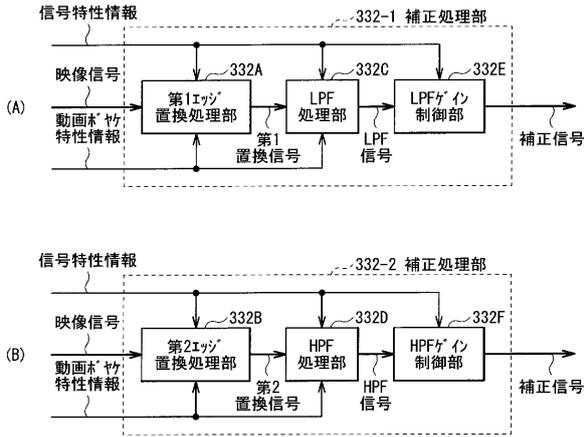
【図50】



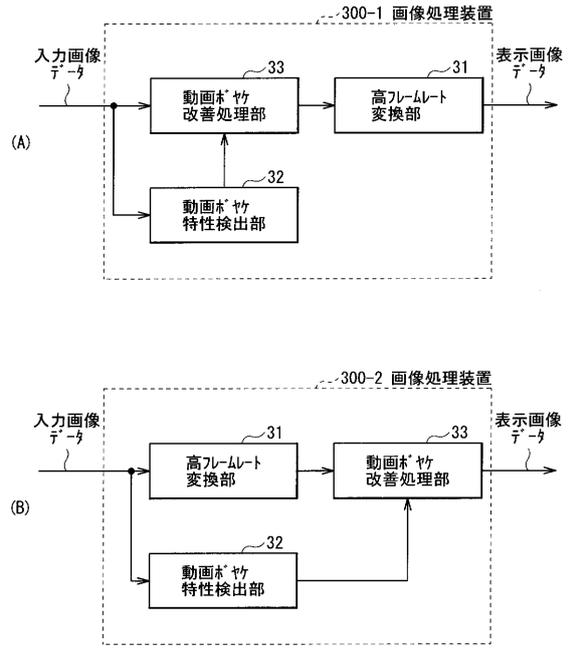
【図51】



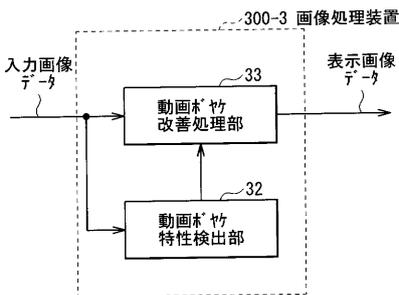
【図52】



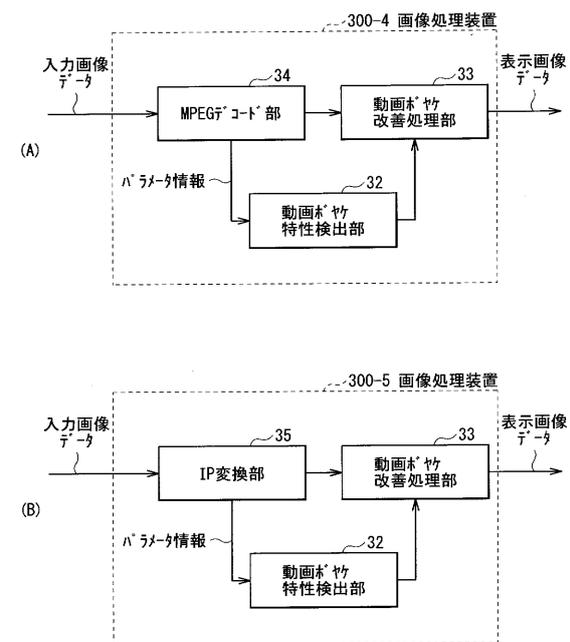
【図53】



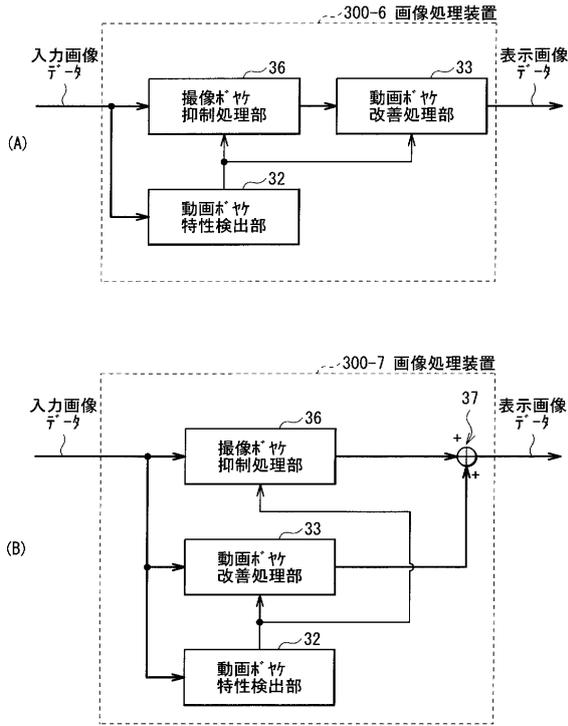
【図54】



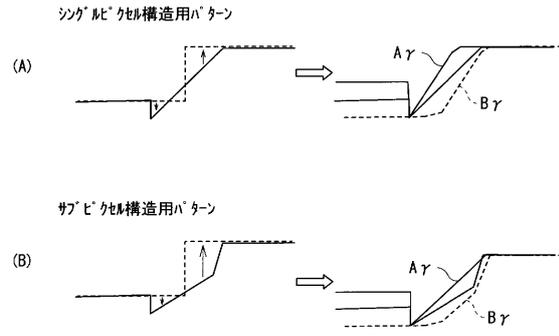
【図55】



【図56】



【図57】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
G 0 9 G 3/20 6 6 0 W
G 0 9 G 3/20 6 6 0 V
G 0 2 F 1/133 5 7 0
H 0 4 N 5/66 1 0 2 B

(72)発明者 谷野 友哉
東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株式会社内

(72)発明者 西 亨
東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株式会社内

審査官 西島 篤宏

(56)参考文献 特開2007-213017(JP,A)
特開2007-079549(JP,A)
特開2007-114736(JP,A)
特開2002-082657(JP,A)
特開2005-043864(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G 0 9 G 3 / 0 0 - 3 / 3 8
G 0 2 F 1 / 1 3 3
H 0 4 N 5 / 6 6 - 5 / 7 4