

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4596221号  
(P4596221)

(45) 発行日 平成22年12月8日(2010.12.8)

(24) 登録日 平成22年10月1日(2010.10.1)

(51) Int. Cl.		F I			
<b>G06T</b>	<b>7/20</b>	<b>(2006.01)</b>	G06T	7/20	A
G06T	3/00	(2006.01)	G06T	3/00	400A
H04N	5/232	(2006.01)	H04N	5/232	Z
H04N	7/26	(2006.01)	H04N	7/13	Z

請求項の数 8 (全 90 頁)

(21) 出願番号	特願2001-193369 (P2001-193369)	(73) 特許権者	000002185
(22) 出願日	平成13年6月26日 (2001.6.26)		ソニー株式会社
(65) 公開番号	特開2003-6648 (P2003-6648A)		東京都港区港南1丁目7番1号
(43) 公開日	平成15年1月10日 (2003.1.10)	(74) 代理人	100082131
審査請求日	平成20年3月5日 (2008.3.5)		弁理士 稲本 義雄
		(72) 発明者	近藤 哲二郎
			東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内
		(72) 発明者	藤原 直樹
			東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内
		(72) 発明者	石橋 淳一
			東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 画像処理装置および方法、記録媒体、並びにプログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

時間積分効果を有する所定数の画素を有する撮像素子によって取得された所定数の画素データからなる画像データの注目フレームと、前記注目フレームの前または次のフレームとに基づいて、前記注目フレームの前景オブジェクトのフレーム間の動き量を検出するフレーム間動き量検出手段と、

前記注目フレームにおいて、前記前景オブジェクトを構成する前景オブジェクト成分と、背景オブジェクトを構成する背景オブジェクト成分とが混合されてなる混合領域内の各画素における、前記前景オブジェクト成分と前記背景オブジェクト成分との混合の割合を示す混合比を検出する混合比検出手段と、

前記混合比に対応して、前記画像データを構成する前記画素データが取得されたときの露光時間内における前記前景オブジェクトの動き量を検出する露光時間内動き量検出手段と、

前記前景オブジェクトのフレーム間の動き量と、前記露光時間内の動き量とに基づいて、前記フレームの時間間隔と前記露光時間との比率を検出する露光時間比検出手段とを含む画像処理装置。

【請求項2】

前記露光時間比検出手段は、前記前景オブジェクトのフレーム間の動き量と、前記露光時間内の動き量との比、および前記フレームの時間間隔に基づいて、前記露光時間を検出する

ことを特徴とする請求項 1 に記載の画像処理装置。

【請求項 3】

前記混合比検出手段は、前記注目フレームの前記混合領域内の注目画素および前記注目画素の近傍の近傍画素において、前記混合比が画素の位置に対応して直線的に変化するとともに、前記前景オブジェクト成分が一定であるとの近似に基づいて、前記注目画素および前記近傍画素の画素値をそれぞれ前記混合比に応じた前記前景オブジェクト成分と前記背景オブジェクト成分との和により示した関係式、並びに、前記注目画素および前記近傍画素の画素値に基づいて、前記注目画素の前記混合比を検出する

請求項 1 に記載の画像処理装置。

【請求項 4】

前記混合比検出手段は、前記注目画素および前記近傍画素の前記背景オブジェクト成分として、前記注目フレームの前または次のフレームの前記注目画素および前記近傍画素に対応する画素の画素値を用いる

請求項 3 に記載の画像処理装置。

【請求項 5】

前記露光時間内動き量動き検出手段は、前記注目画素における前記混合比の直線的変化の傾きの逆数を、前記画像データが取得されたときの露光時間内における前記前景オブジェクトの前記注目画素における前記動き量として検出する

請求項 4 に記載の画像処理装置。

【請求項 6】

時間積分効果を有する所定数の画素を有する撮像素子によって取得された所定数の画素データからなる画像データを処理する画像処理装置が、

前記画像データの注目フレームと、前記注目フレームの前または次のフレームとに基づいて、前記注目フレームの前景オブジェクトのフレーム間の動き量を検出するフレーム間動き量検出ステップと、

前記注目フレームにおいて、前記前景オブジェクトを構成する前景オブジェクト成分と、背景オブジェクトを構成する背景オブジェクト成分とが混合されてなる混合領域内の各画素における、前記前景オブジェクト成分と前記背景オブジェクト成分との混合の割合を示す混合比を検出する混合比検出ステップと、

前記混合比に対応して、前記画像データを構成する前記画素データが取得されたときの露光時間内における前記前景オブジェクトの動き量を検出する露光時間内動き量検出ステップと、

前記前景オブジェクトのフレーム間の動き量と、前記露光時間内の動き量とに基づいて、前記フレームの時間間隔と前記露光時間との比率を検出する露光時間比検出ステップとを含むことを特徴とする画像処理方法。

【請求項 7】

時間積分効果を有する所定数の画素を有する撮像素子によって取得された所定数の画素データからなる画像データを処理するコンピュータに、

前記画像データの注目フレームと、前記注目フレームの前または次のフレームとに基づいて、前記注目フレームの前景オブジェクトのフレーム間の動き量を検出するフレーム間動き量検出ステップと、

前記注目フレームにおいて、前記前景オブジェクトを構成する前景オブジェクト成分と、背景オブジェクトを構成する背景オブジェクト成分とが混合されてなる混合領域内の各画素における、前記前景オブジェクト成分と前記背景オブジェクト成分との混合の割合を示す混合比を検出する混合比検出ステップと、

前記混合比に対応して、前記画像データを構成する前記画素データが取得されたときの露光時間内における前記前景オブジェクトの動き量を検出する露光時間内動き量検出ステップと、

前記前景オブジェクトのフレーム間の動き量と、前記露光時間内の動き量とに基づいて、前記フレームの時間間隔と前記露光時間との比率を検出する露光時間比検出ステップと

10

20

30

40

50

を実行させるためのプログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

【請求項 8】

時間積分効果を有する所定数の画素を有する撮像素子によって取得された所定数の画素データからなる画像データを処理するコンピュータに、

前記画像データの注目フレームと、前記注目フレームの前または次のフレームとに基づいて、前記注目フレームの前景オブジェクトのフレーム間の動き量を検出するフレーム間動き量検出ステップと、

前記注目フレームにおいて、前記前景オブジェクトを構成する前景オブジェクト成分と、背景オブジェクトを構成する背景オブジェクト成分とが混合されてなる混合領域内の各画素における、前記前景オブジェクト成分と前記背景オブジェクト成分との混合の割合を示す混合比を検出する混合比検出ステップと、

10

前記混合比に対応して、前記画像データを構成する前記画素データが取得されたときの露光時間内における前記前景オブジェクトの動き量を検出する露光時間内動き量検出ステップと、

前記前景オブジェクトのフレーム間の動き量と、前記露光時間内の動き量とに基づいて、前記フレームの時間間隔と前記露光時間との比率を検出する露光時間比検出ステップとを実行させるためのプログラム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

20

本発明は、画像処理装置および方法、記録媒体、並びにプログラムに関し、特に、センサにより検出した信号と現実世界との違いを考慮した画像処理装置および方法、記録媒体、並びにプログラムに関する。

【0002】

【従来の技術】

現実世界における事象をセンサで検出し、画像センサが出力するサンプリングデータを処理する技術が広く利用されている。

【0003】

例えば、静止している所定の背景の前で移動する物体をビデオカメラで撮像して得られる画像には、物体の移動速度が比較的速い場合、動きボケが生じることになる。

30

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、従来は、既に撮像された画像のシャッタ時間を検出することはできなかった。

【0005】

本発明はこのような状況に鑑みてなされたものであり、既に撮像された画像の露光時間を検出することができるようにすることを目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】

本発明の画像処理装置は、時間積分効果を有する所定数の画素を有する撮像素子によって取得された所定数の画素データからなる画像データの注目フレームと、注目フレームの前または次のフレームとに基づいて、注目フレームの前景オブジェクトのフレーム間の動き量を検出するフレーム間動き量検出手段と、注目フレームにおいて、前景オブジェクトを構成する前景オブジェクト成分と、背景オブジェクトを構成する背景オブジェクト成分とが混合されてなる混合領域内の各画素における、前景オブジェクト成分と背景オブジェクト成分との混合の割合を示す混合比を検出する混合比検出手段と、混合比に対応して、画像データを構成する画素データが取得されたときの露光時間内における前景オブジェクトの動き量を検出する露光時間内動き量検出手段と、前景オブジェクトのフレーム間の動き量と、露光時間内の動き量とに基づいて、フレームの時間間隔と露光時間との比率を検出する露光時間比検出手段とを含む。

40

50

## 【0007】

露光時間比検出手段は、前景オブジェクトのフレーム間の動き量と、露光時間内の動き量との比、およびフレームの時間間隔に基づいて、露光時間を検出することができる。

## 【0008】

混合比検出手段は、注目フレームの混合領域内の注目画素および注目画素の近傍の近傍画素において、混合比が画素の位置に対応して直線的に変化するとともに、前景オブジェクト成分が一定であるとの近似に基づいて、注目画素および近傍画素の画素値をそれぞれ混合比に応じた前景オブジェクト成分と背景オブジェクト成分との和により示した関係式、並びに、注目画素および近傍画素の画素値に基づいて、注目画素の混合比を検出するようにすることができる。

10

## 【0009】

混合比検出手段は、注目画素および近傍画素の背景オブジェクト成分として、注目フレームの前または次のフレームの注目画素および近傍画素に対応する画素の画素値を用いるようにすることができる。

## 【0010】

露光時間内動き量動き検出手段は、注目画素における混合比の直線的変化の傾きの逆数を、画像データが取得されたときの露光時間内における前景オブジェクトの注目画素における動き量として検出するようにすることができる。

20

## 【0011】

本発明の画像処理方法は、時間積分効果を有する所定数の画素を有する撮像素子によって取得された所定数の画素データからなる画像データを処理する画像処理装置が、画像データの注目フレームと、注目フレームの前または次のフレームとに基づいて、注目フレームの前景オブジェクトのフレーム間の動き量を検出するフレーム間動き量検出ステップと、注目フレームにおいて、前景オブジェクトを構成する前景オブジェクト成分と、背景オブジェクトを構成する背景オブジェクト成分とが混合されてなる混合領域内の各画素における、前景オブジェクト成分と背景オブジェクト成分との混合の割合を示す混合比を検出する混合比検出ステップと、混合比に対応して、画像データを構成する画素データが取得されたときの露光時間内における前景オブジェクトの動き量を検出する露光時間内動き量検出ステップと、前景オブジェクトのフレーム間の動き量と、露光時間内の動き量とに基づいて、フレームの時間間隔と露光時間との比率を検出する露光時間比検出ステップとを含む。

30

## 【0012】

本発明の記録媒体のプログラムは、時間積分効果を有する所定数の画素を有する撮像素子によって取得された所定数の画素データからなる画像データを処理するコンピュータに、画像データの注目フレームと、注目フレームの前または次のフレームとに基づいて、注目フレームの前景オブジェクトのフレーム間の動き量を検出するフレーム間動き量検出ステップと、注目フレームにおいて、前景オブジェクトを構成する前景オブジェクト成分と、背景オブジェクトを構成する背景オブジェクト成分とが混合されてなる混合領域内の各画素における、前景オブジェクト成分と背景オブジェクト成分との混合の割合を示す混合比を検出する混合比検出ステップと、混合比に対応して、画像データを構成する画素データが取得されたときの露光時間内における前景オブジェクトの動き量を検出する露光時間内動き量検出ステップと、前景オブジェクトのフレーム間の動き量と、露光時間内の動き量とに基づいて、フレームの時間間隔と露光時間との比率を検出する露光時間比検出ステップとを実行させる。

40

## 【0013】

本発明のプログラムは、時間積分効果を有する所定数の画素を有する撮像素子によって取得された所定数の画素データからなる画像データを処理するコンピュータに、画像データの注目フレームと、注目フレームの前または次のフレームとに基づいて、注目フレームの前景オブジェクトのフレーム間の動き量を検出するフレーム間動き量検出ステップと、

50

注目フレームにおいて、前景オブジェクトを構成する前景オブジェクト成分と、背景オブジェクトを構成する背景オブジェクト成分とが混合されてなる混合領域内の各画素における、前景オブジェクト成分と背景オブジェクト成分との混合の割合を示す混合比を検出する混合比検出ステップと、混合比に対応して、画像データを構成する画素データが取得されたときの露光時間内における前景オブジェクトの動き量を検出する露光時間内動き量検出ステップと、前景オブジェクトのフレーム間の動き量と、露光時間内の動き量とに基づいて、フレームの時間間隔と露光時間との比率を検出する露光時間比検出ステップとを実行させる。

【0014】

本発明の画像処理装置および方法、記録媒体、並びにプログラムにおいては、時間積分効果を有する所定数の画素を有する撮像素子によって取得された所定数の画素データからなる画像データの注目フレームと、注目フレームの前または次のフレームとに基づいて、注目フレームの前景オブジェクトのフレーム間の動き量が検出され、注目フレームにおいて、前景オブジェクトを構成する前景オブジェクト成分と、背景オブジェクトを構成する背景オブジェクト成分とが混合されてなる混合領域内の各画素における、前景オブジェクト成分と背景オブジェクト成分との混合の割合を示す混合比が検出され、混合比に対応して、画像データを構成する画素データが取得されたときの露光時間内における前景オブジェクトの動き量が検出され、前景オブジェクトのフレーム間の動き量と、露光時間内の動き量とに基づいて、フレームの時間間隔と露光時間との比率が検出される。

【0015】

【発明の実施の形態】

図1は、本発明に係る画像処理装置の一実施の形態を示す図である。CPU (Central Processing Unit) 21は、ROM (Read Only Memory) 22、または記憶部28に記憶されているプログラムに従って各種の処理を実行する。RAM (Random Access Memory) 23には、CPU 21が実行するプログラムやデータなどが適宜記憶される。これらのCPU 21、ROM 22、およびRAM 23は、バス24により相互に接続されている。

【0016】

CPU 21にはまた、バス24を介して入出力インタフェース25が接続されている。入出力インタフェース25には、キーボード、マウス、マイクロホンなどよりなる入力部26、ディスプレイ、スピーカなどよりなる出力部27が接続されている。CPU 21は、入力部26から入力される指令に対応して各種の処理を実行する。そして、CPU 21は、処理の結果得られた画像や音声等を出力部27に出力する。

【0017】

入出力インタフェース25に接続されている記憶部28は、例えばハードディスクなどで構成され、CPU 21が実行するプログラムや各種のデータを記憶する。通信部29は、インターネット、その他のネットワークを介して外部の装置と通信する。この例の場合、通信部29はセンサの出力を取り込む取得部として働く。

【0018】

また、通信部29を介してプログラムを取得し、記憶部28に記憶してもよい。

【0019】

入出力インタフェース25に接続されているドライブ30は、磁気ディスク51、光ディスク52、光磁気ディスク53、或いは半導体メモリ54などが装着されたとき、それらを駆動し、そこに記録されているプログラムやデータなどを取得する。取得されたプログラムやデータは、必要に応じて記憶部28に転送され、記憶される。

【0020】

図2は、画像処理装置を示すブロック図である。

【0021】

なお、画像処理装置の各機能をハードウェアで実現するか、ソフトウェアで実現するかは問わない。つまり、本明細書の各ブロック図は、ハードウェアのブロック図と考えても、ソフトウェアによる機能ブロック図と考えても良い。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 2 2 】

この明細書では、撮像の対象となる、現実世界におけるオブジェクトに対応する画像を、画像オブジェクトと称する。

## 【 0 0 2 3 】

画像処理装置に供給された入力画像は、オブジェクト抽出部 1 0 1、領域特定部 1 0 3、混合比算出部 1 0 4、および前景背景分離部 1 0 5 に供給される。

## 【 0 0 2 4 】

オブジェクト抽出部 1 0 1 は、入力画像に含まれる前景のオブジェクトに対応する画像オブジェクトを粗く抽出して、抽出した画像オブジェクトを動き検出部 1 0 2 に供給する。オブジェクト抽出部 1 0 1 は、例えば、入力画像に含まれる前景のオブジェクトに対応する画像オブジェクトの輪郭を検出することで、前景のオブジェクトに対応する画像オブジェクトを粗く抽出する。

10

## 【 0 0 2 5 】

オブジェクト抽出部 1 0 1 は、入力画像に含まれる背景のオブジェクトに対応する画像オブジェクトを粗く抽出して、抽出した画像オブジェクトを動き検出部 1 0 2 に供給する。オブジェクト抽出部 1 0 1 は、例えば、入力画像と、抽出された前景のオブジェクトに対応する画像オブジェクトとの差から、背景のオブジェクトに対応する画像オブジェクトを粗く抽出する。

## 【 0 0 2 6 】

また、例えば、オブジェクト抽出部 1 0 1 は、内部に設けられている背景メモリに記憶されている背景の画像と、入力画像との差から、前景のオブジェクトに対応する画像オブジェクト、および背景のオブジェクトに対応する画像オブジェクトを粗く抽出するようにしてもよい。

20

## 【 0 0 2 7 】

動き検出部 1 0 2 は、例えば、ブロックマッチング法、勾配法、位相相関法、およびペリリカーシブ法などの手法により、粗く抽出された前景のオブジェクトに対応する画像オブジェクトのフレーム間の動きを示す、フレーム間動きベクトルを算出して、算出したフレーム間動きベクトルおよびフレーム間動きベクトルの位置情報（動きベクトルに対応する画素の位置を特定する情報）をシャッタ時間算出部 1 0 6 に供給する。

## 【 0 0 2 8 】

また、例えば、動き検出部 1 0 2 は、画像オブジェクトに画素を特定する画素位置情報と共に、画像オブジェクト毎のフレーム間動きベクトルをシャッタ時間算出部 1 0 6 に出力するようにしてもよい。

30

## 【 0 0 2 9 】

領域特定部 1 0 3 は、入力された画像の画素のそれぞれを、前景領域、背景領域、または混合領域のいずれかに特定し、画素毎に前景領域、背景領域、または混合領域のいずれかに属するかを示す情報（以下、領域情報と称する）を混合比算出部 1 0 4、前景背景分離部 1 0 5、動きボケ調整部 1 0 7、および合成部 1 0 8 に供給する。

## 【 0 0 3 0 】

混合比算出部 1 0 4 は、入力画像、および領域特定部 1 0 3 から供給された領域情報を基に、混合領域に含まれる画素に対応する混合比（以下、混合比 と称する）を算出して、算出した混合比を前景背景分離部 1 0 5 および合成部 1 0 8 に供給する。

40

## 【 0 0 3 1 】

混合比 は、後述する式（3）に示されるように、画素値における、背景のオブジェクトに対応する画像の成分（以下、背景の成分とも称する）の割合を示す値である。

## 【 0 0 3 2 】

混合比算出部 1 0 4 は、入力画像、および領域特定部 1 0 3 から供給された領域情報を基に、1つのフレーム内での画像の動きを示すシャッタ時間内動きベクトルおよびシャッタ時間内動きベクトルに対応する画素または画像オブジェクトを示す位置情報を生成し、生成したシャッタ時間内動きベクトルおよびその位置情報をシャッタ時間算出部 1 0 6 およ

50

び動きボケ調整部 107 に供給する。

【0033】

混合比算出部 104 が出力するシャッタ時間内動きベクトルには、シャッタ時間内動き量  $v$  に対応する情報が含まれている。

【0034】

シャッタ時間内動き量  $v$  は、動いているオブジェクトに対応する画像の位置の変化を画素間隔を単位として表す値である。例えば、前景に対応するオブジェクトの画像の 1 つの成分が、ある 1 つのフレームにおいて 4 つの画素に含まれるように移動しているとき、前景に対応するオブジェクトの画像のシャッタ時間内動き量  $v$  は、4 とされる。

【0035】

前景背景分離部 105 は、領域特定部 103 から供給された領域情報、および混合比算出部 104 から供給された混合比を基に、前景のオブジェクトに対応する画像の成分（以下、前景の成分とも称する）のみから成る前景成分画像と、背景の成分のみから成る背景成分画像とに入力画像を分離して、前景成分画像を動きボケ調整部 107 および選択部 107 に供給する。なお、分離された前景成分画像を最終的な出力とすることも考えられる。従来の混合領域を考慮しないで前景と背景だけを特定し、分離していた方式に比べ正確な前景と背景を得ることが出来る。

【0036】

シャッタ時間算出部 106 は、動き検出部 102 から供給されたフレーム間動きベクトルとその位置情報、および混合比算出部 104 から供給されたシャッタ時間内動きベクトルとその位置情報を基に、シャッタ時間を算出して、算出したシャッタ時間を動きボケ調整部 107 に供給する。

【0037】

動きボケ調整部 107 は、シャッタ時間内動きベクトルからわかるシャッタ時間内動き量  $v$  および領域情報を基に、前景成分画像に含まれる 1 以上の画素を示す処理単位を決定する。処理単位は、動きボケの量の調整の処理の対象となる 1 群の画素を指定するデータである。

【0038】

動きボケ調整部 107 は、シャッタ時間、前景背景分離部 105 から供給された前景成分画像、動き検出部 102 から供給されたシャッタ時間内動きベクトルおよびその位置情報、並びに処理単位を基に、前景成分画像に含まれる動きボケを除去する、動きボケの量を減少させる、または動きボケの量を増加させるなど前景成分画像に含まれる動きボケの量を調整して、動きボケの量を調整した前景成分画像を合成部 108 に出力する。

【0039】

ここで、動きボケとは、撮像の対象となる、現実世界におけるオブジェクトの動きと、センサの撮像の特性とにより生じる、動いているオブジェクトに対応する画像に含まれている歪みをいう。

【0040】

合成部 108 は、領域特定部 103 から供給された領域情報、および混合比算出部 104 から供給された混合比を基に、画像処理装置に入力された任意の背景画像と、動きボケ調整部 107 から供給された動きボケが調整された前景成分画像とを合成して、合成した合成画像を出力する。

【0041】

次に、図 3 乃至図 25 を参照して、画像処理装置に供給される入力画像について説明する。

【0042】

図 3 は、センサによる撮像を説明する図である。センサは、例えば、固体撮像素子である CCD (Charge-Coupled Device) エリアセンサを備えた CCD ビデオカメラなどで構成される。現実世界における、前景に対応するオブジェクトは、現実世界における、背景に対応するオブジェクトと、センサとの間を、例えば、図中の左側から右側に水平に移動する。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 4 3 】

センサは、前景に対応するオブジェクトを、背景に対応するオブジェクトと共に撮像する。センサは、撮像した画像を1フレーム単位で出力する。例えば、センサは、1秒間に30フレームから成る画像を出力する。

## 【 0 0 4 4 】

この明細書において、フレームの時間間隔をフレーム間隔時間と称する。

## 【 0 0 4 5 】

センサの露光時間は、1 / 30 秒とすることができる。露光時間は、センサが入力された光の電荷への変換を開始してから、入力された光の電荷への変換を終了するまでの期間である。以下、露光時間をシャッタ時間とも称する。

10

## 【 0 0 4 6 】

図4は、画素の配置を説明する図である。図4中において、A乃至Iは、個々の画素を示す。画素は、画像に対応する平面上に配置されている。1つの画素に対応する1つの検出素子は、センサ上に配置されている。センサが画像を撮像するとき、1つの検出素子は、画像を構成する1つの画素に対応する画素値を出力する。例えば、検出素子のX方向の位置は、画像上の横方向の位置に対応し、検出素子のY方向の位置は、画像上の縦方向の位置に対応する。

## 【 0 0 4 7 】

図5に示すように、例えば、CCDである検出素子は、シャッタ時間に対応する期間、入力された光を電荷に変換して、変換された電荷を蓄積する。電荷の量は、入力された光の強さと、光が入力されている時間にほぼ比例する。検出素子は、シャッタ時間に対応する期間において、入力された光から変換された電荷を、既に蓄積されている電荷に加えていく。すなわち、検出素子は、シャッタ時間に対応する期間、入力される光を積分して、積分された光に対応する量の電荷を蓄積する。検出素子は、時間に対して、積分効果があるとも言える。

20

## 【 0 0 4 8 】

検出素子に蓄積された電荷は、図示せぬ回路により、電圧値に変換され、電圧値は更にデジタルデータなどの画素値に変換されて出力される。従って、センサから出力される個々の画素値は、前景または背景に対応するオブジェクトの空間的に広がりを持つ部分を、シャッタ時間について積分した結果である、1次元の空間に射影された値を有する。

30

## 【 0 0 4 9 】

画像処理装置は、このようなセンサの蓄積の動作により、出力信号に埋もれてしまった有意な情報、例えば、混合比を抽出する。画像処理装置は、前景の画像オブジェクト自身が混ざり合うことによる生ずる歪みの量、例えば、動きボケの量などを調整する。また、画像処理装置は、前景の画像オブジェクトと背景の画像オブジェクトとが混ざり合うことにより生ずる歪みの量を調整する。

## 【 0 0 5 0 】

図6は、動いている前景に対応するオブジェクトと、静止している背景に対応するオブジェクトとを撮像して得られる画像を説明する図である。図6(A)は、動きを伴う前景に対応するオブジェクトと、静止している背景に対応するオブジェクトとを撮像して得られる画像を示している。図6(A)に示す例において、前景に対応するオブジェクトは、画面に対して水平に左から右に動いている。

40

## 【 0 0 5 1 】

図6(B)は、図6(A)に示す画像の1つのラインに対応する画素値を時間方向に展開したモデル図である。図6(B)の横方向は、図6(A)の空間方向Xに対応している。

## 【 0 0 5 2 】

背景領域の画素は、背景の成分、すなわち、背景のオブジェクトに対応する画像の成分のみから、その画素値が構成されている。前景領域の画素は、前景の成分、すなわち、前景のオブジェクトに対応する画像の成分のみから、その画素値が構成されている。

## 【 0 0 5 3 】

50

混合領域の画素は、背景の成分、および前景の成分から、その画素値が構成されている。混合領域は、背景の成分、および前景の成分から、その画素値が構成されているので、歪み領域ともいえる。混合領域は、更に、カバードバックグラウンド領域およびアンカバードバックグラウンド領域に分類される。

【 0 0 5 4 】

カバードバックグラウンド領域は、前景領域に対して、前景のオブジェクトの進行方向の前端部に対応する位置の混合領域であり、時間の経過に対応して背景成分が前景に覆い隠される領域をいう。

【 0 0 5 5 】

これに対して、アンカバードバックグラウンド領域は、前景領域に対して、前景のオブジェクトの進行方向の後端部に対応する位置の混合領域であり、時間の経過に対応して背景成分が現れる領域をいう。

10

【 0 0 5 6 】

このように、前景領域、背景領域、またはカバードバックグラウンド領域若しくはアンカバードバックグラウンド領域を含む画像が、領域特定部 1 0 3、混合比算出部 1 0 4、および前景背景分離部 1 0 5 に入力画像として入力される。

【 0 0 5 7 】

図 7 は、以上のような、背景領域、前景領域、混合領域、カバードバックグラウンド領域、およびアンカバードバックグラウンド領域を説明する図である。図 6 に示す画像に対応する場合、背景領域は、静止部分であり、前景領域は、動き部分であり、混合領域のカバードバックグラウンド領域は、背景から前景に変化する部分であり、混合領域のアンカバードバックグラウンド領域は、前景から背景に変化する部分である。

20

【 0 0 5 8 】

図 8 は、静止している前景に対応するオブジェクトおよび静止している背景に対応するオブジェクトを撮像した画像における、隣接して 1 列に並んでいる画素の画素値を時間方向に展開したモデル図である。例えば、隣接して 1 列に並んでいる画素として、画面の 1 つのライン上に並んでいる画素を選択することができる。

【 0 0 5 9 】

図 8 に示す F01 乃至 F04 の画素値は、静止している前景のオブジェクトに対応する画素の画素値である。図 8 に示す B01 乃至 B04 の画素値は、静止している背景のオブジェクトに対応する画素の画素値である。

30

【 0 0 6 0 】

図 8 における縦方向は、時間に対応し、図中の上から下に向かって時間が経過する。図 8 中の矩形の上辺の位置は、センサが入力された光の電荷への変換を開始する時刻に対応し、図 8 中の矩形の下辺の位置は、センサが入力された光の電荷への変換を終了する時刻に対応する。すなわち、図 8 中の矩形の上辺から下辺までの距離は、シャッタ時間に対応する。

【 0 0 6 1 】

図 8 における横方向は、図 6 で説明した空間方向 X に対応する。より具体的には、図 8 に示す例において、図 8 中の " F01 " と記載された矩形の左辺から " B04 " と記載された矩形の右辺までの距離は、画素のピッチの 8 倍、すなわち、連続している 8 つの画素の間隔に対応する。

40

【 0 0 6 2 】

前景のオブジェクトおよび背景のオブジェクトが静止している場合、シャッタ時間に対応する期間において、センサに入力される光は変化しない。

【 0 0 6 3 】

ここで、シャッタ時間に対応する期間を 2 つ以上の同じ長さの期間に分割する。例えば、仮想分割数を 4 とすると、図 8 に示すモデル図は、図 9 に示すモデルとして表すことができる。仮想分割数は、前景に対応するオブジェクトのシャッタ時間内動き量  $v$  などに対応して設定される。例えば、4 であるシャッタ時間内動き量  $v$  に対応して、仮想分割数は、

50

4とされ、シャッター時間に対応する期間は4つに分割される。

【0064】

図中の最も上の行は、シャッターが開いて最初の、分割された期間に対応する。図中の上から2番目の行は、シャッターが開いて2番目の、分割された期間に対応する。図中の上から3番目の行は、シャッターが開いて3番目の、分割された期間に対応する。図中の上から4番目の行は、シャッターが開いて4番目の、分割された期間に対応する。

【0065】

以下、シャッター時間内動き量 $v$ に対応して分割されたシャッター時間をシャッター時間/ $v$ とも称する。

【0066】

前景に対応するオブジェクトが静止しているとき、センサに入力される光は変化しないので、前景の成分 $F01/v$ は、画素値 $F01$ を仮想分割数で除した値に等しい。同様に、前景に対応するオブジェクトが静止しているとき、前景の成分 $F02/v$ は、画素値 $F02$ を仮想分割数で除した値に等しく、前景の成分 $F03/v$ は、画素値 $F03$ を仮想分割数で除した値に等しく、前景の成分 $F04/v$ は、画素値 $F04$ を仮想分割数で除した値に等しい。

【0067】

背景に対応するオブジェクトが静止しているとき、センサに入力される光は変化しないので、背景の成分 $B01/v$ は、画素値 $B01$ を仮想分割数で除した値に等しい。同様に、背景に対応するオブジェクトが静止しているとき、背景の成分 $B02/v$ は、画素値 $B02$ を仮想分割数で除した値に等しく、 $B03/v$ は、画素値 $B03$ を仮想分割数で除した値に等しく、 $B04/v$ は、画素値 $B04$ を仮想分割数で除した値に等しい。

【0068】

すなわち、前景に対応するオブジェクトが静止している場合、シャッター時間に対応する期間において、センサに入力される前景のオブジェクトに対応する光が変化しないので、シャッターが開いて最初の、シャッター時間/ $v$ に対応する前景の成分 $F01/v$ と、シャッターが開いて2番目の、シャッター時間/ $v$ に対応する前景の成分 $F01/v$ と、シャッターが開いて3番目の、シャッター時間/ $v$ に対応する前景の成分 $F01/v$ と、シャッターが開いて4番目の、シャッター時間/ $v$ に対応する前景の成分 $F01/v$ とは、同じ値となる。 $F02/v$ 乃至 $F04/v$ も、 $F01/v$ と同様の関係を有する。

【0069】

背景に対応するオブジェクトが静止している場合、シャッター時間に対応する期間において、センサに入力される背景のオブジェクトに対応する光は変化しないので、シャッターが開いて最初の、シャッター時間/ $v$ に対応する背景の成分 $B01/v$ と、シャッターが開いて2番目の、シャッター時間/ $v$ に対応する背景の成分 $B01/v$ と、シャッターが開いて3番目の、シャッター時間/ $v$ に対応する背景の成分 $B01/v$ と、シャッターが開いて4番目の、シャッター時間/ $v$ に対応する背景の成分 $B01/v$ とは、同じ値となる。 $B02/v$ 乃至 $B04/v$ も、同様の関係を有する。

【0070】

次に、前景に対応するオブジェクトが移動し、背景に対応するオブジェクトが静止している場合について説明する。

【0071】

図10は、前景に対応するオブジェクトが図中の右側に向かって移動する場合の、カバーバックグラウンド領域を含む、1つのライン上の画素の画素値を時間方向に展開したモデル図である。

【0072】

1フレームは短い時間なので、前景に対応するオブジェクトが剛体であり、等速で移動していると仮定することができる。図10において、前景に対応するオブジェクトの画像の1つの成分は、4つの画素に含まれるように移動する。

【0073】

例えば、前景の成分 $F04/v$ は、最も左側の画素乃至左から4番目の画素に含まれる。

【0074】

10

20

30

40

50

図10において、前景のシャッタ時間内動き量 $v$ は、4である。

【0075】

図10において、最も左側の画素乃至左から4番目の画素は、前景領域に属する。図10において、左から5番目乃至左から7番目の画素は、カバードバックグラウンド領域である混合領域に属する。図10において、最も右側の画素は、背景領域に属する。

【0076】

前景に対応するオブジェクトが時間の経過と共に背景に対応するオブジェクトを覆い隠すように移動しているので、カバードバックグラウンド領域に属する画素の画素値に含まれる成分は、シャッタ時間に対応する期間のある時点で、背景の成分から、前景の成分に替わる。

10

【0077】

例えば、図10中に太線枠を付した画素値 $M$ は、式(1)で表される。

【0078】

$$M=B02/v+B02/v+F07/v+F06/v \quad (1)$$

【0079】

例えば、左から5番目の画素は、1つのシャッタ時間 $/v$ に対応する背景の成分を含み、3つのシャッタ時間 $/v$ に対応する前景の成分を含むので、左から5番目の画素の混合比は、 $1/4$ である。左から6番目の画素は、2つのシャッタ時間 $/v$ に対応する背景の成分を含み、2つのシャッタ時間 $/v$ に対応する前景の成分を含むので、左から6番目の画素の混合比は、 $1/2$ である。左から7番目の画素は、3つのシャッタ時間 $/v$ に対応する背景の成分を含み、1つのシャッタ時間 $/v$ に対応する前景の成分を含むので、左から7番目の画素の混合比は、 $3/4$ である。

20

【0080】

前景に対応するオブジェクトが、剛体であり、前景の成分が4つの画素に含まれるように等速で移動すると仮定できるので、例えば、図10中の左から4番目の画素の、シャッタが開いて最初の、シャッタ時間 $/v$ の前景の成分 $F07/v$ は、図10中の左から5番目の画素の、シャッタが開いて2番目のシャッタ時間 $/v$ に対応する前景の成分に等しい。同様に、前景の成分 $F07/v$ は、図10中の左から6番目の画素の、シャッタが開いて3番目のシャッタ時間 $/v$ に対応する前景の成分と、図10中の左から7番目の画素の、シャッタが開いて4番目のシャッタ時間 $/v$ に対応する前景の成分とに、それぞれ等しい。

30

【0081】

前景に対応するオブジェクトが、剛体であり、前景の成分が4つの画素に含まれるように等速で移動すると仮定できるので、例えば、図10中の左から3番目の画素の、シャッタが開いて最初のシャッタ時間 $/v$ の前景の成分 $F06/v$ は、図10中の左から4番目の画素の、シャッタが開いて2番目のシャッタ時間 $/v$ に対応する前景の成分に等しい。同様に、前景の成分 $F06/v$ は、図10中の左から5番目の画素の、シャッタが開いて3番目のシャッタ時間 $/v$ に対応する前景の成分と、図10中の左から6番目の画素の、シャッタが開いて4番目のシャッタ時間 $/v$ に対応する前景の成分とに、それぞれ等しい。

【0082】

前景に対応するオブジェクトが、剛体であり、前景の成分が4つの画素に含まれるように等速で移動すると仮定できるので、例えば、図10中の左から2番目の画素の、シャッタが開いて最初のシャッタ時間 $/v$ の前景の成分 $F05/v$ は、図10中の左から3番目の画素の、シャッタが開いて2番目のシャッタ時間 $/v$ のに対応する前景の成分に等しい。同様に、前景の成分 $F05/v$ は、図10中の左から4番目の画素の、シャッタが開いて3番目のシャッタ時間 $/v$ に対応する前景の成分と、図10中の左から5番目の画素の、シャッタが開いて4番目のシャッタ時間 $/v$ に対応する前景の成分とに、それぞれ等しい。

40

【0083】

前景に対応するオブジェクトが、剛体であり、前景の成分が4つの画素に含まれるように等速で移動すると仮定できるので、例えば、図10中の最も左側の画素の、シャッタが開いて最初のシャッタ時間 $/v$ の前景の成分 $F04/v$ は、図10中の左から2番目の画素の、シ

50

シャッタが開いて2番目のシャッタ時間/vに対応する前景の成分に等しい。同様に、前景の成分F04/vは、図10中の左から3番目の画素の、シャッタが開いて3番目のシャッタ時間/vに対応する前景の成分と、図10中の左から4番目の画素の、シャッタが開いて4番目のシャッタ時間/vに対応する前景の成分とに、それぞれ等しい。

【0084】

動いているオブジェクトに対応する前景の領域は、このように動きボケを含むので、歪み領域とも言える。

【0085】

図11は、前景が図中の右側に向かって移動する場合の、アンカバードバックグラウンド領域を含む、1つのライン上の画素の画素値を時間方向に展開したモデル図である。

10

【0086】

1フレームは短い時間なので、前景に対応するオブジェクトが剛体であり、等速で移動していると仮定することができる。図11において、前景に対応するオブジェクトの画像の成分は、4つの画素に含まれるように等速で移動する。

【0087】

例えば、前景の成分F01/vは、左から5番目の画素乃至左から8番目の画素に含まれるように移動する。

【0088】

図11において、前景のシャッタ時間内動き量vは、4である。

【0089】

20

図11において、最も左側の画素乃至左から4番目の画素は、背景領域に属する。図11において、左から5番目乃至左から7番目の画素は、アンカバードバックグラウンドである混合領域に属する。図11において、最も右側の画素は、前景領域に属する。

【0090】

背景に対応するオブジェクトを覆っていた前景に対応するオブジェクトが時間の経過と共に背景に対応するオブジェクトの前から取り除かれるように移動しているので、アンカバードバックグラウンド領域に属する画素の画素値に含まれる成分は、シャッタ時間に対応する期間のある時点で、前景の成分から、背景の成分に替わる。

【0091】

例えば、図11中に太線枠を付した画素値M'は、式(2)で表される。

30

【0092】

$$M' = F02/v + F01/v + B26/v + B26/v \quad (2)$$

【0093】

例えば、左から5番目の画素は、3つのシャッタ時間/vに対応する背景の成分を含み、1つのシャッタ時間/vに対応する前景の成分を含むので、左から5番目の画素の混合比は、3/4である。左から6番目の画素は、2つのシャッタ時間/vに対応する背景の成分を含み、2つのシャッタ時間/vに対応する前景の成分を含むので、左から6番目の画素の混合比は、1/2である。左から7番目の画素は、1つのシャッタ時間/vに対応する背景の成分を含み、3つのシャッタ時間/vに対応する前景の成分を含むので、左から7番目の画素の混合比は、1/4である。

40

【0094】

式(1)および式(2)をより一般化すると、画素値Mは、式(3)で表される。

【0095】

【数1】

$$M = \alpha \cdot B + \sum_i F_i/v \quad (3)$$

【0096】

ここで、 $\alpha$ は、混合比である。Bは、背景の画素値であり、 $F_i/v$ は、前景の成分である。

【0097】

50

前景に対応するオブジェクトが剛体であり、等速で動くと仮定でき、かつ、シャッタ時間内動き量 $v$ が4であるので、例えば、図11中の左から5番目の画素の、シャッタが開いて最初の、シャッタ時間/ $v$ の前景の成分 $F01/v$ は、図11中の左から6番目の画素の、シャッタが開いて2番目のシャッタ時間/ $v$ に対応する前景の成分に等しい。同様に、 $F01/v$ は、図11中の左から7番目の画素の、シャッタが開いて3番目のシャッタ時間/ $v$ に対応する前景の成分と、図11中の左から8番目の画素の、シャッタが開いて4番目のシャッタ時間/ $v$ に対応する前景の成分とに、それぞれ等しい。

## 【0098】

前景に対応するオブジェクトが剛体であり、等速で動くと仮定でき、かつ、仮想分割数が4であるので、例えば、図11中の左から6番目の画素の、シャッタが開いて最初の、シャッタ時間/ $v$ の前景の成分 $F02/v$ は、図11中の左から7番目の画素の、シャッタが開いて2番目のシャッタ時間/ $v$ に対応する前景の成分に等しい。同様に、前景の成分 $F02/v$ は、図11中の左から8番目の画素の、シャッタが開いて3番目のシャッタ時間/ $v$ に対応する前景の成分に等しい。

10

## 【0099】

前景に対応するオブジェクトが剛体であり、等速で動くと仮定でき、かつ、シャッタ時間内動き量 $v$ が4であるので、例えば、図11中の左から7番目の画素の、シャッタが開いて最初の、シャッタ時間/ $v$ の前景の成分 $F03/v$ は、図11中の左から8番目の画素の、シャッタが開いて2番目のシャッタ時間/ $v$ に対応する前景の成分に等しい。

## 【0100】

図9乃至図11の説明において、仮想分割数は、4であるとして説明したが、仮想分割数は、シャッタ時間内動き量 $v$ に対応する。シャッタ時間内動き量 $v$ は、一般に、前景に対応するオブジェクトの移動速度に対応する。例えば、1つの前景の成分が、ある1つのフレームにおいて4つの画素に含まれるように移動するとき、シャッタ時間内動き量 $v$ は、4とされる。シャッタ時間内動き量 $v$ に対応し、仮想分割数は、4とされる。

20

## 【0101】

同様に、例えば、1つの前景の成分が、ある1つのフレームにおいて6つの画素に含まれるように移動するとき、シャッタ時間内動き量 $v$ は、6とされ、仮想分割数は、6とされる。

## 【0102】

図12および図13に、以上で説明した、前景領域、背景領域、カバードバックグラウンド領域若しくはアンカバードバックグラウンド領域から成る混合領域と、分割されたシャッタ時間に対応する前景の成分および背景の成分との関係を示す。

30

## 【0103】

図12は、静止している背景の前を移動しているオブジェクトに対応する前景を含む画像から、前景領域、背景領域、および混合領域の画素を抽出した例を示す。図12に示す例において、前景に対応するオブジェクトは、画面に対して水平に移動している。

## 【0104】

フレーム $\#n+1$ は、フレーム $\#n$ の次のフレームであり、フレーム $\#n+2$ は、フレーム $\#n+1$ の次のフレームである。

40

## 【0105】

フレーム $\#n$ 乃至フレーム $\#n+2$ のいずれかから抽出した、前景領域、背景領域、および混合領域の画素を抽出して、シャッタ時間内動き量 $v$ を4として、抽出された画素の画素値を時間方向に展開したモデルを図13に示す。

## 【0106】

前景領域の画素値は、前景に対応するオブジェクトが移動するので、シャッタ時間/ $v$ の期間に対応する、4つの異なる前景の成分から構成される。例えば、図13に示す前景領域の画素のうち最も左側に位置する画素は、 $F01/v$ 、 $F02/v$ 、 $F03/v$ 、および $F04/v$ から構成される。すなわち、前景領域の画素は、動きボケを含んでいる。

## 【0107】

50

背景に対応するオブジェクトが静止しているので、シャッタ時間に対応する期間において、センサに入力される背景に対応する光は変化しない。この場合、背景領域の画素値は、動きボケを含まない。

【0108】

カバードバックグラウンド領域若しくはアンカバードバックグラウンド領域から成る混合領域に属する画素の画素値は、前景の成分と、背景の成分とから構成される。

【0109】

次に、オブジェクトに対応する画像が動いているとき、複数のフレームにおける、隣接して1列に並んでいる画素であって、フレーム上で同一の位置の画素の画素値を時間方向に展開したモデルについて説明する。例えば、オブジェクトに対応する画像が画面に対して水平に動いているとき、隣接して1列に並んでいる画素として、画面の1つのライン上に並んでいる画素を選択することができる。

10

【0110】

図14は、静止している背景に対応するオブジェクトを撮像した画像の3つのフレームの、隣接して1列に並んでいる画素であって、フレーム上で同一の位置の画素の画素値を時間方向に展開したモデル図である。図14において、シャッタ時間は、フレーム間隔時間と同じ長さである。

【0111】

フレーム#nは、フレーム#n-1の次のフレームであり、フレーム#n+1は、フレーム#nの次のフレームである。他のフレームも同様に称する。

20

【0112】

図14に示すB01乃至B12の画素値は、静止している背景のオブジェクトに対応する画素の画素値である。背景に対応するオブジェクトが静止しているので、フレーム#n-1乃至フレーム#n+1において、対応する画素の画素値は、変化しない。例えば、フレーム#n-1におけるB05の画素値を有する画素の位置に対応する、フレーム#nにおける画素、およびフレーム#n+1における画素は、それぞれ、B05の画素値を有する。

【0113】

図15および図16を参照して、シャッタ時間とフレーム間隔時間とが同一である場合の画像であって、カバードバックグラウンド領域が含まれている画像について説明する。

【0114】

図15は、静止している背景に対応するオブジェクトと共に図中の右側に移動する前景に対応するオブジェクトを撮像した画像の3つのフレームの、隣接して1列に並んでいる画素であって、フレーム上で同一の位置の画素の画素値を時間方向に展開したモデル図である。

30

【0115】

図15において、前景に対応するオブジェクトが、剛体であり、等速で移動すると仮定でき、1つの前景の成分が1つのフレームにおいて4つの画素に含まれるように移動するので、前景のシャッタ時間内動き量 $v$ は、4であり、仮想分割数は、4である。

【0116】

例えば、図15中のフレーム#n-1の最も左側の画素の、シャッタが開いて最初のシャッタ時間/ $v$ の前景の成分は、 $F12/v$ となり、図15中の左から2番目の画素の、シャッタが開いて2番目のシャッタ時間/ $v$ の前景の成分も、 $F12/v$ となる。図15中の左から3番目の画素の、シャッタが開いて3番目のシャッタ時間/ $v$ の前景の成分、および図15中の左から4番目の画素の、シャッタが開いて4番目のシャッタ時間/ $v$ の前景の成分は、 $F12/v$ となる。

40

【0117】

図15中のフレーム#n-1の最も左側の画素の、シャッタが開いて2番目のシャッタ時間/ $v$ の前景の成分は、 $F11/v$ となり、図15中の左から2番目の画素の、シャッタが開いて3番目のシャッタ時間/ $v$ の前景の成分も、 $F11/v$ となる。図15中の左から3番目の画素の、シャッタが開いて4番目のシャッタ時間/ $v$ の前景の成分は、 $F11/v$ となる。

50

## 【 0 1 1 8 】

図 1 5 中のフレーム#n-1の最も左側の画素の、シャッタが開いて 3 番目のシャッタ時間/vの前景の成分は、F10/vとなり、図 1 5 中の左から 2 番目の画素の、シャッタが開いて 4 番目のシャッタ時間/vの前景の成分も、F10/vとなる。図 1 5 中のフレーム#n-1の最も左側の画素の、シャッタが開いて 4 番目のシャッタ時間/vの前景の成分は、F09/vとなる。

## 【 0 1 1 9 】

背景に対応するオブジェクトが静止しているので、図 1 5 中のフレーム#n-1の左から 2 番目の画素の、シャッタが開いて最初のシャッタ時間/vの背景の成分は、B01/vとなる。図 1 5 中のフレーム#n-1の左から 3 番目の画素の、シャッタが開いて最初および 2 番目のシャッタ時間/vの背景の成分は、B02/vとなる。図 1 5 中のフレーム#n-1の左から 4 番目の画素の、シャッタが開いて最初乃至 3 番目のシャッタ時間/vの背景の成分は、B03/vとなる。

10

## 【 0 1 2 0 】

図 1 5 中のフレーム#n-1において、最も左側の画素は、前景領域に属し、左側から 2 番目乃至 4 番目の画素は、カバードバックグラウンド領域である混合領域に属する。

## 【 0 1 2 1 】

図 1 5 中のフレーム#n-1の左から 5 番目の画素乃至 1 2 番目の画素は、背景領域に属し、その画素値は、それぞれ、B04乃至B11となる。

## 【 0 1 2 2 】

図 1 5 中のフレーム#nの左から 1 番目の画素乃至 5 番目の画素は、前景領域に属する。フレーム#nの前景領域における、シャッタ時間/vの前景の成分は、F05/v乃至F12/vのいずれかである。

20

## 【 0 1 2 3 】

前景に対応するオブジェクトが、剛体であり、等速で移動すると仮定でき、シャッタ時間内動き量vが 4 であり、シャッタ時間とフレーム間隔時間とが同一なので、前景の画像は、次のフレームにおいて 4 画素右側に表示されるように移動する。

## 【 0 1 2 4 】

図 1 5 中のフレーム#nの左から 5 番目の画素の、シャッタが開いて最初のシャッタ時間/vの前景の成分は、F12/vとなり、図 1 5 中の左から 6 番目の画素の、シャッタが開いて 2 番目のシャッタ時間/vの前景の成分も、F12/vとなる。図 1 5 中の左から 7 番目の画素の、シャッタが開いて 3 番目のシャッタ時間/vの前景の成分、および図 1 5 中の左から 8 番目の画素の、シャッタが開いて 4 番目のシャッタ時間/vの前景の成分は、F12/vとなる。

30

## 【 0 1 2 5 】

図 1 5 中のフレーム#nの左から 5 番目の画素の、シャッタが開いて 2 番目のシャッタ時間/vの前景の成分は、F11/vとなり、図 1 5 中の左から 6 番目の画素の、シャッタが開いて 3 番目のシャッタ時間/vの前景の成分も、F11/vとなる。図 1 5 中の左から 7 番目の画素の、シャッタが開いて 4 番目のシャッタ時間/vの前景の成分は、F11/vとなる。

## 【 0 1 2 6 】

図 1 5 中のフレーム#nの左から 5 番目の画素の、シャッタが開いて 3 番目のシャッタ時間/vの前景の成分は、F10/vとなり、図 1 5 中の左から 6 番目の画素の、シャッタが開いて 4 番目のシャッタ時間/vの前景の成分も、F10/vとなる。図 1 5 中のフレーム#nの左から 5 番目の画素の、シャッタが開いて 4 番目のシャッタ時間/vの前景の成分は、F09/vとなる。

40

## 【 0 1 2 7 】

背景に対応するオブジェクトが静止しているので、図 1 5 中のフレーム#nの左から 6 番目の画素の、シャッタが開いて最初のシャッタ時間/vの背景の成分は、B05/vとなる。図 1 5 中のフレーム#nの左から 7 番目の画素の、シャッタが開いて最初および 2 番目のシャッタ時間/vの背景の成分は、B06/vとなる。図 1 5 中のフレーム#nの左から 8 番目の画素の、シャッタが開いて最初乃至 3 番目の、シャッタ時間/vの背景の成分は、B07/vとなる。

## 【 0 1 2 8 】

50

図15中のフレーム#nにおいて、左側から6番目乃至8番目の画素は、カバードバックグラウンド領域である混合領域に属する。

【0129】

図15中のフレーム#nの左から9番目の画素乃至12番目の画素は、背景領域に属し、画素値は、それぞれ、B08乃至B11となる。

【0130】

図15中のフレーム#n+1の左から1番目の画素乃至9番目の画素は、前景領域に属する。フレーム#n+1の前景領域における、シャッタ時間/vの前景の成分は、F01/v乃至F12/vのいずれかである。

【0131】

前景に対応するオブジェクトが、剛体であり、等速で移動すると仮定でき、シャッタ時間内動き量vが4であり、シャッタ時間とフレーム間隔時間とが同一なので、図15中のフレーム#n+1の左から9番目の画素の、シャッタが開いて最初のシャッタ時間/vの前景の成分は、F12/vとなり、図15中の左から10番目の画素の、シャッタが開いて2番目のシャッタ時間/vの前景の成分も、F12/vとなる。図15中の左から11番目の画素の、シャッタが開いて3番目のシャッタ時間/vの前景の成分、および図15中の左から12番目の画素の、シャッタが開いて4番目のシャッタ時間/vの前景の成分は、F12/vとなる。

【0132】

図15中のフレーム#n+1の左から9番目の画素の、シャッタが開いて2番目のシャッタ時間/vの期間の前景の成分は、F11/vとなり、図15中の左から10番目の画素の、シャッタが開いて3番目のシャッタ時間/vの前景の成分も、F11/vとなる。図15中の左から11番目の画素の、シャッタが開いて4番目の、シャッタ時間/vの前景の成分は、F11/vとなる。

【0133】

図15中のフレーム#n+1の左から9番目の画素の、シャッタが開いて3番目の、シャッタ時間/vの前景の成分は、F10/vとなり、図15中の左から10番目の画素の、シャッタが開いて4番目のシャッタ時間/vの前景の成分も、F10/vとなる。図15中のフレーム#n+1の左から9番目の画素の、シャッタが開いて4番目のシャッタ時間/vの前景の成分は、F09/vとなる。

【0134】

背景に対応するオブジェクトが静止しているので、図15中のフレーム#n+1の左から10番目の画素の、シャッタが開いて最初のシャッタ時間/vの背景の成分は、B09/vとなる。図15中のフレーム#n+1の左から11番目の画素の、シャッタが開いて最初および2番目のシャッタ時間/vの背景の成分は、B10/vとなる。図15中のフレーム#n+1の左から12番目の画素の、シャッタが開いて最初乃至3番目の、シャッタ時間/vの背景の成分は、B11/vとなる。

【0135】

図15中のフレーム#n+1において、左側から10番目乃至12番目の画素は、カバードバックグラウンド領域である混合領域に対応する。

【0136】

図16は、図15に示す画素値から前景の成分を抽出した画像のモデル図である。

【0137】

図17は、静止している背景に対応するオブジェクトを撮像した画像の3つのフレームの、隣接して1列に並んでいる画素であって、フレーム上で同一の位置の画素の画素値を時間方向に展開したモデル図である。図17において、フレーム間隔時間は、シャッタ時間の2倍である。

【0138】

図17に示すB01乃至B12の画素値は、静止している背景のオブジェクトに対応する画素の画素値である。背景に対応するオブジェクトが静止しているので、フレーム#n-1乃至フレーム#n+1において、対応する画素の画素値は、変化しない。例えば、フレーム#n-1にお

10

20

30

40

50

るB05の画素値を有する画素の位置に対応する、フレーム#nにおける画素、およびフレーム#n+1における画素は、それぞれ、B05の画素値を有する。

【0139】

このように、静止しているオブジェクトのみを撮像した画像に含まれる画像の成分は、シャッタ時間とフレーム間隔時間との関係が変化しても、同一である。

【0140】

図18および図19を参照して、シャッタ時間がフレーム間隔時間の半分の長さである場合の画像であって、カバードバックグラウンド領域が含まれている画像について説明する。

【0141】

図18は、静止している背景に対応するオブジェクトと共に図中の右側に移動する前景に対応するオブジェクトを撮像した画像の3つのフレームの、隣接して1列に並んでいる画素であって、フレーム上で同一の位置の画素の画素値を時間方向に展開したモデル図である。

【0142】

図18において、前景に対応するオブジェクトが、剛体であり、等速で移動すると仮定でき、1つの前景の成分が1つのフレームにおいて4つの画素に含まれるように移動するので、前景のシャッタ時間内動き量 $v$ は、4であり、仮想分割数は、4である。

【0143】

例えば、図18中のフレーム#n-1の最も左側の画素の、シャッタが開いて最初のシャッタ時間/ $v$ の前景の成分は、 $F20/v$ となり、図18中の左から2番目の画素の、シャッタが開いて2番目のシャッタ時間/ $v$ の前景の成分も、 $F20/v$ となる。図18中の左から3番目の画素の、シャッタが開いて3番目のシャッタ時間/ $v$ の前景の成分、および図18中の左から4番目の画素の、シャッタが開いて4番目のシャッタ時間/ $v$ の前景の成分は、 $F20/v$ となる。

【0144】

図18中のフレーム#n-1の最も左側の画素の、シャッタが開いて2番目のシャッタ時間/ $v$ の前景の成分は、 $F19/v$ となり、図18中の左から2番目の画素の、シャッタが開いて3番目のシャッタ時間/ $v$ の前景の成分も、 $F19/v$ となる。図18中の左から3番目の画素の、シャッタが開いて4番目のシャッタ時間/ $v$ の前景の成分は、 $F19/v$ となる。

【0145】

図18中のフレーム#n-1の最も左側の画素の、シャッタが開いて3番目のシャッタ時間/ $v$ の前景の成分は、 $F18/v$ となり、図18中の左から2番目の画素の、シャッタが開いて4番目のシャッタ時間/ $v$ の前景の成分も、 $F18/v$ となる。図18中のフレーム#n-1の最も左側の画素の、シャッタが開いて4番目のシャッタ時間/ $v$ の前景の成分は、 $F17/v$ となる。

【0146】

背景に対応するオブジェクトが静止しているので、図18中のフレーム#n-1の左から2番目の画素の、シャッタが開いて最初のシャッタ時間/ $v$ の背景の成分は、 $B01/v$ となる。図18中のフレーム#n-1の左から3番目の画素の、シャッタが開いて最初および2番目のシャッタ時間/ $v$ の背景の成分は、 $B02/v$ となる。図18中のフレーム#n-1の左から4番目の画素の、シャッタが開いて最初乃至3番目のシャッタ時間/ $v$ の背景の成分は、 $B03/v$ となる。

【0147】

図18中のフレーム#n-1において、最も左側の画素は、前景領域に属し、左側から2番目乃至4番目の画素は、カバードバックグラウンド領域である混合領域に属する。

【0148】

図18中のフレーム#n-1の左から5番目の画素乃至20番目の画素は、背景領域に属し、その画素値は、それぞれ、 $B04$ 乃至 $B19$ となる。

【0149】

図18中のフレーム#nの左から1番目の画素乃至9番目の画素は、前景領域に属する。フ

10

20

30

40

50

フレーム#nの前景領域における、シャッタ時間/vの前景の成分は、F09/v乃至F20/vのいずれかである。

【0150】

前景に対応するオブジェクトが、剛体であり、等速で移動すると仮定でき、シャッタ時間内動き量vが4であり、フレーム間隔時間がシャッタ時間の2倍なので、前景の画像は、次のフレームにおいて8画素右側に表示されるように移動する。

【0151】

図18中のフレーム#nの左から9番目の画素の、シャッタが開いて最初のシャッタ時間/vの前景の成分は、F20/vとなり、図18中の左から10番目の画素の、シャッタが開いて2番目のシャッタ時間/vの前景の成分も、F20/vとなる。図18中の左から11番目の画素の、シャッタが開いて3番目のシャッタ時間/vの前景の成分、および図18中の左から12番目の画素の、シャッタが開いて4番目のシャッタ時間/vの前景の成分は、F20/vとなる。

10

【0152】

図18中のフレーム#nの左から9番目の画素の、シャッタが開いて2番目のシャッタ時間/vの前景の成分は、F19/vとなり、図18中の左から10番目の画素の、シャッタが開いて3番目のシャッタ時間/vの前景の成分も、F19/vとなる。図18中の左から11番目の画素の、シャッタが開いて4番目のシャッタ時間/vの前景の成分は、F19/vとなる。

【0153】

図18中のフレーム#nの左から9番目の画素の、シャッタが開いて3番目のシャッタ時間/vの前景の成分は、F18/vとなり、図18中の左から10番目の画素の、シャッタが開いて4番目のシャッタ時間/vの前景の成分も、F18/vとなる。図18中のフレーム#nの左から9番目の画素の、シャッタが開いて4番目のシャッタ時間/vの前景の成分は、F17/vとなる。

20

【0154】

背景に対応するオブジェクトが静止しているので、図18中のフレーム#nの左から10番目の画素の、シャッタが開いて最初のシャッタ時間/vの背景の成分は、B09/vとなる。図18中のフレーム#nの左から11番目の画素の、シャッタが開いて最初および2番目のシャッタ時間/vの背景の成分は、B10/vとなる。図18中のフレーム#nの左から12番目の画素の、シャッタが開いて最初乃至3番目の、シャッタ時間/vの背景の成分は、B11/vとなる。

30

【0155】

図18中のフレーム#nにおいて、左側から10番目乃至12番目の画素は、カバーバックグラウンド領域である混合領域に属する。

【0156】

図18中のフレーム#nの左から13番目の画素乃至20番目の画素は、背景領域に属し、画素値は、それぞれ、B12乃至B19となる。

【0157】

図18中のフレーム#n+1の左から1番目の画素乃至17番目の画素は、前景領域に属する。フレーム#n+1の前景領域における、シャッタ時間/vの前景の成分は、F01/v乃至F20/vのいずれかである。

40

【0158】

前景に対応するオブジェクトが、剛体であり、等速で移動すると仮定でき、シャッタ時間内動き量vが4であり、フレーム間隔時間がシャッタ時間の2倍なので、図18中のフレーム#n+1の左から17番目の画素の、シャッタが開いて最初のシャッタ時間/vの前景の成分は、F20/vとなり、図18中の左から18番目の画素の、シャッタが開いて2番目のシャッタ時間/vの前景の成分も、F20/vとなる。図18中の左から19番目の画素の、シャッタが開いて3番目のシャッタ時間/vの前景の成分、および図18中の左から20番目の画素の、シャッタが開いて4番目のシャッタ時間/vの前景の成分は、F20/vとなる。

【0159】

50

図18中のフレーム#n+1の左から17番目の画素の、シャッタが開いて2番目のシャッタ時間/vの期間の前景の成分は、F19/vとなり、図18中の左から18番目の画素の、シャッタが開いて3番目のシャッタ時間/vの前景の成分も、F19/vとなる。図18中の左から19番目の画素の、シャッタが開いて4番目の、シャッタ時間/vの前景の成分は、F19/vとなる。

【0160】

図18中のフレーム#n+1の左から17番目の画素の、シャッタが開いて3番目の、シャッタ時間/vの前景の成分は、F18/vとなり、図18中の左から18番目の画素の、シャッタが開いて4番目のシャッタ時間/vの前景の成分も、F18/vとなる。図18中のフレーム#n+1の左から17番目の画素の、シャッタが開いて4番目のシャッタ時間/vの前景の成分は、F17/vとなる。

10

【0161】

背景に対応するオブジェクトが静止しているので、図18中のフレーム#n+1の左から18番目の画素の、シャッタが開いて最初のシャッタ時間/vの背景の成分は、B17/vとなる。図18中のフレーム#n+1の左から19番目の画素の、シャッタが開いて最初および2番目のシャッタ時間/vの背景の成分は、B18/vとなる。図18中のフレーム#n+1の左から20番目の画素の、シャッタが開いて最初乃至3番目の、シャッタ時間/vの背景の成分は、B19/vとなる。

【0162】

図18中のフレーム#n+1において、左側から18番目乃至20番目の画素は、カバードバックグラウンド領域である混合領域に対応する。

20

【0163】

図19は、図18に示す画素値から前景の成分を抽出した画像のモデル図である。

【0164】

次に、図20および図21を参照して、シャッタ時間とフレーム間隔時間とが同一である場合の画像であって、アンカバードバックグラウンド領域が含まれている画像について説明する。

【0165】

図20は、静止している背景と共に図中の右側に移動するオブジェクトに対応する前景を撮像した画像の3つのフレームの、隣接して1列に並んでいる画素であって、フレーム上で同一の位置の画素の画素値を時間方向に展開したモデル図である。

30

【0166】

図20において、前景に対応するオブジェクトは、剛体であり、かつ等速で移動していると仮定できる。1つの前景の成分が1つのフレームにおいて4つの画素に含まれるように移動するので、シャッタ時間内動き量vは、4である。

【0167】

例えば、図20中のフレーム#n-1の最も左側の画素の、シャッタが開いて最初の、シャッタ時間/vの前景の成分は、F13/vとなり、図20中の左から2番目の画素の、シャッタが開いて2番目のシャッタ時間/vの前景の成分も、F13/vとなる。図20中の左から3番目の画素の、シャッタが開いて3番目のシャッタ時間/vの前景の成分、および図20中の左から4番目の画素の、シャッタが開いて4番目のシャッタ時間/vの前景の成分は、F13/vとなる。

40

【0168】

図20中のフレーム#n-1の左から2番目の画素の、シャッタが開いて最初のシャッタ時間/vの前景の成分は、F14/vとなり、図20中の左から3番目の画素の、シャッタが開いて2番目のシャッタ時間/vの前景の成分も、F14/vとなる。図20中の左から3番目の画素の、シャッタが開いて最初の、シャッタ時間/vの前景の成分は、F15/vとなる。

【0169】

背景に対応するオブジェクトが静止しているので、図20中のフレーム#n-1の最も左側の画素の、シャッタが開いて2番目乃至4番目の、シャッタ時間/vの背景の成分は、B25/v

50

となる。図20中のフレーム#n-1の左から2番目の画素の、シャッタが開いて3番目および4番目の、シャッタ時間/vの背景の成分は、B26/vとなる。図20中のフレーム#n-1の左から3番目の画素の、シャッタが開いて4番目のシャッタ時間/vの背景の成分は、B27/vとなる。

【0170】

図20中のフレーム#n-1において、最も左側の画素乃至3番目の画素は、アンカバードバックグラウンド領域である混合領域に属する。

【0171】

図20中のフレーム#n-1の左から4番目の画素乃至12番目の画素は、前景領域に属する。フレームの前景の成分は、F13/v乃至F24/vのいずれかである。

10

【0172】

図20中のフレーム#nの最も左側の画素乃至左から4番目の画素は、背景領域に属し、画素値は、それぞれ、B25乃至B28となる。

【0173】

前景に対応するオブジェクトが、剛体であり、等速で移動すると仮定でき、1つの前景の成分が1つのフレームにおいて4つの画素に含まれるように移動するので、図20中のフレーム#nの左から5番目の画素の、シャッタが開いて最初のシャッタ時間/vの前景の成分は、F13/vとなり、図20中の左から6番目の画素の、シャッタが開いて2番目のシャッタ時間/vの前景の成分も、F13/vとなる。図20中の左から7番目の画素の、シャッタが開いて3番目のシャッタ時間/vの前景の成分、および図20中の左から8番目の画素の、シャッタが開いて4番目のシャッタ時間/vの前景の成分は、F13/vとなる。

20

【0174】

図20中のフレーム#nの左から6番目の画素の、シャッタが開いて最初のシャッタ時間/vの前景の成分は、F14/vとなり、図20中の左から7番目の画素の、シャッタが開いて2番目のシャッタ時間/vの前景の成分も、F14/vとなる。図20中の左から8番目の画素の、シャッタが開いて最初のシャッタ時間/vの前景の成分は、F15/vとなる。

【0175】

背景に対応するオブジェクトが静止しているので、図20中のフレーム#nの左から5番目の画素の、シャッタが開いて2番目乃至4番目のシャッタ時間/vの背景の成分は、B29/vとなる。図20中のフレーム#nの左から6番目の画素の、シャッタが開いて3番目および4番目のシャッタ時間/vの背景の成分は、B30/vとなる。図20中のフレーム#nの左から7番目の画素の、シャッタが開いて4番目のシャッタ時間/vの背景の成分は、B31/vとなる。

30

【0176】

図20中のフレーム#nにおいて、左から5番目の画素乃至7番目の画素は、アンカバードバックグラウンド領域である混合領域に属する。

【0177】

図20中のフレーム#nの左から8番目の画素乃至12番目の画素は、前景領域に属する。フレーム#nの前景領域における、シャッタ時間/vの期間に対応する値は、F13/v乃至F20/vのいずれかである。

40

【0178】

図20中のフレーム#n+1の最も左側の画素乃至左から8番目の画素は、背景領域に属し、画素値は、それぞれ、B25乃至B32となる。

【0179】

前景に対応するオブジェクトが、剛体であり、等速で移動すると仮定でき、1つの前景の成分が1つのフレームにおいて4つの画素に含まれるように移動するので、図20中のフレーム#n+1の左から9番目の画素の、シャッタが開いて最初のシャッタ時間/vの前景の成分は、F13/vとなり、図20中の左から10番目の画素の、シャッタが開いて2番目のシャッタ時間/vの前景の成分も、F13/vとなる。図20中の左から11番目の画素の、シャッタが開いて3番目のシャッタ時間/vの前景の成分、および図20中の左から12番目の

50

画素の、シャッタが開いて4番目のシャッタ時間/vの前景の成分は、F13/vとなる。

【0180】

図20中のフレーム#n+1の左から10番目の画素の、シャッタが開いて最初のシャッタ時間/vの前景の成分は、F14/vとなり、図20中の左から11番目の画素の、シャッタが開いて2番目のシャッタ時間/vの前景の成分も、F14/vとなる。図20中の左から12番目の画素の、シャッタが開いて最初のシャッタ時間/vの前景の成分は、F15/vとなる。

【0181】

背景に対応するオブジェクトが静止しているので、図20中のフレーム#n+1の左から9番目の画素の、シャッタが開いて2番目乃至4番目の、シャッタ時間/vの背景の成分は、B33/vとなる。図20中のフレーム#n+1の左から10番目の画素の、シャッタが開いて3番目および4番目のシャッタ時間/vの背景の成分は、B34/vとなる。図20中のフレーム#n+1の左から11番目の画素の、シャッタが開いて4番目のシャッタ時間/vの背景の成分は、B35/vとなる。

【0182】

図20中のフレーム#n+1において、左から9番目の画素乃至11番目の画素は、アンカバードバックグラウンド領域である混合領域に属する。

【0183】

図20中のフレーム#n+1の左から12番目の画素は、前景領域に属する。フレーム#n+1の前景領域における、シャッタ時間/vの前景の成分は、F13/v乃至F16/vのいずれかである。

【0184】

図21は、図20に示す画素値から前景の成分を抽出した画像のモデル図である。

【0185】

次に、図22および図23を参照して、フレーム間隔時間がシャッタ時間の2倍である場合の画像であって、アンカバードバックグラウンド領域が含まれている画像について説明する。

【0186】

図22は、静止している背景と共に図中の右側に移動するオブジェクトに対応する前景を撮像した画像の3つのフレームの、隣接して1列に並んでいる画素であって、フレーム上で同一の位置の画素の画素値を時間方向に展開したモデル図である。

【0187】

図22において、前景に対応するオブジェクトは、剛体であり、かつ等速で移動していると仮定できる。1つの前景の成分が1つのフレームにおいて4つの画素に含まれるように移動するので、シャッタ時間内動き量vは、4である。

【0188】

例えば、図22中のフレーム#n-1の最も左側の画素の、シャッタが開いて最初の、シャッタ時間/vの前景の成分は、F13/vとなり、図22中の左から2番目の画素の、シャッタが開いて2番目のシャッタ時間/vの前景の成分も、F13/vとなる。図22中の左から3番目の画素の、シャッタが開いて3番目のシャッタ時間/vの前景の成分、および図22中の左から4番目の画素の、シャッタが開いて4番目のシャッタ時間/vの前景の成分は、F13/vとなる。

【0189】

図22中のフレーム#n-1の左から2番目の画素の、シャッタが開いて最初のシャッタ時間/vの前景の成分は、F14/vとなり、図22中の左から3番目の画素の、シャッタが開いて2番目のシャッタ時間/vの前景の成分も、F14/vとなる。図22中の左から3番目の画素の、シャッタが開いて最初の、シャッタ時間/vの前景の成分は、F15/vとなる。

【0190】

背景に対応するオブジェクトが静止しているので、図22中のフレーム#n-1の最も左側の画素の、シャッタが開いて2番目乃至4番目の、シャッタ時間/vの背景の成分は、B25/vとなる。図22中のフレーム#n-1の左から2番目の画素の、シャッタが開いて3番目および4番目の、シャッタ時間/vの背景の成分は、B26/vとなる。図22中のフレーム#n-1の

10

20

30

40

50

左から3番目の画素の、シャッタが開いて4番目のシャッタ時間/vの背景の成分は、 $B27/v$ となる。

【0191】

図22中のフレーム#n-1において、最も左側の画素乃至3番目の画素は、アンカバードバックグラウンド領域である混合領域に属する。

【0192】

図22中のフレーム#n-1の左から4番目の画素乃至20番目の画素は、前景領域に属する。フレームの前景の成分は、 $F13/v$ 乃至 $F32/v$ のいずれかである。

【0193】

図22中のフレーム#nの最も左側の画素乃至左から8番目の画素は、背景領域に属し、画素値は、それぞれ、 $B25$ 乃至 $B32$ となる。

10

【0194】

前景に対応するオブジェクトが、剛体であり、等速で移動すると仮定でき、シャッタ時間内動き量vが4であり、フレーム間隔時間がシャッタ時間の2倍なので、前景の画像は、次のフレームにおいて8画素右側に表示されるように移動する。

【0195】

図22中のフレーム#nの左から9番目の画素の、シャッタが開いて最初のシャッタ時間/vの前景の成分は、 $F13/v$ となり、図22中の左から10番目の画素の、シャッタが開いて2番目のシャッタ時間/vの前景の成分も、 $F13/v$ となる。図22中の左から11番目の画素の、シャッタが開いて3番目のシャッタ時間/vの前景の成分、および図22中の左から12番目の画素の、シャッタが開いて4番目のシャッタ時間/vの前景の成分は、 $F13/v$ となる。

20

【0196】

図22中のフレーム#nの左から10番目の画素の、シャッタが開いて最初のシャッタ時間/vの前景の成分は、 $F14/v$ となり、図22中の左から11番目の画素の、シャッタが開いて2番目のシャッタ時間/vの前景の成分も、 $F14/v$ となる。図22中の左から12番目の画素の、シャッタが開いて最初のシャッタ時間/vの前景の成分は、 $F15/v$ となる。

【0197】

背景に対応するオブジェクトが静止しているので、図22中のフレーム#nの左から9番目の画素の、シャッタが開いて2番目乃至4番目のシャッタ時間/vの背景の成分は、 $B33/v$ となる。図22中のフレーム#nの左から10番目の画素の、シャッタが開いて3番目および4番目のシャッタ時間/vの背景の成分は、 $B34/v$ となる。図22中のフレーム#nの左から11番目の画素の、シャッタが開いて4番目のシャッタ時間/vの背景の成分は、 $B35/v$ となる。

30

【0198】

図22中のフレーム#nにおいて、左から9番目の画素乃至11番目の画素は、アンカバードバックグラウンド領域である混合領域に属する。

【0199】

図22中のフレーム#nの左から12番目の画素乃至20番目の画素は、前景領域に属する。フレーム#nの前景領域における、シャッタ時間/vの期間に対応する値は、 $F13/v$ 乃至 $F24/v$ のいずれかである。

40

【0200】

図22中のフレーム#n+1の最も左側の画素乃至左から16番目の画素は、背景領域に属し、画素値は、それぞれ、 $B25$ 乃至 $B40$ となる。

【0201】

前景に対応するオブジェクトが、剛体であり、等速で移動すると仮定でき、1つの前景の成分が1つのフレームにおいて4つの画素に含まれるように移動するので、図22中のフレーム#n+1の左から17番目の画素の、シャッタが開いて最初のシャッタ時間/vの前景の成分は、 $F13/v$ となり、図22中の左から18番目の画素の、シャッタが開いて2番目のシャッタ時間/vの前景の成分も、 $F13/v$ となる。図22中の左から19番目の画素の、シ

50

シャッタが開いて3番目のシャッタ時間/vの前景の成分、および図22中の左から20番目の画素の、シャッタが開いて4番目のシャッタ時間/vの前景の成分は、F13/vとなる。

【0202】

図22中のフレーム#n+1の左から18番目の画素の、シャッタが開いて最初のシャッタ時間/vの前景の成分は、F14/vとなり、図22中の左から19番目の画素の、シャッタが開いて2番目のシャッタ時間/vの前景の成分も、F14/vとなる。図22中の左から19番目の画素の、シャッタが開いて最初のシャッタ時間/vの前景の成分は、F15/vとなる。

【0203】

背景に対応するオブジェクトが静止しているので、図22中のフレーム#n+1の左から17番目の画素の、シャッタが開いて2番目乃至4番目の、シャッタ時間/vの背景の成分は、B41/vとなる。図22中のフレーム#n+1の左から18番目の画素の、シャッタが開いて3番目および4番目のシャッタ時間/vの背景の成分は、B42/vとなる。図22中のフレーム#n+1の左から19番目の画素の、シャッタが開いて4番目のシャッタ時間/vの背景の成分は、B43/vとなる。

10

【0204】

図22中のフレーム#n+1において、左から17番目の画素乃至19番目の画素は、アンカバードバックグラウンド領域である混合領域に属する。

【0205】

図22中のフレーム#n+1の左から20番目の画素は、前景領域に属する。フレーム#n+1の前景領域における、シャッタ時間/vの前景の成分は、F13/v乃至F16/vのいずれかである。

20

【0206】

図23は、図22に示す画素値から前景の成分を抽出した画像のモデル図である。

【0207】

図2に戻り、領域特定部103は、複数のフレームの画素値を用いて、前景領域、背景領域、カバードバックグラウンド領域、またはアンカバードバックグラウンド領域に属することを示すフラグを画素毎に対応付けて、領域情報として、混合比算出部104および動きボケ調整部107に供給する。

【0208】

混合比算出部104は、複数のフレームの画素値、および領域情報を基に、混合領域に含まれる画素について画素毎に混合比を算出し、算出した混合比を前景背景分離部105に供給する。

30

【0209】

混合比算出部104は、入力画像、および領域特定部103から供給された領域情報を基に、シャッタ時間内動きベクトルおよびシャッタ時間内動きベクトルに対応する画素または画像オブジェクトを示す位置情報を生成し、生成したシャッタ時間内動きベクトルおよびその位置情報を動きボケ調整部107に供給する。混合比算出部104が生成するシャッタ時間内動きベクトルの大きさは、シャッタ時間内動き量vを示す。

【0210】

前景背景分離部105は、複数のフレームの画素値、領域情報、および混合比を基に、前景の成分のみからなる前景成分画像を抽出して、動きボケ調整部107に供給する。

40

【0211】

動きボケ調整部107は、前景背景分離部105から供給された前景成分画像、混合比算出部104から供給されたシャッタ時間内動きベクトル、および領域特定部103から供給された領域情報を基に、前景成分画像に含まれる動きボケの量を調整して、動きボケの量を調整した前景成分画像を出力する。

【0212】

図24および図25を参照して、動きボケ調整部107による前景成分画像の動きボケの調整の処理を説明する。

【0213】

図24は、動きボケを調整する前の前景成分画像および合成しようとする背景画像を示す

50

図である。

【0214】

前景成分画像のフレーム間隔時間の長さで合成しようとする背景画像のフレーム間隔時間の長さが、同一であり、前景成分画像のシャッタ時間の長さが、フレーム間隔時間の長さの半分であり、背景画像のシャッタ時間の長さは、フレーム間隔時間の長さと同じである場合を例に説明する。

【0215】

図24(A)に示すように、前景成分画像のシャッタ時間内動き量は、シャッタ時間が短いので、シャッタ時間の長さが、フレーム間隔時間の長さと同じであるときに比較して、少ない。このため、動きボケの量を調整しないで、前景成分画像と背景画像とを合成すると、合成された画像は、視聴者に違和感を生じさせる。

10

【0216】

そこで、図25に示すように、シャッタ時間の長さ、フレーム間隔時間の長さに対応して、動きボケ調整部107は、前景成分画像のシャッタ時間内動き量、すなわち動きボケの量を調整する。

【0217】

このようにすることで、前景成分画像と背景成分画像に含まれる動きボケの量が等しくなり、前景成分画像と背景画像とが合成された画像は、視聴者に違和感を生じさせない。

【0218】

図26のフローチャートを参照して、画像処理装置による動きボケの量の調整の処理を説明する。ステップS11において、領域特定部103は、入力画像を基に、入力画像の画素毎に前景領域、背景領域、カバードバックグラウンド領域、またはアンカバードバックグラウンド領域のいずれかに属するかを示す領域情報を生成する領域特定の処理を実行する。領域特定の処理の詳細は、後述する。領域特定部103は、生成した領域情報を混合比算出部104に供給する。

20

【0219】

なお、ステップS11において、領域特定部103は、入力画像を基に、入力画像の画素毎に前景領域、背景領域、または混合領域(カバードバックグラウンド領域、またはアンカバードバックグラウンド領域の区別をしない)のいずれかに属するかを示す領域情報を生成するようにしてもよい。この場合において、前景背景分離部105および動きボケ調整部107は、シャッタ時間内動きベクトルまたはフレーム間動きベクトルの方向を基に、混合領域がカバードバックグラウンド領域であるか、またはアンカバードバックグラウンド領域であるかを判定する。例えば、シャッタ時間内動きベクトルまたはフレーム間動きベクトルの方向に対応して、前景領域、混合領域、および背景領域と順に並んでいるとき、その混合領域は、カバードバックグラウンド領域と判定され、シャッタ時間内動きベクトルまたはフレーム間動きベクトルの方向に対応して、背景領域、混合領域、および前景領域と順に並んでいるとき、その混合領域は、アンカバードバックグラウンド領域と判定される。

30

【0220】

ステップS12において、混合比算出部104は、入力画像および領域情報を基に、混合領域に含まれる画素毎に、混合比およびシャッタ時間内動きベクトルを算出する。混合比およびシャッタ時間内動きベクトルの算出の処理の詳細は、後述する。混合比算出部104は、算出した混合比を前景背景分離部105および合成部108に供給し、シャッタ時間内動きベクトルをシャッタ時間算出部106および動きボケ調整部107に供給する。

40

【0221】

ステップS13において、シャッタ時間算出部106は、動き検出部102から供給されたフレーム間動きベクトルとその位置情報、および混合比算出部104から供給されたシャッタ時間内動きベクトルとその位置情報を基に、シャッタ時間を算出する。シャッタ時間算出部106は、算出したシャッタ時間を動きボケ調整部107に供給する。

50

## 【0222】

ステップS14において、前景背景分離部105は、領域情報、および混合比を基に、入力画像から前景の成分を抽出して、前景成分画像として動きボケ調整部107に供給する。

## 【0223】

ステップS15において、動きボケ調整部107は、シャッタ時間内動きベクトルおよび領域情報を基に、動き方向に並ぶ連続した画素であって、アンカバードバックグラウンド領域、前景領域、およびカバードバックグラウンド領域のいずれかに属するものの画像上の位置を示す処理単位を生成する。動きボケ調整部107は、シャッタ時間を基に、処理単位に対応する前景成分に含まれる動きボケの量を調整する。動きボケ調整部107は、動きボケが調整された前景成分画像を合成部108に供給する。動きボケの量の調整の処理の詳細については、後述する。

10

## 【0224】

ステップS16において、画像処理装置は、画面全体について処理を終了したか否かを判定し、画面全体について処理を終了していないと判定された場合、ステップS15に戻り、処理単位に対応する前景の成分を対象とした動きボケの量の調整の処理を繰り返す。

## 【0225】

ステップS16において、画面全体について処理を終了したと判定された場合、ステップS17に進み、合成部108は、領域特定部103から供給された領域情報、および混合比算出部104から供給された混合比を基に、画像処理装置に入力された任意の背景画像と、動きボケ調整部107から供給された動きボケが調整された前景成分画像とを合成して、処理は終了する。

20

## 【0226】

このように、画像処理装置は、前景に含まれる動きボケの量を調整して、所望の背景画像と合成することができる。すなわち、画像処理装置は、前景の画素の画素値であるサンプルデータに含まれる動きボケの量を調整することができる。

## 【0227】

以下、領域特定部103、混合比算出部104、前景背景分離部105、および動きボケ調整部107のそれぞれの構成について説明する。

## 【0228】

図27は、領域特定部103の構成の一例を示すブロック図である。フレームメモリ201は、入力された画像をフレーム単位で記憶する。フレームメモリ201は、処理の対象がフレーム#nであるとき、フレーム#nの2つ前のフレームであるフレーム#n-2、フレーム#nの1つ前のフレームであるフレーム#n-1、フレーム#n、フレーム#nの1つ後のフレームであるフレーム#n+1、およびフレーム#nの2つ後のフレームであるフレーム#n+2を記憶する。

30

## 【0229】

静動判定部202-1は、フレーム#nの領域特定の対象である画素の画像上の位置と同一の位置にあるフレーム#n+2の画素の画素値、およびフレーム#nの領域特定の対象である画素の画像上の位置と同一の位置にあるフレーム#n+1の画素の画素値をフレームメモリ201から読み出して、読み出した画素値の差の絶対値を算出する。静動判定部202-1は、フレーム#n+2の画素値とフレーム#n+1の画素値との差の絶対値が、予め設定している閾値 $T_h$ より大きいと判定し、差の絶対値が閾値 $T_h$ より大きいと判定された場合、動きを示す静動判定を領域判定部203-1に供給する。フレーム#n+2の画素の画素値とフレーム#n+1の画素の画素値との差の絶対値が閾値 $T_h$ 以下であると判定された場合、静動判定部202-1は、静止を示す静動判定を領域判定部203-1に供給する。

40

## 【0230】

静動判定部202-2は、フレーム#nの領域特定の対象である画素の画像上の位置と同一の位置にあるフレーム#n+1の画素の画素値、およびフレーム#nの対象となる画素の画素値をフレームメモリ201から読み出して、画素値の差の絶対値を算出する。静動判定部2

50

02-2は、フレーム#n+1の画素値とフレーム#nの画素値との差の絶対値が、予め設定している閾値Thより大きいか否かを判定し、画素値の差の絶対値が、閾値Thより大きいと判定された場合、動きを示す静動判定を領域判定部203-1および領域判定部203-2に供給する。フレーム#n+1の画素の画素値とフレーム#nの画素の画素値との差の絶対値が、閾値Th以下であると判定された場合、静動判定部202-2は、静止を示す静動判定を領域判定部203-1および領域判定部203-2に供給する。

【0231】

静動判定部202-3は、フレーム#nの領域特定の対象である画素の画素値、およびフレーム#nの領域特定の対象である画素の画像上の位置と同一の位置にあるフレーム#n-1の画素の画素値をフレームメモリ201から読み出して、画素値の差の絶対値を算出する。静動判定部202-3は、フレーム#nの画素値とフレーム#n-1の画素値との差の絶対値が、予め設定している閾値Thより大きいか否かを判定し、画素値の差の絶対値が、閾値Thより大きいと判定された場合、動きを示す静動判定を領域判定部203-2および領域判定部203-3に供給する。フレーム#nの画素の画素値とフレーム#n-1の画素の画素値との差の絶対値が、閾値Th以下であると判定された場合、静動判定部202-3は、静止を示す静動判定を領域判定部203-2および領域判定部203-3に供給する。

10

【0232】

静動判定部202-4は、フレーム#nの領域特定の対象である画素の画像上の位置と同一の位置にあるフレーム#n-1の画素の画素値、およびフレーム#nの領域特定の対象である画素の画像上の位置と同一の位置にあるフレーム#n-2の画素の画素値をフレームメモリ201から読み出して、画素値の差の絶対値を算出する。静動判定部202-4は、フレーム#n-1の画素値とフレーム#n-2の画素値との差の絶対値が、予め設定している閾値Thより大きいか否かを判定し、画素値の差の絶対値が、閾値Thより大きいと判定された場合、動きを示す静動判定を領域判定部203-3に供給する。フレーム#n-1の画素の画素値とフレーム#n-2の画素の画素値との差の絶対値が、閾値Th以下であると判定された場合、静動判定部202-4は、静止を示す静動判定を領域判定部203-3に供給する。

20

【0233】

領域判定部203-1は、静動判定部202-1から供給された静動判定が静止を示し、かつ、静動判定部202-2から供給された静動判定が動きを示しているとき、フレーム#nにおける領域特定の対象である画素がアンカバードバックグラウンド領域に属すると判定し、領域の判定される画素に対応するアンカバードバックグラウンド領域判定フラグに、アンカバードバックグラウンド領域に属することを示す"1"を設定する。

30

【0234】

領域判定部203-1は、静動判定部202-1から供給された静動判定が動きを示すか、または、静動判定部202-2から供給された静動判定が静止を示しているとき、フレーム#nにおける領域特定の対象である画素がアンカバードバックグラウンド領域に属しないと判定し、領域の判定される画素に対応するアンカバードバックグラウンド領域判定フラグに、アンカバードバックグラウンド領域に属しないことを示す"0"を設定する。

【0235】

領域判定部203-1は、このように"1"または"0"が設定されたアンカバードバックグラウンド領域判定フラグを判定フラグ格納フレームメモリ204に供給する。

40

【0236】

領域判定部203-2は、静動判定部202-2から供給された静動判定が静止を示し、かつ、静動判定部202-3から供給された静動判定が静止を示しているとき、フレーム#nにおける領域特定の対象である画素が静止領域に属すると判定し、領域の判定される画素に対応する静止領域判定フラグに、静止領域に属することを示す"1"を設定する。

【0237】

領域判定部203-2は、静動判定部202-2から供給された静動判定が動きを示すか、または、静動判定部202-3から供給された静動判定が動きを示しているとき、フレーム#nにおける領域特定の対象である画素が静止領域に属しないと判定し、領域の判定さ

50

れる画素に対応する静止領域判定フラグに、静止領域に属しないことを示す " 0 " を設定する。

【 0 2 3 8 】

領域判定部 2 0 3 - 2 は、このように " 1 " または " 0 " が設定された静止領域判定フラグを判定フラグ格納フレームメモリ 2 0 4 に供給する。

【 0 2 3 9 】

領域判定部 2 0 3 - 2 は、静動判定部 2 0 2 - 2 から供給された静動判定が動きを示し、かつ、静動判定部 2 0 2 - 3 から供給された静動判定が動きを示しているとき、フレーム #n における領域特定の対象である画素が動き領域に属すると判定し、領域の判定される画素に対応する動き領域判定フラグに、動き領域に属することを示す " 1 " を設定する。

10

【 0 2 4 0 】

領域判定部 2 0 3 - 2 は、静動判定部 2 0 2 - 2 から供給された静動判定が静止を示すか、または、静動判定部 2 0 2 - 3 から供給された静動判定が静止を示しているとき、フレーム #n における領域特定の対象である画素が動き領域に属しないと判定し、領域の判定される画素に対応する動き領域判定フラグに、動き領域に属しないことを示す " 0 " を設定する。

【 0 2 4 1 】

領域判定部 2 0 3 - 2 は、このように " 1 " または " 0 " が設定された動き領域判定フラグを判定フラグ格納フレームメモリ 2 0 4 に供給する。

【 0 2 4 2 】

領域判定部 2 0 3 - 3 は、静動判定部 2 0 2 - 3 から供給された静動判定が動きを示し、かつ、静動判定部 2 0 2 - 4 から供給された静動判定が静止を示しているとき、フレーム #n における領域特定の対象である画素がカバードバックグラウンド領域に属すると判定し、領域の判定される画素に対応するカバードバックグラウンド領域判定フラグに、カバードバックグラウンド領域に属することを示す " 1 " を設定する。

20

【 0 2 4 3 】

領域判定部 2 0 3 - 3 は、静動判定部 2 0 2 - 3 から供給された静動判定が静止を示すか、または、静動判定部 2 0 2 - 4 から供給された静動判定が動きを示しているとき、フレーム #n における領域特定の対象である画素がカバードバックグラウンド領域に属しないと判定し、領域の判定される画素に対応するカバードバックグラウンド領域判定フラグに、カバードバックグラウンド領域に属しないことを示す " 0 " を設定する。

30

【 0 2 4 4 】

領域判定部 2 0 3 - 3 は、このように " 1 " または " 0 " が設定されたカバードバックグラウンド領域判定フラグを判定フラグ格納フレームメモリ 2 0 4 に供給する。

【 0 2 4 5 】

判定フラグ格納フレームメモリ 2 0 4 は、領域判定部 2 0 3 - 1 から供給されたアンカバードバックグラウンド領域判定フラグ、領域判定部 2 0 3 - 2 から供給された静止領域判定フラグ、領域判定部 2 0 3 - 2 から供給された動き領域判定フラグ、および領域判定部 2 0 3 - 3 から供給されたカバードバックグラウンド領域判定フラグをそれぞれ記憶する。

40

【 0 2 4 6 】

判定フラグ格納フレームメモリ 2 0 4 は、記憶しているアンカバードバックグラウンド領域判定フラグ、静止領域判定フラグ、動き領域判定フラグ、およびカバードバックグラウンド領域判定フラグを合成部 2 0 5 に供給する。合成部 2 0 5 は、判定フラグ格納フレームメモリ 2 0 4 から供給された、アンカバードバックグラウンド領域判定フラグ、静止領域判定フラグ、動き領域判定フラグ、およびカバードバックグラウンド領域判定フラグを基に、各画素が、アンカバードバックグラウンド領域、静止領域、動き領域、およびカバードバックグラウンド領域のいずれかに属することを示す領域情報を生成し、判定フラグ格納フレームメモリ 2 0 6 に供給する。

【 0 2 4 7 】

50

判定フラグ格納フレームメモリ206は、合成部205から供給された領域情報を記憶すると共に、記憶している領域情報を入力する。

【0248】

次に、フレーム間隔時間がシャッタ時間と同じ長さの場合における、領域特定部103の処理の例を図28乃至図32を参照して説明する。

【0249】

前景に対応するオブジェクトが移動しているとき、オブジェクトに対応する画像の画面上の位置は、フレーム毎に変化する。図28に示すように、フレーム#nにおいて、 $Y_n(x,y)$ で示される位置に位置するオブジェクトに対応する画像は、次のフレームであるフレーム#n+1において、 $Y_{n+1}(x,y)$ に位置する。

10

【0250】

前景のオブジェクトに対応する画像の動き方向に隣接して1列に並ぶ画素の画素値を時間方向に展開したモデル図を図22に示す。例えば、前景のオブジェクトに対応する画像の動き方向が画面に対して水平であるとき、図29におけるモデル図は、1つのライン上の隣接する画素の画素値を時間方向に展開したモデルを示す。

【0251】

図29において、フレーム#nにおけるラインは、フレーム#n+1におけるラインと同一である。

【0252】

フレーム#nにおいて、左から2番目の画素乃至13番目の画素に含まれているオブジェクトに対応する前景の成分は、フレーム#n+1において、左から6番目乃至17番目の画素に含まれる。

20

【0253】

フレーム#nにおいて、カバードバックグラウンド領域に属する画素は、左から11番目乃至13番目の画素であり、アンカバードバックグラウンド領域に属する画素は、左から2番目乃至4番目の画素である。フレーム#n+1において、カバードバックグラウンド領域に属する画素は、左から15番目乃至17番目の画素であり、アンカバードバックグラウンド領域に属する画素は、左から6番目乃至8番目の画素である。

【0254】

図29に示す例において、フレーム#nに含まれる前景の成分が、4つの画素に含まれるように移動しているので、シャッタ時間内動き量 $v$ は、4である。仮想分割数は、シャッタ時間内動き量 $v$ に対応し、4である。

30

【0255】

次に、注目しているフレームの前後における混合領域に属する画素の画素値の変化について説明する。

【0256】

図30に示す、背景が静止し、前景のシャッタ時間内動き量 $v$ が4であるフレーム#nにおいて、カバードバックグラウンド領域に属する画素は、左から15番目乃至17番目の画素である。シャッタ時間内動き量 $v$ が4であるので、1つ前のフレーム#n-1において、左から15番目乃至17番目の画素は、背景の成分のみを含み、背景領域に属する。また、更に1つ前のフレーム#n-2において、左から15番目乃至17番目の画素は、背景の成分のみを含み、背景領域に属する。

40

【0257】

ここで、背景に対応するオブジェクトが静止しているため、フレーム#n-1の左から15番目の画素の画素値は、フレーム#n-2の左から15番目の画素の画素値から変化しない。同様に、フレーム#n-1の左から16番目の画素の画素値は、フレーム#n-2の左から16番目の画素の画素値から変化せず、フレーム#n-1の左から17番目の画素の画素値は、フレーム#n-2の左から17番目の画素の画素値から変化しない。

【0258】

すなわち、フレーム#nにおけるカバードバックグラウンド領域に属する画素に対応する、

50

フレーム#n-1およびフレーム#n-2の画素は、背景の成分のみから成り、画素値が変化しないので、その差の絶対値は、ほぼ0の値となる。従って、フレーム#nにおける混合領域に属する画素に対応する、フレーム#n-1およびフレーム#n-2の画素に対する静動判定は、静動判定部202-4により、静止と判定される。

【0259】

フレーム#nにおけるカバードバックグラウンド領域に属する画素は、前景の成分を含むので、フレーム#n-1における背景の成分のみから成る場合と、画素値が異なる。従って、フレーム#nにおける混合領域に属する画素、および対応するフレーム#n-1の画素に対する静動判定は、静動判定部202-3により、動きと判定される。

【0260】

このように、領域判定部203-3は、静動判定部202-3から動きを示す静動判定の結果が供給され、静動判定部202-4から静止を示す静動判定の結果が供給されたとき、対応する画素がカバードバックグラウンド領域に属すると判定する。

【0261】

図31に示す、背景が静止し、前景のシャッタ時間内動き量 $v$ が4であるフレーム#nにおいて、アンカバードバックグラウンド領域に含まれる画素は、左から2番目乃至4番目の画素である。フレーム間隔時間がシャッタ時間と同じ長さであり、シャッタ時間内動き量 $v$ が4であるので、1つ後のフレーム#n+1において、左から2番目乃至4番目の画素は、背景の成分のみを含み、背景領域に属する。また、更に1つ後のフレーム#n+2において、左から2番目乃至4番目の画素は、背景の成分のみを含み、背景領域に属する。

【0262】

ここで、背景に対応するオブジェクトが静止しているので、フレーム#n+2の左から2番目の画素の画素値は、フレーム#n+1の左から2番目の画素の画素値から変化しない。同様に、フレーム#n+2の左から3番目の画素の画素値は、フレーム#n+1の左から3番目の画素の画素値から変化せず、フレーム#n+2の左から4番目の画素の画素値は、フレーム#n+1の左から4番目の画素の画素値から変化しない。

【0263】

すなわち、フレーム#nにおけるアンカバードバックグラウンド領域に属する画素に対応する、フレーム#n+1およびフレーム#n+2の画素は、背景の成分のみから成り、画素値が変化しないので、その差の絶対値は、ほぼ0の値となる。従って、フレーム#nにおける混合領域に属する画素に対応する、フレーム#n+1およびフレーム#n+2の画素に対する静動判定は、静動判定部202-1により、静止と判定される。

【0264】

フレーム#nにおけるアンカバードバックグラウンド領域に属する画素は、前景の成分を含むので、フレーム#n+1における背景の成分のみから成る場合と、画素値が異なる。従って、フレーム#nにおける混合領域に属する画素、および対応するフレーム#n+1の画素に対する静動判定は、静動判定部202-2により、動きと判定される。

【0265】

このように、領域判定部203-1は、静動判定部202-2から動きを示す静動判定の結果が供給され、静動判定部202-1から静止を示す静動判定の結果が供給されたとき、対応する画素がアンカバードバックグラウンド領域に属すると判定する。

【0266】

図32は、フレーム#nにおける領域特定部103の判定条件を示す図である。フレーム#nの判定の対象となる画素の画像上の位置と同一の位置にあるフレーム#n-2の画素と、フレーム#nの判定の対象となる画素の画像上の位置と同一の位置にあるフレーム#n-1の画素とが静止と判定され、フレーム#nの判定の対象となる画素の画像上の位置と同一の位置にあるフレーム#n-1の画素と、フレーム#nの画素とが動きと判定されたとき、領域特定部103は、フレーム#nの判定の対象となる画素がカバードバックグラウンド領域に属すると判定する。

【0267】

10

20

30

40

50

フレーム#nの判定の対象となる画素の画像上の位置と同一の位置にあるフレーム#n-1の画素と、フレーム#nの画素とが静止と判定され、フレーム#nの画素と、フレーム#nの判定の対象となる画素の画像上の位置と同一の位置にあるフレーム#n+1の画素とが静止と判定されたとき、領域特定部 1 0 3 は、フレーム#nの判定の対象となる画素が静止領域に属すると判定する。

【 0 2 6 8 】

フレーム#nの判定の対象となる画素の画像上の位置と同一の位置にあるフレーム#n-1の画素と、フレーム#nの画素とが動きと判定され、フレーム#nの画素と、フレーム#nの判定の対象となる画素の画像上の位置と同一の位置にあるフレーム#n+1の画素とが動きと判定されたとき、領域特定部 1 0 3 は、フレーム#nの判定の対象となる画素が動き領域に属すると判定する。

10

【 0 2 6 9 】

フレーム#nの画素と、フレーム#nの判定の対象となる画素の画像上の位置と同一の位置にあるフレーム#n+1の画素とが動きと判定され、フレーム#nの判定の対象となる画素の画像上の位置と同一の位置にあるフレーム#n+1の画素と、フレーム#nの判定の対象となる画素の画像上の位置と同一の位置にあるフレーム#n+2の画素とが静止と判定されたとき、領域特定部 1 0 3 は、フレーム#nの判定の対象となる画素がアンカバードバックグラウンド領域に属すると判定する。

【 0 2 7 0 】

図 3 3 は、領域特定部 1 0 3 の領域の特定の結果の例を示す図である。図 3 3 ( A ) において、カバードバックグラウンド領域に属すると判定された画素は、白で表示されている。図 3 3 ( B ) において、アンカバードバックグラウンド領域に属すると判定された画素は、白で表示されている。

20

【 0 2 7 1 】

図 3 3 ( C ) において、動き領域に属すると判定された画素は、白で表示されている。図 3 3 ( D ) において、静止領域に属すると判定された画素は、白で表示されている。

【 0 2 7 2 】

図 3 4 は、判定フラグ格納フレームメモリ 2 0 6 が出力する領域情報の内、混合領域を示す領域情報を画像として示す図である。図 3 4 において、カバードバックグラウンド領域またはアンカバードバックグラウンド領域に属すると判定された画素、すなわち混合領域に属すると判定された画素は、白で表示されている。判定フラグ格納フレームメモリ 2 0 6 が出力する混合領域を示す領域情報は、混合領域、および前景領域内のテクスチャの無い部分に囲まれたテクスチャの有る部分を示す。

30

【 0 2 7 3 】

次に、図 3 5 のフローチャートを参照して、領域特定部 1 0 3 の領域特定の処理を説明する。ステップ S 2 0 1 において、フレームメモリ 2 0 1 は、判定の対象となるフレーム#nを含むフレーム#n-2乃至フレーム#n+2の画像を取得する。

【 0 2 7 4 】

ステップ S 2 0 2 において、静動判定部 2 0 2 - 3 は、フレーム#n-1の画素とフレーム#nの同一位置の画素とで、静止か否かを判定し、静止と判定された場合、ステップ S 2 0 3 に進み、静動判定部 2 0 2 - 2 は、フレーム#nの画素とフレーム#n+1の同一位置の画素とで、静止か否かを判定する。

40

【 0 2 7 5 】

ステップ S 2 0 3 において、フレーム#nの画素とフレーム#n+1の同一位置の画素とで、静止と判定された場合、ステップ S 2 0 4 に進み、領域判定部 2 0 3 - 2 は、領域の判定される画素に対応する静止領域判定フラグに、静止領域に属することを示す " 1 " を設定する。領域判定部 2 0 3 - 2 は、静止領域判定フラグを判定フラグ格納フレームメモリ 2 0 4 に供給し、手続きは、ステップ S 2 0 5 に進む。

【 0 2 7 6 】

ステップ S 2 0 2 において、フレーム#n-1の画素とフレーム#nの同一位置の画素とで、動

50

きと判定された場合、または、ステップS 2 0 3において、フレーム#nの画素とフレーム#n+1の同一位置の画素とで、動きと判定された場合、フレーム#nの画素が静止領域には属さないので、ステップS 2 0 4の処理はスキップされ、手続きは、ステップS 2 0 5に進む。

**【 0 2 7 7 】**

ステップS 2 0 5において、静動判定部 2 0 2 - 3 は、フレーム#n-1の画素とフレーム#nの同一位置の画素とで、動きか否かを判定し、動きと判定された場合、ステップS 2 0 6に進み、静動判定部 2 0 2 - 2 は、フレーム#nの画素とフレーム#n+1の同一位置の画素とで、動きか否かを判定する。

**【 0 2 7 8 】**

ステップS 2 0 6において、フレーム#nの画素とフレーム#n+1の同一位置の画素とで、動きと判定された場合、ステップS 2 0 7に進み、領域判定部 2 0 3 - 2 は、領域の判定される画素に対応する動き領域判定フラグに、動き領域に属することを示す " 1 " を設定する。領域判定部 2 0 3 - 2 は、動き領域判定フラグを判定フラグ格納フレームメモリ 2 0 4 に供給し、手続きは、ステップS 2 0 8に進む。

**【 0 2 7 9 】**

ステップS 2 0 5において、フレーム#n-1の画素とフレーム#nの同一位置の画素とで、静止と判定された場合、または、ステップS 2 0 6において、フレーム#nの画素とフレーム#n+1の同一位置の画素とで、静止と判定された場合、フレーム#nの画素が動き領域には属さないので、ステップS 2 0 7の処理はスキップされ、手続きは、ステップS 2 0 8に進む。

**【 0 2 8 0 】**

ステップS 2 0 8において、静動判定部 2 0 2 - 4 は、フレーム#n-2の画素とフレーム#n-1の同一位置の画素とで、静止か否かを判定し、静止と判定された場合、ステップS 2 0 9に進み、静動判定部 2 0 2 - 3 は、フレーム#n-1の画素とフレーム#nの同一位置の画素とで、動きか否かを判定する。

**【 0 2 8 1 】**

ステップS 2 0 9において、フレーム#n-1の画素とフレーム#nの同一位置の画素とで、動きと判定された場合、ステップS 2 1 0に進み、領域判定部 2 0 3 - 3 は、領域の判定される画素に対応するカバードバックグラウンド領域判定フラグに、カバードバックグラウンド領域に属することを示す " 1 " を設定する。領域判定部 2 0 3 - 3 は、カバードバックグラウンド領域判定フラグを判定フラグ格納フレームメモリ 2 0 4 に供給し、手続きは、ステップS 2 1 1に進む。

**【 0 2 8 2 】**

ステップS 2 0 8において、フレーム#n-2の画素とフレーム#n-1の同一位置の画素とで、動きと判定された場合、または、ステップS 2 0 9において、フレーム#n-1の画素とフレーム#nの同一位置の画素とで、静止と判定された場合、フレーム#nの画素がカバードバックグラウンド領域には属さないので、ステップS 2 1 0の処理はスキップされ、手続きは、ステップS 2 1 1に進む。

**【 0 2 8 3 】**

ステップS 2 1 1において、静動判定部 2 0 2 - 2 は、フレーム#nの画素とフレーム#n+1の同一位置の画素とで、動きか否かを判定し、動きと判定された場合、ステップS 2 1 2に進み、静動判定部 2 0 2 - 1 は、フレーム#n+1の画素とフレーム#n+2の同一位置の画素とで、静止か否かを判定する。

**【 0 2 8 4 】**

ステップS 2 1 2において、フレーム#n+1の画素とフレーム#n+2の同一位置の画素とで、静止と判定された場合、ステップS 2 1 3に進み、領域判定部 2 0 3 - 1 は、領域の判定される画素に対応するアンカバードバックグラウンド領域判定フラグに、アンカバードバックグラウンド領域に属することを示す " 1 " を設定する。領域判定部 2 0 3 - 1 は、アンカバードバックグラウンド領域判定フラグを判定フラグ格納フレームメモリ 2 0 4 に供

10

20

30

40

50

給し、手続きは、ステップS 2 1 4に進む。

【0 2 8 5】

ステップS 2 1 1において、フレーム#nの画素とフレーム#n+1の同一位置の画素とで、静止と判定された場合、または、ステップS 2 1 2において、フレーム#n+1の画素とフレーム#n+2の同一位置の画素とで、動きと判定された場合、フレーム#nの画素がアンカバードバックグラウンド領域には属さないため、ステップS 2 1 3の処理はスキップされ、手続きは、ステップS 2 1 4に進む。

【0 2 8 6】

ステップS 2 1 4において、領域特定部1 0 3は、フレーム#nの全ての画素について領域を特定したか否かを判定し、フレーム#nの全ての画素について領域を特定していないと判定された場合、手続きは、ステップS 2 0 2に戻り、他の画素について、領域特定の処理を繰り返す。

10

【0 2 8 7】

ステップS 2 1 4において、フレーム#nの全ての画素について領域を特定したと判定された場合、ステップS 2 1 5に進み、合成部2 0 5は、判定フラグ格納フレームメモリ2 0 4に記憶されているアンカバードバックグラウンド領域判定フラグ、およびカバードバックグラウンド領域判定フラグを基に、混合領域を示す領域情報を生成し、更に、各画素が、アンカバードバックグラウンド領域、静止領域、動き領域、およびカバードバックグラウンド領域のいずれかに属することを示す領域情報を生成し、生成した領域情報を判定フラグ格納フレームメモリ2 0 6に設定し、処理は終了する。

20

【0 2 8 8】

このように、領域特定部1 0 3は、フレームに含まれている画素のそれぞれについて、動き領域、静止領域、アンカバードバックグラウンド領域、またはカバードバックグラウンド領域に属することを示す領域情報を生成することができる。

【0 2 8 9】

なお、領域特定部1 0 3は、アンカバードバックグラウンド領域およびカバードバックグラウンド領域に対応する領域情報に論理和を適用することにより、混合領域に対応する領域情報を生成して、フレームに含まれている画素のそれぞれについて、動き領域、静止領域、または混合領域に属することを示すフラグから成る領域情報を生成するようにしてもよい。

30

【0 2 9 0】

前景に対応するオブジェクトがテクスチャを有す場合、領域特定部1 0 3は、より正確に動き領域を特定することができる。

【0 2 9 1】

領域特定部1 0 3は、動き領域を示す領域情報を前景領域を示す領域情報として、また、静止領域を示す領域情報を背景領域を示す領域情報として出力することができる。

【0 2 9 2】

なお、背景に対応するオブジェクトが静止しているとして説明したが、背景領域に対応する画像が動きを含んでいても上述した領域を特定する処理を適用することができる。例えば、背景領域に対応する画像が一様に動いているとき、領域特定部1 0 3は、この動きに対応して画像全体をシフトさせ、背景に対応するオブジェクトが静止している場合と同様に処理する。また、背景領域に対応する画像が局所毎に異なる動きを含んでいるとき、領域特定部1 0 3は、動きに対応した画素を選択して、上述の処理を実行する。

40

【0 2 9 3】

図3 6は、領域特定部1 0 3の構成の他の一例を示すブロック図である。背景画像生成部3 0 1は、入力画像に対応する背景画像を生成し、生成した背景画像を2値オブジェクト画像抽出部3 0 2に供給する。背景画像生成部3 0 1は、例えば、入力画像に含まれる背景のオブジェクトに対応する画像オブジェクトを抽出して、背景画像を生成する。

【0 2 9 4】

前景のオブジェクトに対応する画像の動き方向に隣接して1列に並ぶ画素の画素値を時間

50

方向に展開したモデル図の例を図37に示す。例えば、前景のオブジェクトに対応する画像の動き方向が画面に対して水平であるとき、図37におけるモデル図は、1つのライン上の隣接する画素の画素値を時間方向に展開したモデルを示す。

【0295】

図37において、フレーム#nにおけるラインは、フレーム#n-1およびフレーム#n+1におけるラインと同一である。

【0296】

フレーム#nにおいて、左から6番目の画素乃至17番目の画素に含まれているオブジェクトに対応する前景の成分は、フレーム#n-1において、左から2番目乃至13番目の画素に含まれ、フレーム#n+1において、左から10番目乃至21番目の画素に含まれる。

10

【0297】

フレーム#n-1において、カバードバックグラウンド領域に属する画素は、左から11番目乃至13番目の画素であり、アンカバードバックグラウンド領域に属する画素は、左から2番目乃至4番目の画素である。フレーム#nにおいて、カバードバックグラウンド領域に属する画素は、左から15番目乃至17番目の画素であり、アンカバードバックグラウンド領域に属する画素は、左から6番目乃至8番目の画素である。フレーム#n+1において、カバードバックグラウンド領域に属する画素は、左から19番目乃至21番目の画素であり、アンカバードバックグラウンド領域に属する画素は、左から10番目乃至12番目の画素である。

【0298】

20

フレーム#n-1において、背景領域に属する画素は、左から1番目の画素、および左から14番目乃至21番目の画素である。フレーム#nにおいて、背景領域に属する画素は、左から1番目乃至5番目の画素、および左から18番目乃至21番目の画素である。フレーム#n+1において、背景領域に属する画素は、左から1番目乃至9番目の画素である。

【0299】

背景画像生成部301が生成する、図37の例に対応する背景画像の例を図38に示す。背景画像は、背景のオブジェクトに対応する画素から構成され、前景のオブジェクトに対応する画像の成分を含まない。

【0300】

2値オブジェクト画像抽出部302は、背景画像および入力画像の相関を基に、2値オブジェクト画像を生成し、生成した2値オブジェクト画像を時間変化検出部303に供給する。

30

【0301】

図39は、2値オブジェクト画像抽出部302の構成を示すブロック図である。相関値演算部321は、背景画像生成部301から供給された背景画像および入力画像の相関を演算し、相関値を生成して、生成した相関値をしきい値処理部322に供給する。

【0302】

相関値演算部321は、例えば、図40(A)に示すように、 $X_4$ を中心とした $3 \times 3$ の背景画像の中のブロックと、図40(B)に示すように、背景画像の中のブロックに対応する $Y_4$ を中心とした $3 \times 3$ の入力画像の中のブロックに、式(4)を適用して、 $Y_4$ に対応する相関値を算出する。

40

【0303】

【数2】

$$\text{相関値} = \frac{\sum_{i=0}^8 (X_i - \bar{X}) \sum_{i=0}^8 (Y_i - \bar{Y})}{\sqrt{\sum_{i=0}^8 (X_i - \bar{X})^2 \cdot \sum_{i=0}^8 (Y_i - \bar{Y})^2}} \quad (4)$$

【0304】

50

【数3】

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=0}^8 X_i}{9} \quad (5)$$

【0305】

【数4】

$$\bar{Y} = \frac{\sum_{i=0}^8 Y_i}{9} \quad (6)$$

10

【0306】

相関値演算部321は、このように各画素に対応して算出された相関値をしきい値処理部322に供給する。

【0307】

また、相関値演算部321は、例えば、図41(A)に示すように、 $X_4$ を中心とした $3 \times 3$ の背景画像の中のブロックと、図41(B)に示すように、背景画像の中のブロックに対応する $Y_4$ を中心とした $3 \times 3$ の入力画像の中のブロックに、式(7)を適用して、 $Y_4$ に対応する差分絶対値を算出するようにしてもよい。

20

【0308】

【数5】

$$\text{差分絶対値和} = \sum_{i=0}^8 |(X_i - Y_i)| \quad (7)$$

【0309】

相関値演算部321は、このように算出された差分絶対値を相関値として、しきい値処理部322に供給する。

【0310】

しきい値処理部322は、相関画像の画素値としきい値 $th_0$ とを比較して、相関値がしきい値 $th_0$ 以下である場合、2値オブジェクト画像の画素値に1を設定し、相関値がしきい値 $th_0$ より大きい場合、2値オブジェクト画像の画素値に0を設定して、0または1が画素値に設定された2値オブジェクト画像を出力する。しきい値処理部322は、しきい値 $th_0$ を予め記憶するようにしてもよく、または、外部から入力されたしきい値 $th_0$ を使用するようにしてもよい。

30

【0311】

図42は、図37に示す入力画像のモデルに対応する2値オブジェクト画像の例を示す図である。2値オブジェクト画像において、背景画像と相関の高い画素には、画素値に0が設定される。

40

【0312】

図43は、時間変化検出部303の構成を示すブロック図である。フレームメモリ341は、フレーム# $n$ の画素について領域を判定するとき、2値オブジェクト画像抽出部302から供給された、フレーム# $n-1$ 、フレーム# $n$ 、およびフレーム# $n+1$ の2値オブジェクト画像を記憶する。

【0313】

領域判定部342は、フレームメモリ341に記憶されているフレーム# $n-1$ 、フレーム# $n$ 、およびフレーム# $n+1$ の2値オブジェクト画像を基に、フレーム# $n$ の各画素について領域を判定して、領域情報を生成し、生成した領域情報を出力する。

【0314】

50

図 4 4 は、領域判定部 3 4 2 の判定を説明する図である。フレーム#nの 2 値オブジェクト画像の注目している画素が0であるとき、領域判定部 3 4 2 は、フレーム#nの注目している画素が背景領域に属すると判定する。

【 0 3 1 5 】

フレーム#nの 2 値オブジェクト画像の注目している画素が1であり、フレーム#n-1の 2 値オブジェクト画像の対応する画素が1であり、フレーム#n+1の 2 値オブジェクト画像の対応する画素が1であるとき、領域判定部 3 4 2 は、フレーム#nの注目している画素が前景領域に属すると判定する。

【 0 3 1 6 】

フレーム#nの 2 値オブジェクト画像の注目している画素が1であり、フレーム#n-1の 2 値オブジェクト画像の対応する画素が0であるとき、領域判定部 3 4 2 は、フレーム#nの注目している画素がカバードバックグラウンド領域に属すると判定する。

10

【 0 3 1 7 】

フレーム#nの 2 値オブジェクト画像の注目している画素が1であり、フレーム#n+1の 2 値オブジェクト画像の対応する画素が0であるとき、領域判定部 3 4 2 は、フレーム#nの注目している画素がアンカバードバックグラウンド領域に属すると判定する。

【 0 3 1 8 】

図 4 5 は、図 3 7 に示す入力画像のモデルに対応する 2 値オブジェクト画像について、時間変化検出部 3 0 3 の判定した例を示す図である。時間変化検出部 3 0 3 は、2 値オブジェクト画像のフレーム#nの対応する画素が0なので、フレーム#nの左から 1 番目乃至 5 番目の画素を背景領域に属すると判定する。

20

【 0 3 1 9 】

時間変化検出部 3 0 3 は、2 値オブジェクト画像のフレーム#nの画素が1であり、フレーム#n+1の対応する画素が0なので、左から 6 番目乃至 9 番目の画素をアンカバードバックグラウンド領域に属すると判定する。

【 0 3 2 0 】

時間変化検出部 3 0 3 は、2 値オブジェクト画像のフレーム#nの画素が1であり、フレーム#n-1の対応する画素が1であり、フレーム#n+1の対応する画素が1なので、左から 1 0 番目乃至 1 3 番目の画素を前景領域に属すると判定する。

【 0 3 2 1 】

30

時間変化検出部 3 0 3 は、2 値オブジェクト画像のフレーム#nの画素が1であり、フレーム#n-1の対応する画素が0なので、左から 1 4 番目乃至 1 7 番目の画素をカバードバックグラウンド領域に属すると判定する。

【 0 3 2 2 】

時間変化検出部 3 0 3 は、2 値オブジェクト画像のフレーム#nの対応する画素が0なので、左から 1 8 番目乃至 2 1 番目の画素を背景領域に属すると判定する。

【 0 3 2 3 】

次に、図 4 6 のフローチャートを参照して、領域判定部 1 0 3 の領域特定の処理を説明する。ステップ S 3 0 1 において、領域判定部 1 0 3 の背景画像生成部 3 0 1 は、入力画像を基に、例えば、入力画像に含まれる背景のオブジェクトに対応する画像オブジェクトを抽出して背景画像を生成し、生成した背景画像を 2 値オブジェクト画像抽出部 3 0 2 に供給する。

40

【 0 3 2 4 】

ステップ S 3 0 2 において、2 値オブジェクト画像抽出部 3 0 2 は、例えば、図 4 0 を参照して説明した演算により、入力画像と背景画像生成部 3 0 1 から供給された背景画像との相関値を演算する。ステップ S 3 0 3 において、2 値オブジェクト画像抽出部 3 0 2 は、例えば、相関値としきい値  $th_0$  とを比較することにより、相関値およびしきい値  $th_0$  から 2 値オブジェクト画像を演算する。

【 0 3 2 5 】

ステップ S 3 0 4 において、時間変化検出部 3 0 3 は、領域判定の処理を実行して、処理

50

は終了する。

【0326】

図47のフローチャートを参照して、ステップS304に対応する領域判定の処理の詳細を説明する。ステップS321において、時間変化検出部303の領域判定部342は、フレームメモリ341に記憶されているフレーム#nにおいて、注目する画素が0であるか否かを判定し、フレーム#nにおいて、注目する画素が0であると判定された場合、ステップS322に進み、フレーム#nの注目する画素が背景領域に属すると設定して、処理は終了する。

【0327】

ステップS321において、フレーム#nにおいて、注目する画素が1であると判定された場合、ステップS323に進み、時間変化検出部303の領域判定部342は、フレームメモリ341に記憶されているフレーム#nにおいて、注目する画素が1であり、かつ、フレーム#n-1において、対応する画素が0であるか否かを判定し、フレーム#nにおいて、注目する画素が1であり、かつ、フレーム#n-1において、対応する画素が0であると判定された場合、ステップS324に進み、フレーム#nの注目する画素がカバードバックグラウンド領域に属すると設定して、処理は終了する。

【0328】

ステップS323において、フレーム#nにおいて、注目する画素が0であるか、または、フレーム#n-1において、対応する画素が1であると判定された場合、ステップS325に進み、時間変化検出部303の領域判定部342は、フレームメモリ341に記憶されているフレーム#nにおいて、注目する画素が1であり、かつ、フレーム#n+1において、対応する画素が0であるか否かを判定し、フレーム#nにおいて、注目する画素が1であり、かつ、フレーム#n+1において、対応する画素が0であると判定された場合、ステップS326に進み、フレーム#nの注目する画素がアンカバードバックグラウンド領域に属すると設定して、処理は終了する。

【0329】

ステップS325において、フレーム#nにおいて、注目する画素が0であるか、または、フレーム#n+1において、対応する画素が1であると判定された場合、ステップS327に進み、時間変化検出部303の領域判定部342は、フレーム#nの注目する画素を前景領域と設定して、処理は終了する。

【0330】

このように、領域特定部103は、入力された画像と対応する背景画像との相関値を基に、入力画像の画素が前景領域、背景領域、カバードバックグラウンド領域、およびアンカバードバックグラウンド領域のいずれかに属するかを特定して、特定した結果に対応する領域情報を生成することができる。

【0331】

図48は、混合比算出部104の構成を示すブロック図である。推定混合比処理部401は、入力画像を基に、カバードバックグラウンド領域のモデルに対応する演算により、画素毎に推定混合比を算出して、算出した推定混合比を混合比決定部403に供給する。推定混合比処理部401は、カバードバックグラウンド領域のモデルに対応する演算により、画素毎に算出された推定混合比を基に、推定動きベクトルを算出して、算出した推定動きベクトルを混合比決定部403に供給する。

【0332】

推定混合比処理部402は、入力画像を基に、アンカバードバックグラウンド領域のモデルに対応する演算により、画素毎に推定混合比を算出して、算出した推定混合比を混合比決定部403に供給する。推定混合比処理部402は、アンカバードバックグラウンド領域のモデルに対応する演算により、画素毎に算出された推定混合比を基に、推定動きベクトルを算出して、算出した推定動きベクトルを混合比決定部403に供給する。

【0333】

混合比決定部403は、領域特定部103から供給された、混合比の算出の対象となる

10

20

30

40

50

画素が、前景領域、背景領域、カバードバックグラウンド領域、またはアンカバードバックグラウンド領域のいずれかに属するかを示す領域情報を基に、混合比 を設定する。混合比決定部 4 0 3 は、対象となる画素が前景領域に属する場合、0 を混合比 に設定し、対象となる画素が背景領域に属する場合、1 を混合比 に設定し、対象となる画素がカバードバックグラウンド領域に属する場合、推定混合比処理部 4 0 1 から供給された推定混合比を混合比 に設定し、対象となる画素がアンカバードバックグラウンド領域に属する場合、推定混合比処理部 4 0 2 から供給された推定混合比を混合比 に設定する。混合比決定部 4 0 3 は、領域情報を基に設定した混合比 を出力する。

【 0 3 3 4 】

混合比決定部 4 0 3 は、領域特定部 1 0 3 から供給された領域情報を基に、対象となる画素がカバードバックグラウンド領域に属する場合、推定混合比処理部 4 0 1 から供給された推定動きベクトルをシャッタ時間内動きベクトルに設定し、対象となる画素がアンカバードバックグラウンド領域に属する場合、推定混合比処理部 4 0 2 から供給された推定動きベクトルをシャッタ時間内動きベクトルに設定する。混合比決定部 4 0 3 は、領域情報を基に設定したシャッタ時間内動きベクトルおよびその位置情報を出力する。

10

【 0 3 3 5 】

前景に対応するオブジェクトがシャッタ時間内に等速で動いていると仮定できるので、混合領域に属する画素の混合比 は、以下の性質を有する。すなわち、混合比 は、画素の位置の変化に対応して、直線的に変化する。画素の位置の変化を 1 次元とすれば、混合比 の変化は、直線で表現することができ、画素の位置の変化を 2 次元とすれば、混合比 の変化は、平面で表現することができる。

20

【 0 3 3 6 】

なお、1 フレームの期間は短いので、前景に対応するオブジェクトが剛体であり、等速で移動していると仮定が成り立つ。

【 0 3 3 7 】

この場合、混合比 の傾きは、前景のシャッタ時間内動き量  $v$  の逆比となる。

【 0 3 3 8 】

理想的な混合比 の例を図 4 9 に示す。理想的な混合比 の混合領域における傾き  $l$  は、シャッタ時間内動き量  $v$  の逆数として表すことができる。

【 0 3 3 9 】

図 4 9 に示すように、理想的な混合比 は、背景領域において、1 の値を有し、前景領域において、0 の値を有し、混合領域において、0 を越え 1 未満の値を有する。

30

【 0 3 4 0 】

図 5 0 の例において、フレーム  $\#n$  の左から 7 番目の画素の画素値  $C06$  は、フレーム  $\#n-1$  の左から 7 番目の画素の画素値  $P06$  を用いて、式 ( 8 ) で表すことができる。

【 0 3 4 1 】

【 数 6 】

$$C06 = B06/v + B06/v + F01/v + F02/v$$

$$= P06/v + P06/v + F01/v + F02/v$$

$$= 2/v \cdot P06 + \sum_{i=1}^2 F_i/v \quad (8)$$

40

【 0 3 4 2 】

式 ( 8 ) において、画素値  $C06$  を混合領域の画素の画素値  $M$  と、画素値  $P06$  を背景領域の画素の画素値  $B$  と表現する。すなわち、混合領域の画素の画素値  $M$  および背景領域の画素の画素値  $B$  は、それぞれ、式 ( 9 ) および式 ( 1 0 ) のように表現することができる。

【 0 3 4 3 】

$$M=C06 \quad ( 9 )$$

$$B=P06 \quad ( 1 0 )$$

50

## 【0344】

式(8)中の $2/v$ は、混合比  $\alpha$  に対応する。シャッタ時間内動き量 $v$ が4なので、フレーム# $n$ の左から7番目の画素の混合比  $\alpha$  は、0.5となる。

## 【0345】

以上のように、注目しているフレーム# $n$ の画素値 $C$ を混合領域の画素値と見なし、フレーム# $n$ の前のフレーム# $n-1$ の画素値 $P$ を背景領域の画素値と見なすことで、混合比  $\alpha$  を示す式(3)は、式(11)のように書き換えられる。

## 【0346】

$$C = \alpha \cdot P + f \quad (11)$$

式(11)の $f$ は、注目している画素に含まれる前景の成分の和  $\sum_i F_i/v$ である。式(11)に含まれる変数は、混合比  $\alpha$  および前景の成分の和 $f$ の2つである。 10

## 【0347】

同様に、アンカバードバックグラウンド領域における、シャッタ時間内動き量 $v$ が4であり、時間方向の仮想分割数が4である、画素値を時間方向に展開したモデルを図51に示す。

## 【0348】

アンカバードバックグラウンド領域において、上述したカバーバックグラウンド領域における表現と同様に、注目しているフレーム# $n$ の画素値 $C$ を混合領域の画素値と見なし、フレーム# $n$ の後のフレーム# $n+1$ の画素値 $N$ を背景領域の画素値と見なすことで、混合比  $\alpha$  を示す式(3)は、式(12)のように表現することができる。 20

## 【0349】

$$C = \alpha \cdot N + f \quad (12)$$

## 【0350】

なお、背景のオブジェクトが静止しているとして説明したが、背景のオブジェクトが動いている場合においても、背景のシャッタ時間内動き量 $v$ に対応させた位置の画素の画素値を利用することにより、式(8)乃至式(12)を適用することができる。例えば、図50において、背景に対応するオブジェクトのシャッタ時間内動き量 $v$ が2であり、仮想分割数が2であるとき、背景に対応するオブジェクトが図中の右側に動いているとき、式(10)における背景領域の画素の画素値 $B$ は、画素値 $P04$ とされる。

## 【0351】

式(11)および式(12)は、それぞれ2つの変数を含むので、そのままでは混合比  $\alpha$  を求めることができない。 30

## 【0352】

そこで、シャッタ時間内において、前景に対応するオブジェクトが等速で動くことによる、画素の位置の変化に対応して、混合比  $\alpha$  が直線的に変化する性質を利用して、空間方向に、混合比  $\alpha$  と前景の成分の和 $f$ とを近似した式を立てる。混合領域に属する画素の画素値および背景領域に属する画素の画素値の組の複数を利用して、混合比  $\alpha$  と前景の成分の和 $f$ とを近似した式を解く。

## 【0353】

混合比  $\alpha$  の変化を、直線として近似すると、混合比  $\alpha$  は、式(13)で表される。 40

## 【0354】

$$\alpha = i + p \quad (13)$$

式(13)において、 $i$ は、注目している画素の位置を0とした空間方向のインデックスである。 $l$ は、混合比  $\alpha$  の直線の傾きである。 $p$ は、混合比  $\alpha$  の直線の切片である共に、注目している画素の混合比  $\alpha$  である。式(13)において、インデックス $i$ は、既知であるが、傾き $l$ および切片 $p$ は、未知である。

## 【0355】

インデックス $i$ 、傾き $l$ 、および切片 $p$ の関係を図52に示す。

## 【0356】

混合比  $\alpha$  を式(13)のように近似することにより、複数の画素に対して複数の異なる混 50

混合比は、2つの変数で表現される。図5 2に示す例において、5つの画素に対する5つの混合比は、2つの変数である傾き $l$ および切片 $p$ により表現される。

【0357】

図5 3に示す平面で混合比を近似すると、画像の水平方向および垂直方向の2つの方向に対応する動き $v$ を考慮したとき、式(13)を平面に拡張して、混合比は、式(14)で表される。

【0358】

$$=jm+kq+p \quad (14)$$

式(14)において、 $j$ は、注目している画素の位置を0とした水平方向のインデックスであり、 $k$ は、垂直方向のインデックスである。 $m$ は、混合比の面の水平方向の傾きであり、 $q$ は、混合比の面の垂直方向の傾きである。 $p$ は、混合比の面の切片である。

10

【0359】

例えば、図5 0に示すフレーム $\Delta n$ において、C05乃至C07について、それぞれ、式(15)乃至式(17)が成立する。

【0360】

$$C05= 05 \cdot B05/v+f05 \quad (15)$$

$$C06= 06 \cdot B06/v+f06 \quad (16)$$

$$C07= 07 \cdot B07/v+f07 \quad (17)$$

【0361】

前景の成分が近傍で一致する、すなわち、F01乃至F03が等しいとして、F01乃至F03を $F_c$ に置き換えると式(18)が成立する。

20

【0362】

$$f(x)=(1-(x)) \cdot F_c \quad (18)$$

式(18)において、 $x$ は、空間方向の位置を表す。

【0363】

( $x$ )を式(14)で置き換えると、式(18)は、式(19)として表すことができる。

【0364】

$$\begin{aligned} f(x) &= (1-(jm+kq+p)) \cdot F_c \\ &= j \cdot (-m \cdot F_c) + k \cdot (-q \cdot F_c) + ((1-p) \cdot F_c) \\ &= js+kt+u \end{aligned} \quad (19)$$

30

【0365】

式(19)において、 $(-m \cdot F_c)$ 、 $(-q \cdot F_c)$ 、および $(1-p) \cdot F_c$ は、式(20)乃至式(22)に示すように置き換えられている。

【0366】

$$s=-m \cdot F_c \quad (20)$$

$$t=-q \cdot F_c \quad (21)$$

$$u=(1-p) \cdot F_c \quad (22)$$

40

【0367】

式(19)において、 $j$ は、注目している画素の位置を0とした水平方向のインデックスであり、 $k$ は、垂直方向のインデックスである。

【0368】

このように、前景に対応するオブジェクトがシャッタ時間内において等速に移動し、前景に対応する成分が近傍において一定であるという仮定が成立するので、前景の成分の和は、式(19)で近似される。

【0369】

なお、混合比を直線で近似する場合、前景の成分の和は、式(23)で表すことができる。

50

【 0 3 7 0 】

$$f(x)=is+u \quad (23)$$

【 0 3 7 1 】

式(13)の混合比 および前景成分の和を、式(14)および式(19)を利用して置き換えると、画素値Mは、式(24)で表される。

【 0 3 7 2 】

$$\begin{aligned} M &= (jm+kq+p) \cdot B + js+kt+u \\ &= jB \cdot m + kB \cdot q + B \cdot p + j \cdot s + k \cdot t + u \end{aligned} \quad (24)$$

【 0 3 7 3 】

式(24)において、未知の変数は、混合比 の面の水平方向の傾きm、混合比 の面の垂直方向の傾きq、混合比 の面の切片p、s、t、およびuの6つである。

【 0 3 7 4 】

注目している画素の近傍の画素に対応させて、式(24)に示す正規方程式に、画素値Mまたは画素値Bを設定し、画素値Mまたは画素値Bが設定された複数の正規方程式を最小自乗法で解いて、混合比 を算出する。

【 0 3 7 5 】

例えば、注目している画素の水平方向のインデックスjを0とし、垂直方向のインデックスkを0とし、注目している画素の近傍の3×3の画素について、式(24)に示す正規方程式に画素値Mまたは画素値Bを設定すると、式(25)乃至式(33)を得る。

【 0 3 7 6 】

$$M_{-1,-1} = (-1) \cdot B_{-1,-1} \cdot m + (-1) \cdot B_{-1,-1} \cdot q + B_{-1,-1} \cdot p + (-1) \cdot s + (-1) \cdot t + u \quad (25)$$

$$M_{0,-1} = (0) \cdot B_{0,-1} \cdot m + (-1) \cdot B_{0,-1} \cdot q + B_{0,-1} \cdot p + (0) \cdot s + (-1) \cdot t + u \quad (26)$$

$$M_{+1,-1} = (+1) \cdot B_{+1,-1} \cdot m + (-1) \cdot B_{+1,-1} \cdot q + B_{+1,-1} \cdot p + (+1) \cdot s + (-1) \cdot t + u \quad (27)$$

$$M_{-1,0} = (-1) \cdot B_{-1,0} \cdot m + (0) \cdot B_{-1,0} \cdot q + B_{-1,0} \cdot p + (-1) \cdot s + (0) \cdot t + u \quad (28)$$

$$M_{0,0} = (0) \cdot B_{0,0} \cdot m + (0) \cdot B_{0,0} \cdot q + B_{0,0} \cdot p + (0) \cdot s + (0) \cdot t + u \quad (29)$$

$$M_{+1,0} = (+1) \cdot B_{+1,0} \cdot m + (0) \cdot B_{+1,0} \cdot q + B_{+1,0} \cdot p + (+1) \cdot s + (0) \cdot t + u \quad (30)$$

$$M_{-1,+1} = (-1) \cdot B_{-1,+1} \cdot m + (+1) \cdot B_{-1,+1} \cdot q + B_{-1,+1} \cdot p + (-1) \cdot s + (+1) \cdot t + u \quad (31)$$

$$M_{0,+1} = (0) \cdot B_{0,+1} \cdot m + (+1) \cdot B_{0,+1} \cdot q + B_{0,+1} \cdot p + (0) \cdot s + (+1) \cdot t + u \quad (32)$$

$$M_{+1,+1} = (+1) \cdot B_{+1,+1} \cdot m + (+1) \cdot B_{+1,+1} \cdot q + B_{+1,+1} \cdot p + (+1) \cdot s + (+1) \cdot t + u \quad (33)$$

【 0 3 7 7 】

注目している画素の水平方向のインデックスjが0であり、垂直方向のインデックスkが0であるので、注目している画素の混合比 は、式(14)より、j=0およびk=0のときの値、すなわち、切片pに等しい。

【 0 3 7 8 】

従って、式(25)乃至式(33)の9つの式を基に、最小自乗法により、水平方向の傾きm、垂直方向の傾きq、切片p、s、t、およびuのそれぞれの値を算出し、切片pを混合比 として出力すればよい。

【 0 3 7 9 】

次に、最小自乗法を適用して混合比 を算出するより具体的な手順を説明する。

10

20

30

40

50

【0380】

インデックス*i*およびインデックス*k*を1つのインデックス*x*で表現すると、インデックス*i*、インデックス*k*、およびインデックス*x*の関係は、式(34)で表される。

【0381】

$$x=(j+1) \cdot 3+(k+1) \quad (34)$$

【0382】

水平方向の傾き*m*、垂直方向の傾き*q*、切片*p*、*s*、*t*、および*u*をそれぞれ変数*w*<sub>0</sub>,*w*<sub>1</sub>,*w*<sub>2</sub>,*w*<sub>3</sub>,*w*<sub>4</sub>、および*w*<sub>5</sub>と表現し、*j*<sub>B</sub>,*k*<sub>B</sub>,*B*,*j*,*k*、および1をそれぞれ*a*<sub>0</sub>,*a*<sub>1</sub>,*a*<sub>2</sub>,*a*<sub>3</sub>,*a*<sub>4</sub>、および*a*<sub>5</sub>と表現する。誤差*e*<sub>*x*</sub>を考慮すると、式(25)乃至式(33)は、式(35)に書き換えることができる。

【0383】

【数7】

$$M_x = \sum_{y=0}^5 a_y \cdot w_y + e_x \quad (35)$$

【0384】

式(35)において、*x*は、0乃至8の整数のいずれかの値である。

【0385】

式(35)から、式(36)を導くことができる。

【0386】

【数8】

$$e_x = M_x - \sum_{y=0}^5 a_y \cdot w_y \quad (36)$$

【0387】

ここで、最小自乗法を適用するため、誤差の自乗和*E*を式(37)に示すようにに定義する。

【0388】

【数9】

$$E = \sum_{x=0}^8 e_x^2 \quad (37)$$

【0389】

誤差が最小になるためには、誤差の自乗和*E*に対する、変数*w*<sub>*v*</sub>の偏微分が0になればよい。ここで、*v*は、0乃至5の整数のいずれかの値である。従って、式(38)を満たすように*w*<sub>*y*</sub>を求める。

【0390】

【数10】

$$\begin{aligned} \frac{\partial E}{\partial w_v} &= 2 \cdot \sum_{x=0}^8 e_x \cdot \frac{\partial e_x}{\partial w_v} \\ &= 2 \cdot \sum_{x=0}^8 e_x \cdot a_v = 0 \end{aligned} \quad (38)$$

【0391】

式(38)に式(36)を代入すると、式(39)を得る。

【0392】

【数11】

10

20

30

40

$$\sum_{x=0}^8 (a_v \cdot \sum_{y=0}^5 a_y \cdot w_y) = \sum_{x=0}^8 a_v \cdot M_x \quad (39)$$

【 0 3 9 3 】

式(39)のvに0乃至5の整数のいずれか1つを代入して得られる6つの式に、例えば、掃き出し法(Gauss-Jordanの消去法)などを適用して、wyを算出する。上述したように、w0は水平方向の傾きmであり、w1は垂直方向の傾きqであり、w2は切片pであり、w3はsであり、w4はtであり、w5はuである。

【 0 3 9 4 】

以上のように、画素値Mおよび画素値Bを設定した式に、最小自乗法を適用することにより、水平方向の傾きm、垂直方向の傾きq、切片p、s、t、およびuを求めることができる。

10

【 0 3 9 5 】

式(25)乃至式(33)に対応する説明において、混合領域に含まれる画素の画素値をMとし、背景領域に含まれる画素の画素値をBとして説明したが、注目している画素が、カバードバックグラウンド領域に含まれる場合、またはアンカバードバックグラウンド領域に含まれる場合のそれぞれに対して、正規方程式を立てる必要がある。

【 0 3 9 6 】

例えば、図50に示す、フレーム#nのカバードバックグラウンド領域に含まれる画素の混合比を求める場合、フレーム#nの画素のC04乃至C08、およびフレーム#n-1の画素の画素値P04乃至P08が、正規方程式に設定される。

20

【 0 3 9 7 】

図51に示す、フレーム#nのアンカバードバックグラウンド領域に含まれる画素の混合比を求める場合、フレーム#nの画素のC28乃至C32、およびフレーム#n+1の画素の画素値N8乃至N32が、正規方程式に設定される。

【 0 3 9 8 】

また、例えば、図54に示す、カバードバックグラウンド領域に含まれる画素の混合比を算出するとき、以下の式(40)乃至式(48)が立てられる。混合比を算出する画素の画素値は、Mc5である。

【 0 3 9 9 】

$$Mc1=(-1) \cdot Bc1 \cdot m+(-1) \cdot Bc1 \cdot q+Bc1 \cdot p+(-1) \cdot s+(-1) \cdot t+u \quad (40)$$

30

$$Mc2=(0) \cdot Bc2 \cdot m+(-1) \cdot Bc2 \cdot q+Bc2 \cdot p+(0) \cdot s+(-1) \cdot t+u \quad (41)$$

$$Mc3=(+1) \cdot Bc3 \cdot m+(-1) \cdot Bc3 \cdot q+Bc3 \cdot p+(+1) \cdot s+(-1) \cdot t+u \quad (42)$$

$$Mc4=(-1) \cdot Bc4 \cdot m+(0) \cdot Bc4 \cdot q+Bc4 \cdot p+(-1) \cdot s+(0) \cdot t+u \quad (43)$$

$$Mc5=(0) \cdot Bc5 \cdot m+(0) \cdot Bc5 \cdot q+Bc5 \cdot p+(0) \cdot s+(0) \cdot t+u \quad (44)$$

$$Mc6=(+1) \cdot Bc6 \cdot m+(0) \cdot Bc6 \cdot q+Bc6 \cdot p+(+1) \cdot s+(0) \cdot t+u \quad (45)$$

$$Mc7=(-1) \cdot Bc7 \cdot m+(+1) \cdot Bc7 \cdot q+Bc7 \cdot p+(-1) \cdot s+(+1) \cdot t+u \quad (46)$$

$$Mc8=(0) \cdot Bc8 \cdot m+(+1) \cdot Bc8 \cdot q+Bc8 \cdot p+(0) \cdot s+(+1) \cdot t+u \quad (47)$$

$$Mc9=(+1) \cdot Bc9 \cdot m+(+1) \cdot Bc9 \cdot q+Bc9 \cdot p+(+1) \cdot s+(+1) \cdot t+u \quad (48)$$

【 0 4 0 0 】

フレーム#nのカバードバックグラウンド領域に含まれる画素の混合比を算出するとき、式(40)乃至式(48)において、フレーム#nの画素に対応する、フレーム#n-1の画素の背景領域の画素の画素値Bc1乃至Bc9が使用される。

40

【 0 4 0 1 】

図54に示す、アンカバードバックグラウンド領域に含まれる画素の混合比を算出するとき、以下の式(49)乃至式(57)が立てられる。混合比を算出する画素の画素値は、Mu5である。

【 0 4 0 2 】

$$Mu1=(-1) \cdot Bu1 \cdot m+(-1) \cdot Bu1 \cdot q+Bu1 \cdot p+(-1) \cdot s+(-1) \cdot t+u \quad (49)$$

$$Mu2=(0) \cdot Bu2 \cdot m+(-1) \cdot Bu2 \cdot q+Bu2 \cdot p+(0) \cdot s+(-1) \cdot t+u \quad (50)$$

$$Mu3=(+1) \cdot Bu3 \cdot m+(-1) \cdot Bu3 \cdot q+Bu3 \cdot p+(+1) \cdot s+(-1) \cdot t+u \quad (51)$$

50

$$\begin{aligned} \text{Mu4} &= (-1) \cdot \text{Bu4} \cdot \text{m} + (0) \cdot \text{Bu4} \cdot \text{q} + \text{Bu4} \cdot \text{p} + (-1) \cdot \text{s} + (0) \cdot \text{t} + \text{u} & (52) \\ \text{Mu5} &= (0) \cdot \text{Bu5} \cdot \text{m} + (0) \cdot \text{Bu5} \cdot \text{q} + \text{Bu5} \cdot \text{p} + (0) \cdot \text{s} + (0) \cdot \text{t} + \text{u} & (53) \\ \text{Mu6} &= (+1) \cdot \text{Bu6} \cdot \text{m} + (0) \cdot \text{Bu6} \cdot \text{q} + \text{Bu6} \cdot \text{p} + (+1) \cdot \text{s} + (0) \cdot \text{t} + \text{u} & (54) \\ \text{Mu7} &= (-1) \cdot \text{Bu7} \cdot \text{m} + (+1) \cdot \text{Bu7} \cdot \text{q} + \text{Bu7} \cdot \text{p} + (-1) \cdot \text{s} + (+1) \cdot \text{t} + \text{u} & (55) \\ \text{Mu8} &= (0) \cdot \text{Bu8} \cdot \text{m} + (+1) \cdot \text{Bu8} \cdot \text{q} + \text{Bu8} \cdot \text{p} + (0) \cdot \text{s} + (+1) \cdot \text{t} + \text{u} & (56) \\ \text{Mu9} &= (+1) \cdot \text{Bu9} \cdot \text{m} + (+1) \cdot \text{Bu9} \cdot \text{q} + \text{Bu9} \cdot \text{p} + (+1) \cdot \text{s} + (+1) \cdot \text{t} + \text{u} & (57) \end{aligned}$$

## 【0403】

フレーム#nのアンカバードバックグラウンド領域に含まれる画素の混合比を算出するとき、式(49)乃至式(57)において、フレーム#nの画素に対応する、フレーム#n+1の画素の背景領域の画素の画素値Bu1乃至Bu9が使用される。

10

## 【0404】

図55は、推定混合比処理部401の構成を示すブロック図である。推定混合比処理部401に入力された画像は、遅延回路421および足し込み部422に供給される。

## 【0405】

遅延回路421は、入力画像を1フレーム遅延させ、足し込み部422に供給する。足し込み部422に、入力画像としてフレーム#nが入力されているとき、遅延回路421は、フレーム#n-1を足し込み部422に供給する。

## 【0406】

足し込み部422は、混合比を算出する画素の近傍の画素の画素値、およびフレーム#n-1の画素値を、正規方程式に設定する。例えば、足し込み部422は、式(40)乃至式(48)に基づいて、正規方程式に画素値Mc1乃至Mc9および画素値Bc1乃至Bc9を設定する。足し込み部422は、画素値が設定された正規方程式を演算部423に供給する。

20

## 【0407】

演算部423は、足し込み部422から供給された正規方程式を掃き出し法などにより解いて推定混合比を求め、求められた推定混合比を出力する。

## 【0408】

演算部423は、式(58)から、混合比の傾きaを基に、シャッタ時間内動きvを算出する。

## 【0409】

$$a=1/v \quad (58)$$

30

## 【0410】

より具体的には、演算部423は、式(24)に示す混合比の面の水平方向の傾きm、および混合比の面の垂直方向の傾きqを基に、x方向のシャッタ時間内動きvix、およびy方向のシャッタ時間内動きviyを算出する。

## 【0411】

$$vix=1/m \quad (59)$$

$$viy=1/q \quad (60)$$

## 【0412】

演算部423は、x方向のシャッタ時間内動きvix、およびy方向のシャッタ時間内動きviyにより示される推定動きベクトルを出力する。

40

## 【0413】

図56に示すように、演算部423が出力する推定動きベクトルの大きさは、シャッタ時間内動き量vに対応する。

## 【0414】

なお、フレーム間動き量vfは、隣接する2つのフレーム間のオブジェクトの動きを示す値である。例えば、前景に対応するオブジェクトの画像が、あるフレームを基準として次のフレームにおいて8画素分離れた位置に表示されるように移動しているとき、前景に対応するオブジェクトの画像のフレーム間動き量vfは、8とされる。

## 【0415】

このように、推定混合比処理部401は、入力画像を基に、推定混合比および推定動きベ

50

クトルを算出して、混合比決定部 4 0 3 に供給することができる。

【 0 4 1 6 】

なお、推定混合比処理部 4 0 2 は、推定混合比処理部 4 0 1 と同様の構成を有するので、その説明は省略する。

【 0 4 1 7 】

図 5 7 は、推定混合比処理部 4 0 1 により算出された推定混合比の例を示す図である。図 5 7 に示す推定混合比は、等速で動いているオブジェクトに対応する前景の動き  $v$  が 1 1 であり、7 × 7 画素のブロックを単位として方程式を生成して算出された結果を、1 ラインに対して示すものである。

【 0 4 1 8 】

推定混合比は、混合領域において、図 5 7 に示すように、ほぼ直線的に変化していることがわかる。

【 0 4 1 9 】

図 5 8 は、混合比算出部 1 0 4 の他の構成を示すブロック図である。

【 0 4 2 0 】

図 4 8 に示す場合と同様の部分には、同一の番号を付してあり、その説明は省略する。

【 0 4 2 1 】

選択部 4 4 1 は、領域特定部 1 0 3 から供給された領域情報を基に、カバードバックグラウンド領域に属する画素および、これに対応する前および後のフレームの画素を推定混合比処理部 4 0 1 に供給する。選択部 4 4 1 は、領域特定部 1 0 3 から供給された領域情報を基に、アンカバードバックグラウンド領域に属する画素および、これに対応する前および後のフレームの画素を推定混合比処理部 4 0 2 に供給する。

【 0 4 2 2 】

推定混合比処理部 4 0 1 は、選択部 4 4 1 から入力された画素値を基に、カバードバックグラウンド領域に属する、注目している画素の推定混合比を算出して、算出した推定混合比を選択部 4 4 2 に供給する。推定混合比処理部 4 0 1 は、算出された推定混合比を基に、推定動きベクトルを算出して、算出した推定動きベクトルを選択部 4 4 2 に供給する。

【 0 4 2 3 】

推定混合比処理部 4 0 2 は、選択部 4 4 1 から入力された画素値を基に、アンカバードバックグラウンド領域に属する、注目している画素の推定混合比を算出して、算出した推定混合比を選択部 4 4 2 に供給する。推定混合比処理部 4 0 2 は、算出された推定混合比を基に、推定動きベクトルを算出して、算出した推定動きベクトルを選択部 4 4 2 に供給する。

【 0 4 2 4 】

選択部 4 4 2 は、領域特定部 1 0 3 から供給された領域情報を基に、対象となる画素が前景領域に属する場合、0 である推定混合比を選択して、混合比 に設定し、対象となる画素が背景領域に属する場合、1 である推定混合比を選択して、混合比 に設定する。選択部 4 4 2 は、対象となる画素がカバードバックグラウンド領域に属する場合、推定混合比処理部 4 4 2 から供給された推定混合比を選択して混合比 に設定し、対象となる画素がアンカバードバックグラウンド領域に属する場合、推定混合比処理部 4 4 3 から供給された推定混合比を選択して混合比 に設定する。選択部 4 4 2 は、領域情報を基に選択して設定した混合比 を出力する。

【 0 4 2 5 】

選択部 4 4 2 は、領域特定部 1 0 3 から供給された領域情報を基に、対象となる画素がカバードバックグラウンド領域に属する場合、推定混合比処理部 4 0 1 から供給された推定動きベクトルを選択してシャッタ時間内動きベクトルに設定し、対象となる画素がアンカバードバックグラウンド領域に属する場合、推定混合比処理部 4 0 2 から供給された推定動きベクトルを選択してシャッタ時間内動きベクトルに設定する。選択部 4 4 2 は、領域情報を基に選択して設定したシャッタ時間内動きベクトルを出力する。

【 0 4 2 6 】

10

20

30

40

50

このように、混合比算出部 104 は、画像の含まれる画素毎に混合比 を算出するとともに、シャッタ時間内動きベクトルを算出して、算出した混合比 およびシャッタ時間内動きベクトルを出力することができる。

【0427】

図 59 のフローチャートを参照して、混合比算出部 104 の混合比 およびシャッタ時間内動きベクトルの算出の処理を説明する。ステップ S401 において、混合比算出部 104 は、領域特定部 103 から供給された領域情報を取得する。ステップ S402 において、推定混合比処理部 401 は、カバードバックグラウンド領域に対応するモデルにより推定混合比および推定動きベクトルの演算の処理を実行し、算出した推定混合比および推定動きベクトルを混合比決定部 403 に供給する。混合比推定の演算の処理の詳細は、図 60 のフローチャートを参照して、後述する。

10

【0428】

ステップ S403 において、推定混合比処理部 402 は、アンカバードバックグラウンド領域に対応するモデルにより推定混合比および推定動きベクトルの演算の処理を実行し、算出した推定混合比および推定動きベクトルを混合比決定部 403 に供給する。

【0429】

ステップ S404 において、混合比算出部 104 は、フレーム全体について、混合比 を推定したか否かを判定し、フレーム全体について、混合比 を推定していないと判定された場合、ステップ S402 に戻り、次の画素について混合比 を推定する処理を実行する。

20

【0430】

ステップ S404 において、フレーム全体について、混合比 を推定したと判定された場合、ステップ S405 に進み、混合比決定部 403 は、画素が、前景領域、背景領域、カバードバックグラウンド領域、またはアンカバードバックグラウンド領域のいずれかに属するかを示す、領域特定部 103 から供給された領域情報を基に、混合比 およびシャッタ時間内動きベクトルを決定する。混合比決定部 403 は、対象となる画素が前景領域に属する場合、0 を混合比 に設定し、対象となる画素が背景領域に属する場合、1 を混合比 に設定し、対象となる画素がカバードバックグラウンド領域に属する場合、推定混合比処理部 401 から供給された推定混合比を混合比 に設定し、対象となる画素がアンカバードバックグラウンド領域に属する場合、推定混合比処理部 402 から供給された推定混合比を混合比 に設定する。

30

【0431】

混合比決定部 403 は、領域特定部 103 から供給された領域情報を基に、対象となる画素がカバードバックグラウンド領域に属する場合、推定混合比処理部 401 から供給された推定動きベクトルを選択してシャッタ時間内動きベクトルに設定し、対象となる画素がアンカバードバックグラウンド領域に属する場合、推定混合比処理部 402 から供給された推定動きベクトルを選択してシャッタ時間内動きベクトルに設定して、処理は終了する。

【0432】

このように、混合比算出部 104 は、領域特定部 103 から供給された領域情報、および入力画像を基に、各画素に対応する特徴量である混合比 およびシャッタ時間内動きベクトルを算出することができる。

40

【0433】

図 58 に構成を示す混合比算出部 104 の混合比 の算出の処理は、図 59 のフローチャートで説明した処理と同様なので、その説明は省略する。

【0434】

次に、ステップ S402 の処理に対応する、推定混合比処理部 401 による、カバードバックグラウンド領域に対応するモデルによる混合比および動きベクトル推定の処理を図 60 のフローチャートを参照して説明する。

【0435】

50

ステップS 4 2 1において、足し込み部4 2 2は、入力された画像に含まれる画素値、および遅延回路4 2 1から供給される画像に含まれる画素値を、カバードバックグラウンド領域のモデルに対応する正規方程式に設定する。

【0 4 3 6】

ステップS 4 2 2において、推定混合比処理部4 0 1は、対象となる画素についての設定が終了したか否かを判定し、対象となる画素についての設定が終了していないと判定された場合、ステップS 5 2 1に戻り、正規方程式への画素値の設定の処理を繰り返す。

【0 4 3 7】

ステップS 4 2 2において、対象となる画素についての画素値の設定が終了したと判定された場合、ステップS 4 2 3に進み、演算部4 2 3は、画素値が設定された正規方程式を基に、推定混合比を演算して、求められた推定混合比を出力する。

10

【0 4 3 8】

ステップS 4 2 4において、演算部4 2 3は、求められた推定混合比の傾きを基に、推定動きベクトルを算出して、処理は、終了する。

【0 4 3 9】

このように、図5 5に構成を示す推定混合比処理部4 0 1は、入力画像を基に、推定混合比および推定動きベクトルを演算することができる。

【0 4 4 0】

アンカバードバックグラウンド領域に対応するモデルによる混合比および動きベクトル推定の処理は、アンカバードバックグラウンド領域のモデルに対応する正規方程式を利用した、図6 0のフローチャートに示す処理と同様なので、その説明は省略する。

20

【0 4 4 1】

なお、背景に対応するオブジェクトが静止しているとして説明したが、背景領域に対応する画像が動きを含んでいても上述した混合比を求める処理を適用することができる。例えば、背景領域に対応する画像が一様に動いているとき、推定混合比処理部4 0 1は、この動きに対応して画像全体をシフトさせ、背景に対応するオブジェクトが静止している場合と同様に処理する。また、背景領域に対応する画像が局所毎に異なる動きを含んでいるとき、推定混合比処理部4 0 1は、混合領域に属する画素に対応する画素として、動きに対応した画素を選択して、上述の処理を実行する。

【0 4 4 2】

30

また、混合比算出部1 0 4は、全ての画素について、カバードバックグラウンド領域に対応するモデルによる混合比推定の処理のみを実行して、算出された推定混合比を混合比として出力するようにしてもよい。この場合において、混合比は、カバードバックグラウンド領域に属する画素について、背景の成分の割合を示し、アンカバードバックグラウンド領域に属する画素について、前景の成分の割合を示す。アンカバードバックグラウンド領域に属する画素について、このように算出された混合比と1との差分の絶対値を算出して、算出した絶対値を混合比に設定すれば、画像処理装置は、アンカバードバックグラウンド領域に属する画素について、背景の成分の割合を示す混合比を求めることができる。

【0 4 4 3】

40

なお、同様に、混合比算出部1 0 4は、全ての画素について、アンカバードバックグラウンド領域に対応するモデルによる混合比推定の処理のみを実行して、算出された推定混合比を混合比として出力するようにしてもよい。

【0 4 4 4】

このように、混合比算出部1 0 4は、領域特定部1 0 3から供給された領域情報、および入力画像を基に、各画素に対応する特徴量である混合比および動きベクトルを算出することができる。

【0 4 4 5】

混合比算出部1 0 4が算出する混合比を利用することにより、動いているオブジェクトに対応する画像に含まれる動きボケの情報を残したままで、画素値に含まれる前景の成分

50

と背景の成分とを分離することが可能になる。

【0446】

また、混合比  $\alpha$  に基づいて画像を合成すれば、実世界を実際に撮影し直したような動いているオブジェクトのスピードに合わせた正しい動きボケを含む画像を作ることが可能になる。

【0447】

混合比算出部104が算出する動きベクトルは、従来、検出することができなかった、シャッタ時間内動き量 $v$ を示すものである。

【0448】

混合比算出部104が算出する動きベクトルを利用することにより、動いているオブジェクトに対応する画像に含まれる動きボケの量を調整することが可能になる。

10

【0449】

なお、混合比算出部104は、0を越え、1未満である推定混合比に対応する推定動きベクトルをシャッタ時間内動きベクトルに設定するようにしてもよい。この場合、混合比算出部104は、領域情報を使用しないで、シャッタ時間内動きベクトルを生成することができる。

【0450】

次に、前景背景分離部105について説明する。図61は、前景背景分離部105の構成の一例を示すブロック図である。前景背景分離部105に供給された入力画像は、分離部601、スイッチ602、およびスイッチ604に供給される。カバードバックグラウンド領域を示す情報、およびアンカバードバックグラウンド領域を示す、領域特定部103から供給された領域情報は、分離部601に供給される。前景領域を示す領域情報は、スイッチ602に供給される。背景領域を示す領域情報は、スイッチ604に供給される。

20

【0451】

混合比算出部104から供給された混合比  $\alpha$  は、分離部601に供給される。

【0452】

分離部601は、カバードバックグラウンド領域を示す領域情報、アンカバードバックグラウンド領域を示す領域情報、および混合比  $\alpha$  を基に、入力画像から前景の成分を分離して、分離した前景の成分を合成部603に供給するとともに、入力画像から背景の成分を分離して、分離した背景の成分を合成部605に供給する。

30

【0453】

スイッチ602は、前景領域を示す領域情報を基に、前景に対応する画素が入力されたとき、閉じられ、入力画像に含まれる前景に対応する画素のみを合成部603に供給する。

【0454】

スイッチ604は、背景領域を示す領域情報を基に、背景に対応する画素が入力されたとき、閉じられ、入力画像に含まれる背景に対応する画素のみを合成部605に供給する。

【0455】

合成部603は、分離部601から供給された前景に対応する成分、スイッチ602から供給された前景に対応する画素を基に、前景成分画像を合成し、合成した前景成分画像を出力する。前景領域と混合領域とは重複しないので、合成部603は、例えば、前景に対応する成分と、前景に対応する画素とに論理和の演算を適用して、前景成分画像を合成する。

40

【0456】

合成部603は、前景成分画像の合成の処理の最初に実行される初期化の処理において、内蔵しているフレームメモリに全ての画素値が0である画像を格納し、前景成分画像の合成の処理において、前景成分画像を格納(上書き)する。従って、合成部603が出力する前景成分画像の内、背景領域に対応する画素には、画素値として0が格納されている。

【0457】

合成部605は、分離部601から供給された背景に対応する成分、スイッチ604から供給された背景に対応する画素を基に、背景成分画像を合成して、合成した背景成分画像

50

を出力する。背景領域と混合領域とは重複しないので、合成部605は、例えば、背景に対応する成分と、背景に対応する画素とに論理和の演算を適用して、背景成分画像を合成する。

【0458】

合成部605は、背景成分画像の合成の処理の最初に実行される初期化の処理において、内蔵しているフレームメモリに全ての画素値が0である画像を格納し、背景成分画像の合成の処理において、背景成分画像を格納（上書き）する。従って、合成部605が出力する背景成分画像の内、前景領域に対応する画素には、画素値として0が格納されている。

【0459】

図62は、前景背景分離部105に入力される入力画像、並びに前景背景分離部105から出力される前景成分画像および背景成分画像を示す図である。

10

【0460】

図62(A)は、表示される画像の模式図であり、図62(B)は、図62(A)に対応する前景領域に属する画素、背景領域に属する画素、および混合領域に属する画素を含む1ラインの画素を時間方向に展開したモデル図を示す。

【0461】

図62(A)および図62(B)に示すように、前景背景分離部105から出力される背景成分画像は、背景領域に属する画素、および混合領域の画素に含まれる背景の成分から構成される。

【0462】

20

図62(A)および図62(B)に示すように、前景背景分離部105から出力される前景成分画像は、前景領域に属する画素、および混合領域の画素に含まれる前景の成分から構成される。

【0463】

混合領域の画素の画素値は、前景背景分離部105により、背景の成分と、前景の成分とに分離される。分離された背景の成分は、背景領域に属する画素と共に、背景成分画像を構成する。分離された前景の成分は、前景領域に属する画素と共に、前景成分画像を構成する。

【0464】

このように、前景成分画像は、背景領域に対応する画素の画素値が0とされ、前景領域に対応する画素および混合領域に対応する画素に意味のある画素値が設定される。同様に、背景成分画像は、前景領域に対応する画素の画素値が0とされ、背景領域に対応する画素および混合領域に対応する画素に意味のある画素値が設定される。

30

【0465】

次に、フレーム間隔時間がシャッタ時間と同一である場合を例に、分離部601が実行する、混合領域に属する画素から前景の成分、および背景の成分を分離する処理について説明する。

【0466】

図63は、図中の左から右に移動するオブジェクトに対応する前景を含む、2つのフレームの前景の成分および背景の成分を示す画像のモデルである。図63に示す画像のモデルにおいて、前景のシャッタ時間内動き量 $v$ は4であり、仮想分割数は、4とされている。

40

【0467】

フレーム $\#n$ において、最も左の画素、および左から14番目乃至18番目の画素は、背景の成分のみから成り、背景領域に属する。フレーム $\#n$ において、左から2番目乃至4番目の画素は、背景の成分および前景の成分を含み、アンカバードバックグラウンド領域に属する。フレーム $\#n$ において、左から11番目乃至13番目の画素は、背景の成分および前景の成分を含み、カバードバックグラウンド領域に属する。フレーム $\#n$ において、左から5番目乃至10番目の画素は、前景の成分のみから成り、前景領域に属する。

【0468】

フレーム $\#n+1$ において、左から1番目乃至5番目の画素、および左から18番目の画素は

50

、背景の成分のみから成り、背景領域に属する。フレーム#n+1において、左から6番目乃至8番目の画素は、背景の成分および前景の成分を含み、アンカバードバックグラウンド領域に属する。フレーム#n+1において、左から15番目乃至17番目の画素は、背景の成分および前景の成分を含み、カバードバックグラウンド領域に属する。フレーム#n+1において、左から9番目乃至14番目の画素は、前景の成分のみから成り、前景領域に属する。

【0469】

図64は、カバードバックグラウンド領域に属する画素から前景の成分を分離する処理を説明する図である。図64において、1乃至18は、フレーム#nにおける画素のそれぞれに対応する混合比である。図64において、左から15番目乃至17番目の画素は、カバードバックグラウンド領域に属する。

10

【0470】

フレーム#nの左から15番目の画素の画素値C15は、式(61)で表される。

【0471】

$$\begin{aligned} C15 &= B15/v + F09/v + F08/v + F07/v \\ &= \alpha 15 \cdot B15 + F09/v + F08/v + F07/v \\ &= \alpha 15 \cdot P15 + F09/v + F08/v + F07/v \end{aligned} \quad (61)$$

ここで、15は、フレーム#nの左から15番目の画素の混合比である。P15は、フレーム#n-1の左から15番目の画素の画素値である。

20

【0472】

式(61)を基に、フレーム#nの左から15番目の画素の前景の成分の和f15は、式(62)で表される。

【0473】

$$\begin{aligned} f15 &= F09/v + F08/v + F07/v \\ &= C15 - \alpha 15 \cdot P15 \end{aligned} \quad (62)$$

【0474】

同様に、フレーム#nの左から16番目の画素の前景の成分の和f16は、式(63)で表され、フレーム#nの左から17番目の画素の前景の成分の和f17は、式(64)で表される。

30

【0475】

$$f16 = C16 - 16 \cdot P16 \quad (63)$$

$$f17 = C17 - 17 \cdot P17 \quad (64)$$

【0476】

このように、カバードバックグラウンド領域に属する画素の画素値Cに含まれる前景の成分fcは、式(65)で計算される。

【0477】

$$f_c = C - \alpha \cdot P \quad (65)$$

40

Pは、1つ前のフレームの、対応する画素の画素値である。

【0478】

図65は、アンカバードバックグラウンド領域に属する画素から前景の成分を分離する処理を説明する図である。図65において、1乃至18は、フレーム#nにおける画素のそれぞれに対応する混合比である。図65において、左から2番目乃至4番目の画素は、アンカバードバックグラウンド領域に属する。

【0479】

フレーム#nの左から2番目の画素の画素値C02は、式(66)で表される。

【0480】

50

$$\begin{aligned}
 C02 &= B02/v + B02/v + B02/v + F01/v \\
 &= \alpha 2 \cdot B02 + F01/v \\
 &= \alpha 2 \cdot N02 + F01/v
 \end{aligned}
 \tag{66}$$

ここで、 $\alpha 2$ は、フレーム#nの左から2番目の画素の混合比である。N02は、フレーム#n+1の左から2番目の画素の画素値である。

【0481】

式(66)を基に、フレーム#nの左から2番目の画素の前景の成分の和f02は、式(67)で表される。

【0482】

$$\begin{aligned}
 f02 &= F01/v \\
 &= C02 - \alpha 2 \cdot N02
 \end{aligned}
 \tag{67}$$

【0483】

同様に、フレーム#nの左から3番目の画素の前景の成分の和f03は、式(68)で表され、フレーム#nの左から4番目の画素の前景の成分の和f04は、式(69)で表される。

【0484】

$$f03 = C03 - \alpha 3 \cdot N03 \tag{68}$$

$$f04 = C04 - \alpha 4 \cdot N04 \tag{69}$$

【0485】

このように、アンカバードバックグラウンド領域に属する画素の画素値Cに含まれる前景の成分fuは、式(70)で計算される。

【0486】

$$f_u = C - \alpha \cdot N \tag{70}$$

Nは、1つ後のフレームの、対応する画素の画素値である。

【0487】

このように、分離部601は、領域情報に含まれる、カバードバックグラウンド領域を示す情報、およびアンカバードバックグラウンド領域を示す情報、並びに画素毎の混合比を基に、混合領域に属する画素から前景の成分、および背景の成分を分離することができる。

【0488】

図66は、以上で説明した処理を実行する分離部601の構成の一例を示すブロック図である。分離部601に入力された画像は、フレームメモリ621に供給され、混合比算出部104から供給されたカバードバックグラウンド領域およびアンカバードバックグラウンド領域を示す領域情報、並びに混合比は、分離処理ブロック622に入力される。

【0489】

フレームメモリ621は、入力された画像をフレーム単位で記憶する。フレームメモリ621は、処理の対象がフレーム#nであるとき、フレーム#nの1つ前のフレームであるフレーム#n-1、フレーム#n、およびフレーム#nの1つ後のフレームであるフレーム#n+1を記憶する。

【0490】

フレームメモリ621は、フレーム#n-1、フレーム#n、およびフレーム#n+1の対応する画素を分離処理ブロック622に供給する。

【0491】

分離処理ブロック622は、カバードバックグラウンド領域およびアンカバードバックグラウンド領域を示す領域情報、並びに混合比を基に、フレームメモリ621から供給されたフレーム#n-1、フレーム#n、およびフレーム#n+1の対応する画素の画素値に図64および図65を参照して説明した演算を適用して、フレーム#nの混合領域に属する画素から前景の成分および背景の成分を分離して、フレームメモリ623に供給する。

10

20

30

40

50

## 【0492】

分離処理ブロック622は、アンカバード領域処理部631、カバード領域処理部632、合成部633、および合成部634で構成されている。

## 【0493】

アンカバード領域処理部631の乗算器641は、混合比  $\alpha$  を、フレームメモリ621から供給されたフレーム#n+1の画素の画素値に乘じて、スイッチ642に出力する。スイッチ642は、フレームメモリ621から供給されたフレーム#nの画素（フレーム#n+1の画素に対応する）がアンカバードバックグラウンド領域であるとき、閉じられ、乗算器641から供給された混合比  $\alpha$  を乘じた画素値を演算器643および合成部634に供給する。スイッチ642から出力されるフレーム#n+1の画素の画素値に混合比  $\alpha$  を乘じた値は、フレーム#nの対応する画素の画素値の背景の成分に等しい。

10

## 【0494】

演算器643は、フレームメモリ621から供給されたフレーム#nの画素の画素値から、スイッチ642から供給された背景の成分を減じて、前景の成分を求める。演算器643は、アンカバードバックグラウンド領域に属する、フレーム#nの画素の前景の成分を合成部633に供給する。

## 【0495】

カバード領域処理部632の乗算器651は、混合比  $\beta$  を、フレームメモリ621から供給されたフレーム#n-1の画素の画素値に乘じて、スイッチ652に出力する。スイッチ652は、フレームメモリ621から供給されたフレーム#nの画素（フレーム#n-1の画素に対応する）がカバードバックグラウンド領域であるとき、閉じられ、乗算器651から供給された混合比  $\beta$  を乘じた画素値を演算器653および合成部634に供給する。スイッチ652から出力されるフレーム#n-1の画素の画素値に混合比  $\beta$  を乘じた値は、フレーム#nの対応する画素の画素値の背景の成分に等しい。

20

## 【0496】

演算器653は、フレームメモリ621から供給されたフレーム#nの画素の画素値から、スイッチ652から供給された背景の成分を減じて、前景の成分を求める。演算器653は、カバードバックグラウンド領域に属する、フレーム#nの画素の前景の成分を合成部633に供給する。

## 【0497】

合成部633は、フレーム#nの、演算器643から供給された、アンカバードバックグラウンド領域に属する画素の前景の成分、および演算器653から供給された、カバードバックグラウンド領域に属する画素の前景の成分を合成して、フレームメモリ623に供給する。

30

## 【0498】

合成部634は、フレーム#nの、スイッチ642から供給された、アンカバードバックグラウンド領域に属する画素の背景の成分、およびスイッチ652から供給された、カバードバックグラウンド領域に属する画素の背景の成分を合成して、フレームメモリ623に供給する。

## 【0499】

フレームメモリ623は、分離処理ブロック622から供給された、フレーム#nの混合領域の画素の前景の成分と、背景の成分とをそれぞれに記憶する。

40

## 【0500】

フレームメモリ623は、記憶しているフレーム#nの混合領域の画素の前景の成分、および記憶しているフレーム#nの混合領域の画素の背景の成分を出力する。

## 【0501】

特徴量である混合比  $\alpha$  を利用することにより、画素値に含まれる前景の成分と背景の成分とを完全に分離することが可能になる。

## 【0502】

合成部603は、分離部601から出力された、フレーム#nの混合領域の画素の前景の成

50

分と、前景領域に属する画素とを合成して前景成分画像を生成する。合成部605は、分離部601から出力された、フレーム#nの混合領域の画素の背景の成分と、背景領域に属する画素とを合成して背景成分画像を生成する。

【0503】

図67は、図63のフレーム#nに対応する、前景成分画像の例と、背景成分画像の例を示す図である。

【0504】

図67(A)は、図63のフレーム#nに対応する、前景成分画像の例を示す。最も左の画素、および左から14番目の画素は、前景と背景が分離される前において、背景の成分のみから成っていたので、画素値が0とされる。

10

【0505】

左から2番目乃至4番目の画素は、前景と背景とが分離される前において、アンカバードバックグラウンド領域に属し、背景の成分が0とされ、前景の成分がそのまま残されている。左から11番目乃至13番目の画素は、前景と背景とが分離される前において、カバーバックグラウンド領域に属し、背景の成分が0とされ、前景の成分がそのまま残されている。左から5番目乃至10番目の画素は、前景の成分のみから成るので、そのまま残される。

【0506】

図67(B)は、図63のフレーム#nに対応する、背景成分画像の例を示す。最も左の画素、および左から14番目の画素は、前景と背景とが分離される前において、背景の成分のみから成っていたので、そのまま残される。

20

【0507】

左から2番目乃至4番目の画素は、前景と背景とが分離される前において、アンカバードバックグラウンド領域に属し、前景の成分が0とされ、背景の成分がそのまま残されている。左から11番目乃至13番目の画素は、前景と背景とが分離される前において、カバーバックグラウンド領域に属し、前景の成分が0とされ、背景の成分がそのまま残されている。左から5番目乃至10番目の画素は、前景と背景とが分離される前において、前景の成分のみから成っていたので、画素値が0とされる。

【0508】

次に、図68に示すフローチャートを参照して、前景背景分離部105による前景と背景との分離の処理を説明する。ステップS601において、分離部601のフレームメモリ621は、入力画像を取得し、前景と背景との分離の対象となるフレーム#nを、その前のフレーム#n-1およびその後のフレーム#n+1と共に記憶する。

30

【0509】

ステップS602において、分離部601の分離処理ブロック622は、混合比算出部104から供給された領域情報を取得する。ステップS603において、分離部601の分離処理ブロック622は、混合比算出部104から供給された混合比を取得する。

【0510】

ステップS604において、アンカバード領域処理部631は、領域情報および混合比を基に、フレームメモリ621から供給された、アンカバードバックグラウンド領域に属する画素の画素値から、背景の成分を抽出する。

40

【0511】

ステップS605において、アンカバード領域処理部631は、領域情報および混合比を基に、フレームメモリ621から供給された、アンカバードバックグラウンド領域に属する画素の画素値から、前景の成分を抽出する。

【0512】

ステップS606において、カバー領域処理部632は、領域情報および混合比を基に、フレームメモリ621から供給された、カバーバックグラウンド領域に属する画素の画素値から、背景の成分を抽出する。

【0513】

50

ステップS 6 0 7において、カバード領域処理部 6 3 2は、領域情報および混合比 を基に、フレームメモリ 6 2 1から供給された、カバードバックグラウンド領域に属する画素の画素値から、前景の成分を抽出する。

【 0 5 1 4 】

ステップS 6 0 8において、合成部 6 3 3は、ステップS 6 0 5の処理で抽出されたアンカバードバックグラウンド領域に属する画素の前景の成分と、ステップS 6 0 7の処理で抽出されたカバードバックグラウンド領域に属する画素の前景の成分とを合成する。合成された前景の成分は、合成部 6 0 3に供給される。更に、合成部 6 0 3は、スイッチ 6 0 2を介して供給された前景領域に属する画素と、分離部 6 0 1から供給された前景の成分とを合成して、前景成分画像を生成する。

10

【 0 5 1 5 】

ステップS 6 0 9において、合成部 6 3 4は、ステップS 6 0 4の処理で抽出されたアンカバードバックグラウンド領域に属する画素の背景の成分と、ステップS 6 0 6の処理で抽出されたカバードバックグラウンド領域に属する画素の背景の成分とを合成する。合成された背景の成分は、合成部 6 0 5に供給される。更に、合成部 6 0 5は、スイッチ 6 0 4を介して供給された背景領域に属する画素と、分離部 6 0 1から供給された背景の成分とを合成して、背景成分画像を生成する。

【 0 5 1 6 】

ステップS 6 1 0において、合成部 6 0 3は、前景成分画像を出力する。ステップS 6 1 1において、合成部 6 0 5は、背景成分画像を出力し、処理は終了する。

20

【 0 5 1 7 】

このように、前景背景分離部 1 0 5は、領域情報および混合比 を基に、入力画像から前景の成分と、背景の成分とを分離し、前景の成分のみから成る前景成分画像、および背景の成分のみから成る背景成分画像を出力することができる。

【 0 5 1 8 】

次に、シャッタ時間算出部 1 0 6による、シャッタ時間の算出について説明する。

【 0 5 1 9 】

シャッタ時間算出部 1 0 6は、動き検出部 1 0 2から供給されたフレーム間動きベクトルに含まれる、x方向のフレーム間動き $v_{fx}$ 、およびy方向のフレーム間動き $v_{fy}$ 、並びに混合比算出部 1 0 4から供給されたシャッタ時間内動きベクトルに含まれる、x方向のシャッタ時間内動き $v_{ix}$ 、およびy方向のシャッタ時間内動き $v_{iy}$ を基に、シャッタ時間を算出する。

30

【 0 5 2 0 】

図 5 6に示すように、前景オブジェクトが等速で移動するという仮定が成立するので、シャッタ時間内動き量とフレーム間動き量との比率は、シャッタ時間とフレーム間隔時間との比率に等しい。

【 0 5 2 1 】

シャッタ時間算出部 1 0 6は、例えば、式( 7 1 )に示すように、シャッタ時間内動きに含まれる、x方向のシャッタ時間内動き $v_{ix}$ 、およびフレーム間動きベクトルに含まれる、x方向のフレーム間動き $v_{fx}$ を基に、フレーム間隔時間に対するシャッタ時間の比率 $S1$ を算出する。

40

【 0 5 2 2 】

$$S1=v_{ix}/v_{fx} \quad ( 7 1 )$$

【 0 5 2 3 】

例えば、x方向のシャッタ時間内動き $v_{ix}$ が5であり、x方向のフレーム間動き $v_{fx}$ が10であるとき、シャッタ時間算出部 1 0 6は、0.5である、フレーム間隔時間に対するシャッタ時間の比率 $S1$ を算出する。

【 0 5 2 4 】

または、シャッタ時間算出部 1 0 6は、例えば、式( 7 2 )に示すように、フレーム間動きベクトルに含まれる、x方向のフレーム間動き $v_{fx}$ 、およびy方向のフレーム間動き $v_{fy}$ 、

50

並びにシャッタ時間内動きベクトルに含まれる、x方向のシャッタ時間内動き $v_{ix}$ 、およびy方向のシャッタ時間内動き $v_{iy}$ を基に、フレーム間隔時間に対するシャッタ時間の比率 $S_2$ を算出する。

【0525】

$$S_2 = ((v_{ix}/v_{fx}) + (v_{iy}/v_{fy})) / 2 \quad (72)$$

【0526】

シャッタ時間算出部106は、例えば、式(73)に示すように、フレーム間動きベクトルに含まれる、x方向のフレーム間動き $v_{fx}$ 、およびy方向のフレーム間動き $v_{fy}$ 、並びにシャッタ時間内動きベクトルに含まれる、x方向のシャッタ時間内動き $v_{ix}$ 、およびy方向のシャッタ時間内動き $v_{iy}$ を基に、フレーム間隔時間に対するシャッタ時間の比率 $S_2$ を算出する。

10

【0527】

【数12】

$$S_3 = \frac{\sqrt{v_{ix}^2 + v_{iy}^2}}{\sqrt{v_{fx}^2 + v_{fy}^2}} \quad (73)$$

【0528】

シャッタ時間算出部106は、式(71)を基に、フレーム間隔時間に対するシャッタ時間の比率を算出するとき、式(72)または式(73)を基に、算出する場合に比較して、より簡単な演算で、比率を求めることができる。

20

【0529】

シャッタ時間算出部106は、式(72)または式(73)を基に、フレーム間隔時間に対するシャッタ時間の比率を算出するとき、式(71)を基に、算出する場合に比較して、より精度の高い比率を求めることができる。

【0530】

シャッタ時間算出部106は、フレーム間隔時間、および算出されたフレーム間隔時間に対するシャッタ時間の比率を基に、シャッタ時間を算出する。

【0531】

30

このように、シャッタ時間算出部106は、動き検出部102から供給されたフレーム間動きベクトルに含まれる、x方向のフレーム間動き $v_{fx}$ 、およびy方向のフレーム間動き $v_{fy}$ 、並びに混合比算出部104から供給されたシャッタ時間内動きベクトルに含まれる、x方向のシャッタ時間内動き $v_{ix}$ 、およびy方向のシャッタ時間内動き $v_{iy}$ を基に、シャッタ時間を算出することができる。

【0532】

次に、前景成分画像の動きボケの量の調整について説明する。

【0533】

図69は、動きボケ調整部107の構成の一例を示すブロック図である。混合比算出部104から供給されたシャッタ時間内動きベクトルとその位置情報は、処理単位決定部801、モデル化部802、および演算部805に供給される。領域特定部103から供給された領域情報は、処理単位決定部801に供給される。前景背景分離部105から供給された前景成分画像は、足し込み部804に供給される。

40

【0534】

処理単位決定部801は、シャッタ時間内動きベクトルとその位置情報、および領域情報を基に、処理単位を生成し、生成した処理単位をモデル化部802に供給する。処理単位決定部801は、生成した処理単位を足し込み部804に供給する。

【0535】

処理単位決定部801が生成する処理単位は、図70に例を示すように、前景成分画像のカバードバックグラウンド領域に対応する画素から始まり、アンカバードバックグラウン

50

ド領域に対応する画素までの動き方向に並ぶ連続する画素、またはアンカバードバックグラウンド領域に対応する画素から始まり、カバードバックグラウンド領域に対応する画素までの動き方向に並ぶ連続する画素を示す。処理単位は、例えば、左上点（処理単位で指定される画素であって、画像上で最も左または最も上に位置する画素の位置）および右下点の2つのデータから成る。

【0536】

モデル化部802は、シャッタ時間内動きベクトルおよび処理単位を基に、モデル化を実行する。より具体的には、例えば、モデル化部802は、処理単位に含まれる画素の数、画素値の時間方向の仮想分割数、および画素毎の前景の成分の数に対応する複数のモデルを予め記憶しておき、処理単位、および画素値の時間方向の仮想分割数を基に、図71に示すような、画素値と前景の成分との対応を指定するモデルを選択する。

10

【0537】

例えば、処理単位に対応する画素の数が12でありシャッタ時間内動き量 $v$ が5であるときにおいては、モデル化部802は、仮想分割数を5とし、最も左に位置する画素が1つの前景の成分を含み、左から2番目の画素が2つの前景の成分を含み、左から3番目の画素が3つの前景の成分を含み、左から4番目の画素が4つの前景の成分を含み、左から5番目の画素が5つの前景の成分を含み、左から6番目の画素が5つの前景の成分を含み、左から7番目の画素が5つの前景の成分を含み、左から8番目の画素が5つの前景の成分を含み、左から9番目の画素が4つの前景の成分を含み、左から10番目の画素が3つの前景の成分を含み、左から11番目の画素が2つの前景の成分を含み、左から12番目の画素が1つの前景の成分を含み、全体として8つの前景の成分から成るモデルを選択する。

20

【0538】

なお、モデル化部802は、予め記憶してあるモデルから選択するのではなく、シャッタ時間内動きベクトル、および処理単位が供給されたとき、シャッタ時間内動きベクトル、および処理単位を基に、モデルを生成するようにしてもよい。

【0539】

モデル化部802は、選択したモデルを方程式生成部803に供給する。

【0540】

方程式生成部803は、モデル化部802から供給されたモデルを基に、方程式を生成する。図71に示す前景成分画像のモデルを参照して、前景の成分の数が8であり、処理単位に対応する画素の数が12であり、シャッタ時間内動き量 $v$ が5であり、仮想分割数が5であるときの、方程式生成部803が生成する方程式について説明する。

30

【0541】

前景成分画像に含まれるシャッタ時間/ $v$ に対応する前景成分が $F01/v$ 乃至 $F08/v$ であるとき、 $F01/v$ 乃至 $F08/v$ と画素値 $C01$ 乃至 $C12$ との関係は、式(74)乃至式(85)で表される。

【0542】

- $C01 = F01/v$  (74)
- $C02 = F02/v + F01/v$  (75)
- $C03 = F03/v + F02/v + F01/v$  (76)
- $C04 = F04/v + F03/v + F02/v + F01/v$  (77)
- $C05 = F05/v + F04/v + F03/v + F02/v + F01/v$  (78)
- $C06 = F06/v + F05/v + F04/v + F03/v + F02/v$  (79)
- $C07 = F07/v + F06/v + F05/v + F04/v + F03/v$  (80)
- $C08 = F08/v + F07/v + F06/v + F05/v + F04/v$  (81)
- $C09 = F08/v + F07/v + F06/v + F05/v$  (82)
- $C10 = F08/v + F07/v + F06/v$  (83)
- $C11 = F08/v + F07/v$  (84)
- $C12 = F08/v$  (85)

40

50

## 【 0 5 4 3 】

方程式生成部 8 0 3 は、生成した方程式を変形して方程式を生成する。方程式生成部 8 0 3 が生成する方程式を、式 ( 8 6 ) 乃至式 ( 9 7 ) に示す。

## 【 0 5 4 4 】

$$C01=1 \cdot F01/v+0 \cdot F02/v+0 \cdot F03/v+0 \cdot F04/v+0 \cdot F05/v \\ +0 \cdot F06/v+0 \cdot F07/v+0 \cdot F08/v \quad (86)$$

$$C02=1 \cdot F01/v+1 \cdot F02/v+0 \cdot F03/v+0 \cdot F04/v+0 \cdot F05/v \\ +0 \cdot F06/v+0 \cdot F07/v+0 \cdot F08/v \quad (87)$$

$$C03=1 \cdot F01/v+1 \cdot F02/v+1 \cdot F03/v+0 \cdot F04/v+0 \cdot F05/v \\ +0 \cdot F06/v+0 \cdot F07/v+0 \cdot F08/v \quad (88)$$

$$C04=1 \cdot F01/v+1 \cdot F02/v+1 \cdot F03/v+1 \cdot F04/v+0 \cdot F05/v \\ +0 \cdot F06/v+0 \cdot F07/v+0 \cdot F08/v \quad (89)$$

$$C05=1 \cdot F01/v+1 \cdot F02/v+1 \cdot F03/v+1 \cdot F04/v+1 \cdot F05/v \\ +0 \cdot F06/v+0 \cdot F07/v+0 \cdot F08/v \quad (90)$$

$$C06=0 \cdot F01/v+1 \cdot F02/v+1 \cdot F03/v+1 \cdot F04/v+1 \cdot F05/v \\ +1 \cdot F06/v+0 \cdot F07/v+0 \cdot F08/v \quad (91)$$

$$C07=0 \cdot F01/v+0 \cdot F02/v+1 \cdot F03/v+1 \cdot F04/v+1 \cdot F05/v \\ +1 \cdot F06/v+1 \cdot F07/v+0 \cdot F08/v \quad (92)$$

$$C08=0 \cdot F01/v+0 \cdot F02/v+0 \cdot F03/v+1 \cdot F04/v+1 \cdot F05/v \\ +1 \cdot F06/v+1 \cdot F07/v+1 \cdot F08/v \quad (93)$$

$$C09=0 \cdot F01/v+0 \cdot F02/v+0 \cdot F03/v+0 \cdot F04/v+1 \cdot F05/v \\ +1 \cdot F06/v+1 \cdot F07/v+1 \cdot F08/v \quad (94)$$

$$C10=0 \cdot F01/v+0 \cdot F02/v+0 \cdot F03/v+0 \cdot F04/v+0 \cdot F05/v \\ +1 \cdot F06/v+1 \cdot F07/v+1 \cdot F08/v \quad (95)$$

$$C11=0 \cdot F01/v+0 \cdot F02/v+0 \cdot F03/v+0 \cdot F04/v+0 \cdot F05/v \\ +0 \cdot F06/v+1 \cdot F07/v+1 \cdot F08/v \quad (96)$$

$$C12=0 \cdot F01/v+0 \cdot F02/v+0 \cdot F03/v+0 \cdot F04/v+0 \cdot F05/v \\ +0 \cdot F06/v+0 \cdot F07/v+1 \cdot F08/v \quad (97)$$

式 ( 8 6 ) 乃至式 ( 9 7 ) は、式 ( 9 8 ) として表すこともできる。

## 【 0 5 4 5 】

## 【 数 1 3 】

$$C_j = \sum_{i=01}^{08} a_{ij} \cdot F_{i/v} \quad (98)$$

## 【 0 5 4 6 】

式 ( 9 8 ) において、j は、画素の位置を示す。この例において、j は、1 乃至 1 2 のいずれか 1 つの値を有する。また、i は、前景値の位置を示す。この例において、i は、1 乃至 8 のいずれか 1 つの値を有する。a<sub>ij</sub> は、i および j の値に対応して、0 または 1 の値を有する。

10

20

30

40

50

【 0 5 4 7 】

誤差を考慮して表現すると、式 ( 9 8 ) は、式 ( 9 9 ) のように表すことができる。

【 0 5 4 8 】

【 数 1 4 】

$$C_j = \sum_{i=01}^{08} a_{ij} \cdot F_{i/v} + e_j \quad (99)$$

【 0 5 4 9 】

式 ( 9 9 ) において、 $e_j$  は、注目画素  $C_j$  に含まれる誤差である。

【 0 5 5 0 】

10

式 ( 9 9 ) は、式 ( 1 0 0 ) に書き換えることができる。

【 0 5 5 1 】

【 数 1 5 】

$$e_j = C_j - \sum_{i=01}^{08} a_{ij} \cdot F_{i/v} \quad (100)$$

【 0 5 5 2 】

ここで、最小自乗法を適用するため、誤差の自乗和  $E$  を式 ( 1 0 1 ) に示すように定義する。

【 0 5 5 3 】

20

【 数 1 6 】

$$E = \sum_{j=01}^{12} e_j^2 \quad (101)$$

【 0 5 5 4 】

誤差が最小になるためには、誤差の自乗和  $E$  に対する、変数  $F_k$  による偏微分の値が 0 になればよい。式 ( 1 0 2 ) を満たすように  $F_k$  を求める。

【 0 5 5 5 】

【 数 1 7 】

30

$$\begin{aligned} \frac{\partial E}{\partial F_k} &= 2 \cdot \sum_{j=01}^{12} e_j \cdot \frac{\partial e_j}{\partial F_k} \\ &= 2 \cdot \sum_{j=01}^{12} \left\{ \left( C_j - \sum_{i=01}^{08} a_{ij} \cdot F_{i/v} \right) \cdot (-a_{kj/v}) \right\} = 0 \end{aligned} \quad (102)$$

【 0 5 5 6 】

式 ( 1 0 2 ) において、シャッタ時間内動き量  $v$  は固定値であるから、式 ( 1 0 3 ) を導くことができる。

【 0 5 5 7 】

40

【 数 1 8 】

$$\sum_{j=01}^{12} a_{kj} \cdot \left( C_j - \sum_{i=01}^{08} a_{ij} \cdot F_{i/v} \right) = 0 \quad (103)$$

【 0 5 5 8 】

式 ( 1 0 3 ) を展開して、移項すると、式 ( 1 0 4 ) を得る。

【 0 5 5 9 】

【 数 1 9 】

$$\sum_{j=01}^{12} (a_{kj} \cdot \sum_{i=01}^{08} a_{ij} \cdot F_i) = v \cdot \sum_{j=01}^{12} a_{kj} \cdot C_j \tag{104}$$

【 0 5 6 0 】

式 ( 1 0 4 ) のkに 1 乃至 8 の整数のいずれか 1 つを代入して得られる 8 つの式に展開する。得られた 8 つの式を、行列により 1 つの式により表すことができる。この式を正規方程式と呼ぶ。

【 0 5 6 1 】

このような最小自乗法に基づく、方程式生成部 8 0 3 が生成する正規方程式の例を式 ( 1 0 5 ) に示す。

【 0 5 6 2 】

【数 2 0 】

$$\begin{bmatrix} 5 & 4 & 3 & 2 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 4 & 5 & 4 & 3 & 2 & 1 & 0 & 0 \\ 3 & 4 & 5 & 4 & 3 & 2 & 1 & 0 \\ 2 & 3 & 4 & 5 & 4 & 3 & 2 & 1 \\ 1 & 2 & 3 & 4 & 5 & 4 & 3 & 2 \\ 0 & 1 & 2 & 3 & 4 & 5 & 4 & 3 \\ 0 & 0 & 1 & 2 & 3 & 4 & 5 & 4 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 2 & 3 & 4 & 5 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} F01 \\ F02 \\ F03 \\ F04 \\ F05 \\ F06 \\ F07 \\ F08 \end{bmatrix} = v \cdot \begin{bmatrix} \sum_{i=08}^{12} C_i \\ \sum_{i=07}^{11} C_i \\ \sum_{i=06}^{10} C_i \\ \sum_{i=05}^{09} C_i \\ \sum_{i=04}^{08} C_i \\ \sum_{i=03}^{07} C_i \\ \sum_{i=02}^{06} C_i \\ \sum_{i=01}^{05} C_i \end{bmatrix} \tag{105}$$

【 0 5 6 3 】

式 ( 1 0 5 ) を  $A \cdot F = v \cdot C$  と表すと、 $C, A, v$  が既知であり、 $F$  は未知である。また、 $A, v$  は、モデル化の時点で既知だが、 $C$  は、足し込み動作において画素値を入力することで既知となる。

【 0 5 6 4 】

最小自乗法に基づく正規方程式により前景成分を算出することにより、画素  $C$  に含まれている誤差を分散させることができる。

【 0 5 6 5 】

方程式生成部 8 0 3 は、このように生成された正規方程式を足し込み部 8 0 4 に供給する。

【 0 5 6 6 】

足し込み部 8 0 4 は、処理単位決定部 8 0 1 から供給された処理単位を基に、前景成分画像に含まれる画素値  $C$  を、方程式生成部 8 0 3 から供給された行列の式に設定する。足し込み部 8 0 4 は、画素値  $C$  を設定した行列を演算部 8 0 5 に供給する。

【 0 5 6 7 】

演算部 8 0 5 は、掃き出し法 ( Gauss-Jordan の消去法 ) などの解法に基づく処理により、動きボケが除去された前景成分  $F_i / v$  を算出して、動きボケが除去された前景の画素値である、0 乃至 8 の整数のいずれかの  $i$  に対応する  $F_i$  を算出して、図 7 2 に例を示す、動きボケが除去された画素値である  $F_i$  から成る、動きボケが除去された前景成分画像を動きボケ付加部 8 0 6 および選択部 8 0 7 に出力する。

【 0 5 6 8 】

なお、図 7 2 に示す動きボケが除去された前景成分画像において、 $C03$  乃至  $C10$  のそれぞれに  $F01$  乃至  $F08$  のそれぞれが設定されているのは、画面に対する前景成分画像の位置を変化

10

20

30

40

50

させないためであり、任意の位置に対応させることができる。

【0569】

動きボケ付加部806は、シャッタ時間算出部106から供給されたシャッタ時間を基に、動きボケ調整量v'を生成する。例えば、動きボケ付加部806は、予め記憶しているフレーム間隔時間を、シャッタ時間算出部106から供給されたシャッタ時間で除算し、除算の結果を混合比算出部104から供給されたシャッタ時間内動きに乗算することにより、動きボケ調整量v'を生成する。

【0570】

動きボケ付加部806は、シャッタ時間内動き量vとは異なる値の動きボケ調整量v'、例えば、シャッタ時間内動き量vの半分の値の動きボケ調整量v'や、シャッタ時間内動き量vと無関係の値の動きボケ調整量v'を与えることで、動きボケの量を調整することができる。例えば、図73に示すように、動きボケ付加部806は、動きボケが除去された前景の画素値Fiを動きボケ調整量v'で除すことにより、前景成分Fi/v'を算出して、前景成分Fi/v'の和を算出して、動きボケの量が調整された画素値を生成する。例えば、動きボケ調整量v'が3のとき、画素値C02は、(F01)/v'とされ、画素値C03は、(F01+F02)/v'とされ、画素値C04は、(F01+F02+F03)/v'とされ、画素値C05は、(F02+F03+F04)/v'とされる。

10

【0571】

動きボケ付加部806は、動きボケの量を調整した前景成分画像を選択部807に供給する。

20

【0572】

選択部807は、例えば使用者の選択に対応した選択信号を基に、演算部805から供給された動きボケが除去された前景成分画像、および動きボケ付加部806から供給された動きボケの量が調整された前景成分画像のいずれか一方を選択して、選択した前景成分画像を出力する。

【0573】

このように、動きボケ調整部107は、選択信号および動きボケ調整量v'を基に、動きボケの量を調整することができる。

【0574】

また、例えば、図74に示すように、処理単位に対応する画素の数が8であり、シャッタ時間内動き量vが4であるとき、動きボケ調整部107は、式(106)に示す行列の式を生成する。

30

【0575】

【数21】

$$\begin{bmatrix} 4 & 3 & 2 & 1 & 0 \\ 3 & 4 & 3 & 2 & 1 \\ 2 & 3 & 4 & 3 & 2 \\ 1 & 2 & 3 & 4 & 3 \\ 0 & 1 & 2 & 3 & 4 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} F01 \\ F02 \\ F03 \\ F04 \\ F05 \end{bmatrix} = v \cdot \begin{bmatrix} \sum_{i=05}^{08} Ci \\ \sum_{i=04}^{07} Ci \\ \sum_{i=03}^{06} Ci \\ \sum_{i=02}^{05} Ci \\ \sum_{i=01}^{04} Ci \end{bmatrix} \tag{106}$$

40

【0576】

動きボケ調整部107は、このように処理単位の長さに対応した数の式を立てて、動きボケの量が調整された画素値であるFiを算出する。同様に、例えば、処理単位に含まれる画素の数が100あるとき、100個の画素に対応する式を生成して、Fiを算出する。

【0577】

図75は、動きボケ調整部107の他の構成を示す図である。図69に示す場合と同様の

50

部分には同一の番号を付してあり、その説明は省略する。

【0578】

選択部821は、シャッタ時間算出部106から供給されたシャッタ時間を基に、動きボケ調整量 $v'$ を生成する。

【0579】

選択部821は、選択信号を基に、入力されたシャッタ時間内動きベクトルとその位置信号をそのまま処理単位決定部801およびモデル化部802に供給するか、またはシャッタ時間内動きベクトルの大きさを動きボケ調整量 $v'$ に置き換えて、その大きさが動きボケ調整量 $v'$ に置き換えられたシャッタ時間内動きベクトルとその位置信号を処理単位決定部801およびモデル化部802に供給する。

10

【0580】

このようにすることで、図75の動きボケ調整部107の処理単位決定部801乃至演算部805は、シャッタ時間内動き量 $v$ と動きボケ調整量 $v'$ との値に対応して、動きボケの量を調整することができる。例えば、シャッタ時間内動き量 $v$ が5であり、動きボケ調整量 $v'$ が3であるとき、図75の動きボケ調整部107の処理単位決定部801乃至演算部805は、図71に示すシャッタ時間内動き量 $v$ が5である前景成分画像に対して、3である動きボケ調整量 $v'$ に対応する図73に示すようなモデルに従って、演算を実行し、(シャッタ時間内動き量 $v$ )/(動きボケ調整量 $v'$ )=5/3、すなわちほぼ1.7のシャッタ時間内動き量 $v$ に応じた動きボケを含む画像を算出する。なお、この場合、算出される画像は、3であるシャッタ時間内動き量 $v$ に対応した動きボケを含むのではないので、動きボケ付加部806の結果とはシャッタ時間内動き量 $v$ と動きボケ調整量 $v'$ の関係の意味合いが異なる点に注意が必要である。

20

【0581】

以上のように、動きボケ調整部107は、シャッタ時間内動き量 $v$ および処理単位に対応して、式を生成し、生成した式に前景成分画像の画素値を設定して、動きボケの量が調整された前景成分画像を算出する。

【0582】

次に、図76のフローチャートを参照して、動きボケ調整部107による前景成分画像に含まれる動きボケの量の調整の処理を説明する。

【0583】

ステップS801において、動きボケ調整部107の処理単位決定部801は、シャッタ時間内動きベクトルおよび領域情報を基に、処理単位を生成し、生成した処理単位をモデル化部802に供給する。

30

【0584】

ステップS802において、動きボケ調整部107のモデル化部802は、シャッタ時間内動き量 $v$ および処理単位に対応して、モデルの選択や生成を行う。ステップS803において、方程式生成部803は、選択されたモデルを基に、正規方程式を作成する。

【0585】

ステップS804において、足し込み部804は、作成された正規方程式に前景成分画像の画素値を設定する。ステップS805において、足し込み部804は、処理単位に対応する全ての画素の画素値の設定を行ったか否かを判定し、処理単位に対応する全ての画素の画素値の設定を行っていないと判定された場合、ステップS804に戻り、正規方程式への画素値の設定の処理を繰り返す。

40

【0586】

ステップS805において、処理単位の全ての画素の画素値の設定を行ったと判定された場合、ステップS806に進み、演算部805は、足し込み部804から供給された画素値が設定された正規方程式を基に、動きボケの量を調整した前景の画素値を算出して、処理は終了する。

【0587】

このように、動きボケ調整部107は、シャッタ時間、シャッタ時間内動きベクトル、お

50

よび領域情報を基に、動きボケを含む前景画像の動きボケの量を調整することができる。

【0588】

すなわち、サンプルデータである画素値に含まれる動きボケの量を調整することができる。

【0589】

図77は、動きボケ調整部107の構成の他の一例を示すブロック図である。混合比算出部104から供給されたシャッタ時間内動きベクトルとその位置情報は、処理単位決定部901および補正部905に供給され、領域特定部103から供給された領域情報は、処理単位決定部901に供給される。前景背景分離部105から供給された前景成分画像は、演算部904に供給される。

【0590】

処理単位決定部901は、シャッタ時間内動きベクトルとその位置情報、および領域情報を基に、処理単位を生成し、シャッタ時間内動きベクトルと共に、生成した処理単位をモデル化部902に供給する。

【0591】

モデル化部902は、シャッタ時間内動きベクトルおよび入力された処理単位を基に、モデル化を実行する。より具体的には、例えば、モデル化部902は、処理単位に含まれる画素の数、画素値の時間方向の仮想分割数、および画素毎の前景の成分の数に対応する複数のモデルを予め記憶しておき、処理単位、および画素値の時間方向の仮想分割数を基に、図78に示すような、画素値と前景の成分との対応を指定するモデルを選択する。

【0592】

例えば、処理単位に対応する画素の数が12でありシャッタ時間内動き量 $v$ が5であるときにおいては、モデル化部902は、仮想分割数を5とし、最も左に位置する画素が1つの前景の成分を含み、左から2番目の画素が2つの前景の成分を含み、左から3番目の画素が3つの前景の成分を含み、左から4番目の画素が4つの前景の成分を含み、左から5番目の画素が5つの前景の成分を含み、左から6番目の画素が5つの前景の成分を含み、左から7番目の画素が5つの前景の成分を含み、左から8番目の画素が5つの前景の成分を含み、左から9番目の画素が4つの前景の成分を含み、左から10番目の画素が3つの前景の成分を含み、左から11番目の画素が2つの前景の成分を含み、左から12番目の画素が1つの前景の成分を含み、全体として8つの前景の成分から成るモデルを選択する。

【0593】

なお、モデル化部902は、予め記憶してあるモデルから選択するのではなく、シャッタ時間内動きベクトル、および処理単位が供給されたとき、シャッタ時間内動きベクトル、および処理単位を基に、モデルを生成するようにしてもよい。

【0594】

方程式生成部903は、モデル化部902から供給されたモデルを基に、方程式を生成する。

【0595】

図78乃至図80に示す前景成分画像のモデルを参照して、前景の成分の数が8であり、処理単位に対応する画素の数が12であり、シャッタ時間内動き量 $v$ が5であるときの、方程式生成部903が生成する方程式の例について説明する。

【0596】

前景成分画像に含まれるシャッタ時間 $v$ に対応する前景成分が $F01/v$ 乃至 $F08/v$ であるとき、 $F01/v$ 乃至 $F08/v$ と画素値 $C01$ 乃至 $C12$ との関係は、上述したように、式(74)乃至式(85)で表される。

【0597】

画素値 $C12$ および $C11$ に注目すると、画素値 $C12$ は、式(107)に示すように、前景の成分 $F08/v$ のみを含み、画素値 $C11$ は、前景の成分 $F08/v$ および前景の成分 $F07/v$ の積和から成る。従って、前景の成分 $F07/v$ は、式(108)で求めることができる。

10

20

30

40

50

## 【 0 5 9 8 】

$$F08/v=C12 \quad ( 1 0 7 )$$

$$F07/v=C11-C12 \quad ( 1 0 8 )$$

## 【 0 5 9 9 】

同様に、画素値C10乃至C01に含まれる前景の成分を考慮すると、前景の成分F06/v乃至F01/vは、式(109)乃至式(114)により求めることができる。

## 【 0 6 0 0 】

$$F06/v=C10-C11 \quad ( 1 0 9 )$$

$$F05/v=C09-C10 \quad ( 1 1 0 )$$

$$F04/v=C08-C09 \quad ( 1 1 1 )$$

$$F03/v=C07-C08+C12 \quad ( 1 1 2 )$$

$$F02/v=C06-C07+C11-C12 \quad ( 1 1 3 )$$

$$F01/v=C05-C06+C10-C11 \quad ( 1 1 4 )$$

10

## 【 0 6 0 1 】

方程式生成部903は、式(107)乃至式(114)に例を示す、画素値の差により前景の成分を算出するための方程式を生成する。方程式生成部903は、生成した方程式を演算部904に供給する。

## 【 0 6 0 2 】

演算部904は、方程式生成部903から供給された方程式に前景成分画像の画素値を設定して、画素値を設定した方程式を基に、前景の成分を算出する。演算部904は、例えば、式(107)乃至式(114)が方程式生成部903から供給されたとき、式(107)乃至式(114)に画素値C05乃至C12を設定する。

20

## 【 0 6 0 3 】

演算部904は、画素値が設定された式に基づき、前景の成分を算出する。例えば、演算部904は、画素値C05乃至C12が設定された式(107)乃至式(114)に基づく演算により、図79に示すように、前景の成分F01/v乃至F08/vを算出する。演算部904は、前景の成分F01/v乃至F08/vを補正部905に供給する。

## 【 0 6 0 4 】

補正部905は、演算部904から供給された前景の成分に、混合比算出部104から供給されたシャッタ時間内動きベクトルに含まれるシャッタ時間内動き量vを乗じて、動きボケを除去した前景の画素値を算出する。例えば、補正部905は、演算部904から供給された前景の成分F01/v乃至F08/vが供給されたとき、前景の成分F01/v乃至F08/vのそれぞれに、5であるシャッタ時間内動き量vを乗じることにより、図80に示すように、動きボケを除去した前景の画素値F01乃至F08を算出する。

30

## 【 0 6 0 5 】

補正部905は、以上のように算出された、動きボケを除去した前景の画素値から成る前景成分画像を動きボケ付加部906および選択部907に供給する。

## 【 0 6 0 6 】

動きボケ付加部906は、シャッタ時間を基に生成した、シャッタ時間内動き量vとは異なる値の動きボケ調整量v'、例えば、シャッタ時間内動き量vの半分の値の動きボケ調整量v'、シャッタ時間内動き量vと無関係の値の動きボケ調整量v'で、動きボケの量を調整することができる。例えば、図73に示すように、動きボケ付加部906は、動きボケが除去された前景の画素値Fiを動きボケ調整量v'で除算することにより、前景成分Fi/v'を算出して、前景成分Fi/v'の和を算出して、動きボケの量が調整された画素値を生成する。例えば、動きボケ調整量v'が3のとき、画素値C02は、(F01)/v'とされ、画素値C03は、(F01+F02)/v'とされ、画素値C04は、(F01+F02+F03)/v'とされ、画素値C05は、(F02+F03+F04)/v'とされる。

40

## 【 0 6 0 7 】

動きボケ付加部906は、シャッタ時間を基に、動きボケの量を調整した前景成分画像を選択部907に供給する。

50

## 【0608】

選択部907は、例えば使用者の選択に対応した選択信号を基に、補正部905から供給された動きボケが除去された前景成分画像、および動きボケ付加部906から供給された動きボケの量が調整された前景成分画像のいずれか一方を選択して、選択した前景成分画像を出力する。

## 【0609】

このように、動きボケ調整部107は、選択信号および動きボケ調整量 $v'$ を基に、動きボケの量を調整することができる。

## 【0610】

次に、図77に構成を示す動きボケ調整部107による前景の動きボケの量の調整の処理を図81のフローチャートを参照して説明する。

10

## 【0611】

ステップS901において、動きボケ調整部107の処理単位決定部901は、シャッタ時間内動きベクトルおよび領域情報を基に、処理単位を生成し、生成した処理単位をモデル化部902および補正部905に供給する。

## 【0612】

ステップS902において、動きボケ調整部107のモデル化部902は、シャッタ時間内動き量 $v$ および処理単位に対応して、モデルの選択や生成を行う。ステップS903において、方程式生成部903は、選択または生成されたモデルを基に、前景成分画像の画素値の差により前景の成分を算出するための方程式を生成する。

20

## 【0613】

ステップS904において、演算部904は、作成された方程式に前景成分画像の画素値を設定し、画素値が設定された方程式を基に、画素値の差分から前景の成分を抽出する。ステップS905において、演算部904は、処理単位に対応する全ての前景の成分を抽出したか否かを判定し、処理単位に対応する全ての前景の成分を抽出していないと判定された場合、ステップS904に戻り、前景の成分を抽出の処理を繰り返す。

## 【0614】

ステップS905において、処理単位に対応する全ての前景の成分を抽出したと判定された場合、ステップS906に進み、補正部905は、シャッタ時間内動き量 $v$ を基に、演算部904から供給された前景の成分 $F01/v$ 乃至 $F08/v$ のそれぞれを補正して、動きボケを除去した前景の画素値 $F01$ 乃至 $F08$ を算出する。

30

## 【0615】

ステップS907において、動きボケ付加部906は、動きボケの量を調整した前景の画素値を算出して、選択部907は、動きボケが除去された画像または動きボケの量が調整された画像のいずれかを選択して、選択した画像を出力して、処理は終了する。

## 【0616】

このように、図77に構成を示す動きボケ調整部107は、より簡単な演算で、より迅速に、動きボケを含む前景画像から動きボケを調整することができる。

## 【0617】

ウィナー・フィルタなど従来の動きボケを部分的に除去する手法が、理想状態では効果が認められるが、量子化され、ノイズを含んだ実際の画像に対して十分な効果が得られないのに対し、図77に構成を示す動きボケ調整部107においても、量子化され、ノイズを含んだ実際の画像に対しても十分な効果が認められ、精度の良い動きボケの除去が可能となる。

40

## 【0618】

図82は、合成部108の構成を示すブロック図である。背景成分生成部1021は、混合比および任意の背景画像を基に、背景成分画像を生成して、混合領域画像合成部1022に供給する。

## 【0619】

混合領域画像合成部1022は、背景成分生成部1021から供給された背景成分画像と

50

前景成分画像とを合成することにより、混合領域合成画像を生成して、生成した混合領域合成画像を画像合成部 1 0 2 3 に供給する。

【 0 6 2 0 】

画像合成部 1 0 2 3 は、領域情報を基に、前景成分画像、混合領域画像合成部 1 0 2 2 から供給された混合領域合成画像、および任意の背景画像を合成して、合成画像を生成して出力する。

【 0 6 2 1 】

このように、合成部 1 0 8 は、前景成分画像を、任意の背景画像に合成することができる。

【 0 6 2 2 】

特徴量である混合比 を基に前景成分画像を任意の背景画像と合成して得られた画像は、単に画素を合成した画像に比較し、より自然なものと成る。

【 0 6 2 3 】

以上のように、図 2 に構成を示す画像処理装置は、入力画像から前景成分画像を分離し、分離された前景成分画像に含まれる動きボケの量を調整して、所望の背景画像と合成することができる。

【 0 6 2 4 】

図 8 3 は、動きボケの量を調整する画像処理装置の機能の他の構成を示すブロック図である。図 2 に示す画像処理装置が領域特定と混合比 の算出を順番に行うのに対して、図 8 4 に示す画像処理装置は、領域特定と混合比 の算出を並行して行う。

【 0 6 2 5 】

図 2 のブロック図に示す機能と同様の部分には同一の番号を付してあり、その説明は省略する。

【 0 6 2 6 】

入力画像は、オブジェクト抽出部 1 0 1、領域特定部 1 0 3、混合比算出部 1 1 0 1、および前景背景分離部 1 1 0 2 に供給される。

【 0 6 2 7 】

領域特定部 1 0 3 は、入力画像を基に、領域情報を生成して、生成した領域情報を前景背景分離部 1 1 0 2、動きボケ調整部 1 0 7、および合成部 1 1 0 3 に供給する。

【 0 6 2 8 】

混合比算出部 1 1 0 1 は、入力画像を基に、画素がカバードバックグラウンド領域に属すると仮定した場合における推定混合比、および画素がアンカバードバックグラウンド領域に属すると仮定した場合における推定混合比を、入力画像に含まれる画素のそれぞれに対して算出し、算出した、画素がカバードバックグラウンド領域に属すると仮定した場合における推定混合比、および画素がアンカバードバックグラウンド領域に属すると仮定した場合における推定混合比を前景背景分離部 1 1 0 2 に供給する。

【 0 6 2 9 】

混合比算出部 1 1 0 1 は、画素がカバードバックグラウンド領域に属すると仮定した場合における推定混合比、画素がアンカバードバックグラウンド領域に属すると仮定した場合における推定混合比を基に、シャッタ時間内動きベクトルを生成し、生成したシャッタ時間内動きベクトルをシャッタ時間算出部 1 0 6 および動きボケ調整部 1 0 7 に供給する。

【 0 6 3 0 】

図 8 5 は、混合比算出部 1 1 0 1 の構成の一例を示すブロック図である。

【 0 6 3 1 】

図 8 5 に示す推定混合比処理部 4 0 1 は、図 4 9 に示す推定混合比処理部 4 0 1 と同じである。図 8 5 に示す推定混合比処理部 4 0 2 は、図 4 9 に示す推定混合比処理部 4 0 2 と同じである。

【 0 6 3 2 】

推定混合比処理部 4 0 1 は、入力画像を基に、カバードバックグラウンド領域のモデルに対応する演算により、画素毎に推定混合比を算出して、算出した推定混合比を出力する。

10

20

30

40

50

推定混合比処理部 4 0 1 は、算出された推定混合比を基に、推定動きベクトルを算出して、算出した推定混合比および推定動きベクトルを選択部 1 1 1 1 に供給する。

【 0 6 3 3 】

推定混合比処理部 4 0 2 は、入力画像を基に、アンカバードバックグラウンド領域のモデルに対応する演算により、画素毎に推定混合比を算出して、算出した推定混合比を出力する。推定混合比処理部 4 0 2 は、算出された推定混合比を基に、推定動きベクトルを算出して、算出した推定混合比および推定動きベクトルを選択部 1 1 1 1 に供給する。

【 0 6 3 4 】

選択部 1 1 1 1 は、0 を越え、1 未満である推定混合比に対応する推定動きベクトルを選択し、選択した推定動きベクトルをシャッタ時間内動きベクトルに設定して、出力する。

10

【 0 6 3 5 】

前景背景分離部 1 1 0 2 は、混合比算出部 1 1 0 1 から供給された、画素がカバードバックグラウンド領域に属すると仮定した場合における推定混合比、および画素がアンカバードバックグラウンド領域に属すると仮定した場合における推定混合比、並びに領域特定部 1 0 3 から供給された領域情報を基に、入力画像から前景成分画像を生成し、生成した前景成分画像を動きボケ調整部 1 1 0 3 に供給する。

【 0 6 3 6 】

図 8 5 は、前景背景分離部 1 1 0 2 の構成の一例を示すブロック図である。

【 0 6 3 7 】

図 6 1 に示す前景背景分離部 1 0 5 と同様の部分には同一の番号を付してあり、その説明は省略する。

20

【 0 6 3 8 】

選択部 1 1 2 1 は、領域特定部 1 0 3 から供給された領域情報を基に、混合比算出部 1 1 0 1 から供給された、画素がカバードバックグラウンド領域に属すると仮定した場合における推定混合比、および画素がアンカバードバックグラウンド領域に属すると仮定した場合における推定混合比のいずれか一方を選択して、選択した推定混合比を混合比として分離部 6 0 1 に供給する。

【 0 6 3 9 】

分離部 6 0 1 は、選択部 1 1 2 1 から供給された混合比 および領域情報を基に、混合領域に属する画素の画素値から前景の成分および背景の成分を抽出し、抽出した前景の成分を合成部 6 0 3 に供給すると共に、背景の成分を合成部 6 0 5 に供給する。

30

【 0 6 4 0 】

分離部 6 0 1 は、図 6 6 に示す構成と同じ構成とすることができる。

【 0 6 4 1 】

合成部 6 0 3 は、前景成分画像を合成して、出力する。合成部 6 0 5 は、背景成分画像を合成して出力する。

【 0 6 4 2 】

動きボケ調整部 1 0 7 は、領域特定部 1 0 3 から供給された領域情報、混合比算出部 1 1 0 1 から供給されたシャッタ時間内動きベクトル、およびシャッタ時間算出部 1 0 6 から供給されたシャッタ時間を基に、前景背景分離部 1 1 0 2 から供給された前景成分画像に含まれる動きボケの量を調整して、動きボケの量を調整した前景成分画像を合成部 1 1 0 3 に供給する。

40

【 0 6 4 3 】

合成部 1 1 0 3 は、混合比算出部 1 1 0 1 から供給された、画素がカバードバックグラウンド領域に属すると仮定した場合における推定混合比、および画素がアンカバードバックグラウンド領域に属すると仮定した場合における推定混合比、並びに領域特定部 1 0 3 から供給された領域情報を基に、動きボケ調整部 1 0 7 から供給された、動きボケが調整された前景成分画像と任意の背景画像とを合成し、合成された合成画像を出力する。

【 0 6 4 4 】

図 8 6 は、合成部 1 1 0 3 の構成を示すブロック図である。

50

## 【0645】

図82に示す場合と同様の部分には、同一の番号を付してあり、その説明は省略する。

## 【0646】

選択部1131は、領域特定部103から供給された領域情報を基に、混合比算出部1101から供給された、画素がカバードバックグラウンド領域に属すると仮定した場合における推定混合比、および画素がアンカバードバックグラウンド領域に属すると仮定した場合における推定混合比のいずれか一方を選択して、選択した推定混合比を混合比として背景成分生成部1021に供給する。

## 【0647】

このように、図83に構成を示す画像処理装置は、入力画像に含まれる前景のオブジェクトに対応する画像に対して、その画像に含まれる動きボケの量を調整して出力することができる。

10

## 【0648】

なお、混合比は、画素値に含まれる背景の成分の割合として説明したが、画素値に含まれる前景の成分の割合としてもよい。

## 【0649】

また、前景となるオブジェクトの動きの方向は左から右として説明したが、その方向に限定されないことは勿論である。

## 【0650】

以上においては、3次元空間と時間軸情報を有する現実空間の画像をビデオカメラを用いて2次元空間と時間軸情報を有する時空間への射影を行った場合を例としたが、本発明は、この例に限らず、より多くの第1の次元の第1の情報を、より少ない第2の次元の第2の情報に射影した場合に、その射影によって発生する歪みを補正したり、有意情報を抽出したり、またはより自然に画像を合成する場合に適應することが可能である。

20

## 【0651】

なお、センサは、CCDに限らず、固体撮像素子である、例えば、BBD (Bucket Brigade Device)、CID (Charge Injection Device)、またはCPD (Charge Priming Device) などのセンサでもよく、また、検出素子がマトリックス状に配置されているセンサに限らず、検出素子が1列に並んでいるセンサでもよい。

## 【0652】

本発明の信号処理を行うプログラムを記録した記録媒体は、図1に示すように、コンピュータとは別に、ユーザにプログラムを提供するために配布される、プログラムが記録されている磁気ディスク51 (フロッピ (登録商標) ディスクを含む)、光ディスク52 (CD-ROM (Compact Disc-Read Only Memory)、DVD (Digital Versatile Disc) を含む)、光磁気ディスク53 (MD (Mini-Disc) (商標) を含む)、もしくは半導体メモリ54などよりなるパッケージメディアにより構成されるだけでなく、コンピュータに予め組み込まれた状態でユーザに提供される、プログラムが記録されているROM22や、記憶部28に含まれるハードディスクなどで構成される。

30

## 【0653】

なお、本明細書において、記録媒体に記録されるプログラムを記述するステップは、記載された順序に沿って時系列的に行われる処理はもちろん、必ずしも時系列的に処理されなくとも、並列的あるいは個別に実行される処理をも含むものである。

40

## 【0654】

## 【発明の効果】

本発明の画像処理装置および方法、記録媒体、並びにプログラムによれば、既に撮像された画像の露光時間を検出することができるようになる。

## 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る画像処理装置の一実施の形態を示す図である。

【図2】画像処理装置の構成を示すブロック図である。

【図3】センサによる撮像を説明する図である。

50

- 【図4】画素の配置を説明する図である。
- 【図5】検出素子の動作を説明する図である。
- 【図6】動いている前景に対応するオブジェクトと、静止している背景に対応するオブジェクトとを撮像して得られる画像を説明する図である。
- 【図7】背景領域、前景領域、混合領域、カバードバックグラウンド領域、およびアンカバードバックグラウンド領域を説明する図である。
- 【図8】静止している前景に対応するオブジェクトおよび静止している背景に対応するオブジェクトを撮像した画像における、隣接して1列に並んでいる画素の画素値を時間方向に展開したモデル図である。
- 【図9】画素値を時間方向に展開し、シャッタ時間に対応する期間を分割したモデル図である。 10
- 【図10】画素値を時間方向に展開し、シャッタ時間に対応する期間を分割したモデル図である。
- 【図11】画素値を時間方向に展開し、シャッタ時間に対応する期間を分割したモデル図である。
- 【図12】前景領域、背景領域、および混合領域の画素を抽出した例を示す図である。
- 【図13】画素と画素値を時間方向に展開したモデルとの対応を示す図である。
- 【図14】画素値を時間方向に展開し、シャッタ時間に対応する期間を分割したモデル図である。
- 【図15】画素値を時間方向に展開し、シャッタ時間に対応する期間を分割したモデル図である。 20
- 【図16】画素値を時間方向に展開し、シャッタ時間に対応する期間を分割したモデル図である。
- 【図17】画素値を時間方向に展開し、シャッタ時間に対応する期間を分割したモデル図である。
- 【図18】画素値を時間方向に展開し、シャッタ時間に対応する期間を分割したモデル図である。
- 【図19】画素値を時間方向に展開し、シャッタ時間に対応する期間を分割したモデル図である。
- 【図20】画素値を時間方向に展開し、シャッタ時間に対応する期間を分割したモデル図である。 30
- 【図21】画素値を時間方向に展開し、シャッタ時間に対応する期間を分割したモデル図である。
- 【図22】画素値を時間方向に展開し、シャッタ時間に対応する期間を分割したモデル図である。
- 【図23】画素値を時間方向に展開し、シャッタ時間に対応する期間を分割したモデル図である。
- 【図24】動きボケの量の調整を説明する図である。
- 【図25】動きボケの量の調整を説明する図である。
- 【図26】動きボケの量の調整の処理を説明するフローチャートである。 40
- 【図27】領域特定部103の構成の一例を示すブロック図である。
- 【図28】前景に対応するオブジェクトが移動しているときの画像を説明する図である。
- 【図29】画素値を時間方向に展開し、シャッタ時間に対応する期間を分割したモデル図である。
- 【図30】画素値を時間方向に展開し、シャッタ時間に対応する期間を分割したモデル図である。
- 【図31】画素値を時間方向に展開し、シャッタ時間に対応する期間を分割したモデル図である。
- 【図32】領域判定の条件を説明する図である。
- 【図33】領域特定部103の領域の特定の結果の例を示す図である。 50

- 【図34】領域特定部103の領域の特定の結果の例を示す図である。
- 【図35】領域特定の処理を説明するフローチャートである。
- 【図36】領域特定部103の構成の他の一例を示すブロック図である。
- 【図37】画素値を時間方向に展開し、シャッタ時間に対応する期間を分割したモデル図である。
- 【図38】背景画像の例を示す図である。
- 【図39】2値オブジェクト画像抽出部302の構成を示すブロック図である。
- 【図40】相関値の算出を説明する図である。
- 【図41】相関値の算出を説明する図である。
- 【図42】2値オブジェクト画像の例を示す図である。 10
- 【図43】時間変化検出部303の構成を示すブロック図である。
- 【図44】領域判定部342の判定を説明する図である。
- 【図45】時間変化検出部303の判定の例を示す図である。
- 【図46】領域判定部103の領域特定の処理を説明するフローチャートである。
- 【図47】領域判定の処理の詳細を説明するフローチャートである。
- 【図48】混合比算出部104の構成を示すブロック図である。
- 【図49】理想的な混合比の例を示す図である。
- 【図50】画素値を時間方向に展開し、シャッタ時間に対応する期間を分割したモデル図である。
- 【図51】画素値を時間方向に展開し、シャッタ時間に対応する期間を分割したモデル図 20  
である。
- 【図52】混合比を近似する直線を説明する図である。
- 【図53】混合比を近似する平面を説明する図である。
- 【図54】混合比を算出するときの複数のフレームの画素の対応を説明する図である。
- 【図55】混合比推定処理部401の構成を示すブロック図である。
- 【図56】混合比決定部403が出力するシャッタ時間内動きベクトルを説明する図である。
- 【図57】推定混合比の例を示す図である。
- 【図58】混合比算出部104の他の構成を示すブロック図である。
- 【図59】混合比およびシャッタ時間内動きベクトルの算出の処理を説明するフローチャート 30  
である。
- 【図60】カバードバックグラウンド領域に対応するモデルによる混合比および動きベクトル推定の処理を説明するフローチャートである。
- 【図61】前景背景分離部105の構成の一例を示すブロック図である。
- 【図62】入力画像、前景成分画像、および背景成分画像を示す図である。
- 【図63】画素値を時間方向に展開し、シャッタ時間に対応する期間を分割したモデル図  
である。
- 【図64】画素値を時間方向に展開し、シャッタ時間に対応する期間を分割したモデル図  
である。
- 【図65】画素値を時間方向に展開し、シャッタ時間に対応する期間を分割したモデル図 40  
である。
- 【図66】分離部601の構成の一例を示すブロック図である。
- 【図67】分離された前景成分画像、および背景成分画像の例を示す図である。
- 【図68】前景と背景との分離の処理を説明するフローチャートである。
- 【図69】動きボケ調整部107の構成の一例を示すブロック図である。
- 【図70】処理単位を説明する図である。
- 【図71】前景成分画像の画素値を時間方向に展開し、シャッタ時間に対応する期間を分  
割したモデル図である。
- 【図72】前景成分画像の画素値を時間方向に展開し、シャッタ時間に対応する期間を分  
割したモデル図である。 50

【図 7 3】前景成分画像の画素値を時間方向に展開し、シャッタ時間に対応する期間を分割したモデル図である。

【図 7 4】前景成分画像の画素値を時間方向に展開し、シャッタ時間に対応する期間を分割したモデル図である。

【図 7 5】動きボケ調整部 1 0 7 の他の構成を示すブロック図である。

【図 7 6】動きボケ調整部 1 0 7 による前景成分画像に含まれる動きボケの量の調整の処理を説明するフローチャートである。

【図 7 7】動きボケ調整部 1 0 7 の構成の他の一例を示すブロック図である。

【図 7 8】画素値と前景の成分のとの対応を指定するモデルの例を示す図である。

【図 7 9】前景の成分の算出を説明する図である。

10

【図 8 0】前景の成分の算出を説明する図である。

【図 8 1】前景の動きボケの量の調整の処理を説明するフローチャートである。

【図 8 2】合成部 1 0 8 の構成を示す図である。

【図 8 3】画像処理装置の機能の他の構成を示すブロック図である。

【図 8 4】混合比算出部 1 1 0 1 の構成を示すブロック図である。

【図 8 5】前景背景分離部 1 1 0 2 の構成を示すブロック図である。

【図 8 6】合成部 1 1 0 3 の構成を示すブロック図である。

【符号の説明】

2 1 CPU, 2 2 ROM, 2 3 RAM, 2 6 入力部, 2 7 出力部, 2 8 記憶部, 2 9 通信部, 5 1 磁気ディスク, 5 2 光ディスク, 5 3 光磁気ディスク, 5 4 半導体メモリ, 1 0 1 オブジェクト抽出部, 1 0 2 動き検出部, 1 0 3 領域特定部, 1 0 4 混合比算出部, 1 0 5 前景背景分離部, 1 0 6 シャッタ時間算出部, 1 0 7 動きボケ調整部, 1 0 8 合成部, 2 0 1 フレームメモリ, 2 0 2 - 1 乃至 2 0 2 - 4 静動判定部, 2 0 3 - 1 乃至 2 0 3 - 3 領域判定部, 2 0 4 判定フラグ格納フレームメモリ, 2 0 5 合成部, 2 0 6 判定フラグ格納フレームメモリ, 3 0 1 背景画像生成部, 3 0 2 2 値オブジェクト画像抽出部, 3 0 3 時間変化検出部, 3 2 1 相関値演算部, 3 2 2 しきい値処理部, 3 4 1 フレームメモリ, 3 4 2 領域判定部, 4 0 1 推定混合比処理部, 4 0 2 推定混合比処理部, 4 0 3 混合比決定部, 4 2 1 遅延回路, 4 2 2 足し込み部, 4 2 3 演算部, 4 4 1 選択部, 4 4 2 選択部, 6 0 1 分離部, 6 0 2 スイッチ, 6 0 3 合成部, 6 0 4 スイッチ, 6 0 5 合成部, 6 2 1 フレームメモリ, 6 2 2 分離処理ブロック, 6 2 3 フレームメモリ, 6 3 1 アンカバード領域処理部, 6 3 2 カバード領域処理部, 6 3 3 合成部, 6 3 4 合成部, 8 0 1 処理単位決定部, 8 0 2 モデル化部, 8 0 3 方程式生成部, 8 0 4 足し込み部, 8 0 5 演算部, 8 0 6 動きボケ付加部, 8 0 7 選択部, 8 2 1 選択部, 9 0 1 処理単位決定部, 9 0 2 モデル化部, 9 0 3 方程式生成部, 9 0 4 演算部, 9 0 5 補正部, 9 0 6 動きボケ付加部, 9 0 7 選択部, 1 0 2 1 背景成分生成部, 1 0 2 2 混合領域画像合成部, 1 0 2 3 画像合成部, 1 1 0 1 混合比算出部, 1 1 0 2 前景背景分離部, 1 1 0 3 合成部, 1 1 1 1 選択部, 1 1 2 1 選択部, 1 1 3 1 選択部

20

30

40

【 図 1 】

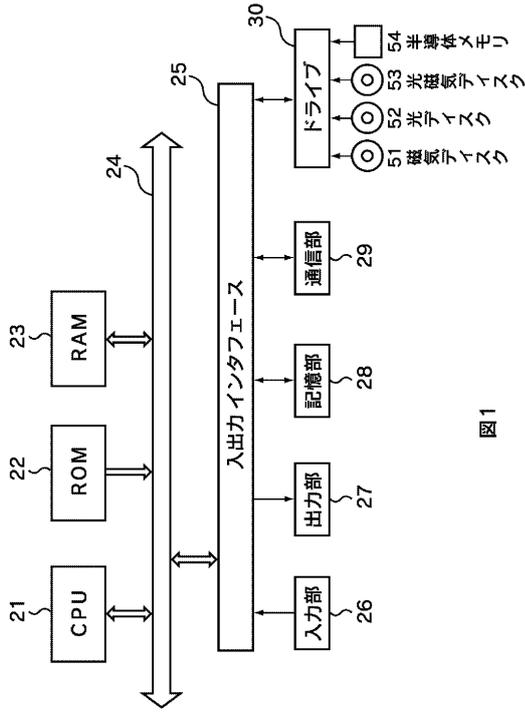


図 1

【 図 2 】

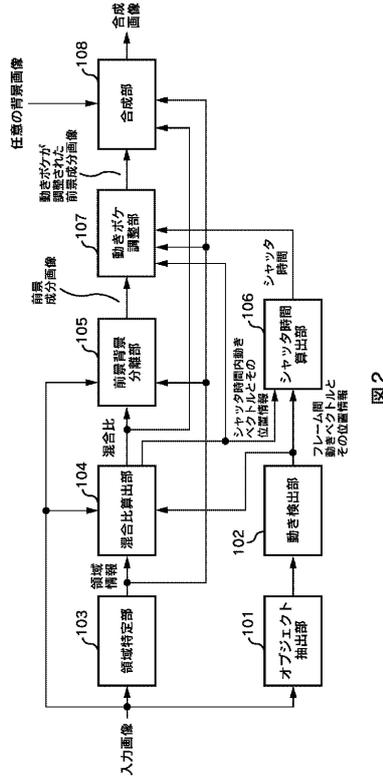


図 2

【 図 3 】

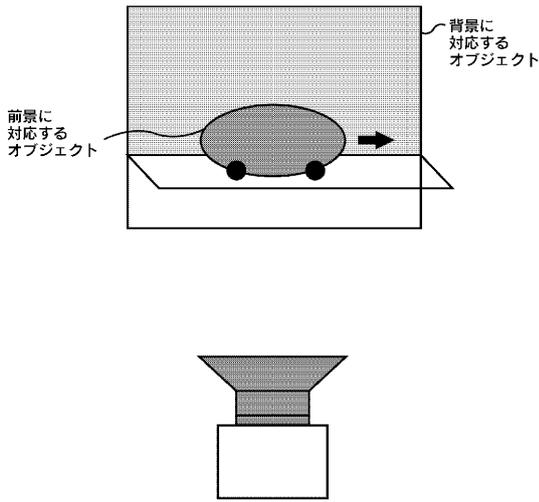


図 3

【 図 4 】

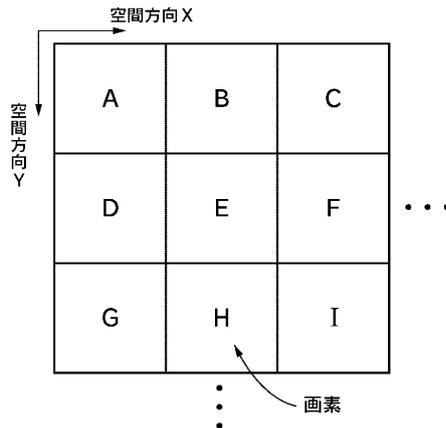


図 4

【 図 5 】

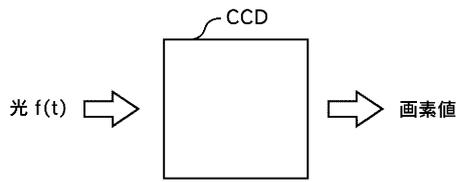


図 5

【図 6】

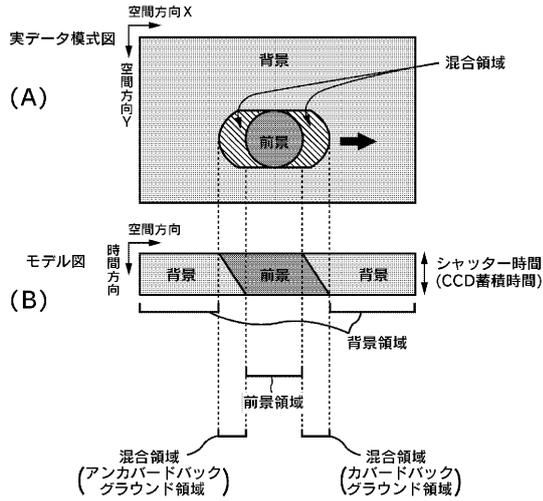


図 6

【図 7】

領域		説明
背景領域		静止部分
前景領域		動き部分
混合領域	カバードバックグラウンド領域	背景から前景に変化する部分
	アンカバードバックグラウンド領域	前景から背景に変化する部分

図 7

【図 11】

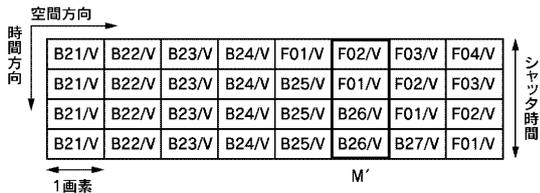


図 11

【図 12】

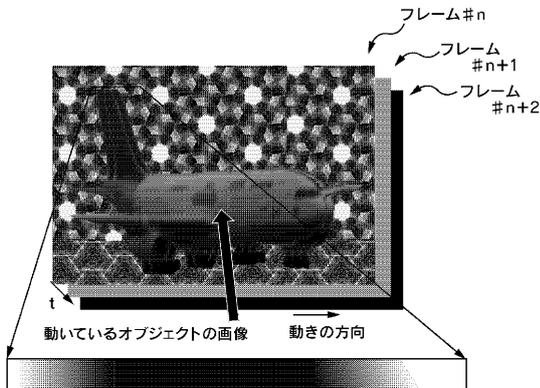


図 12

【図 8】

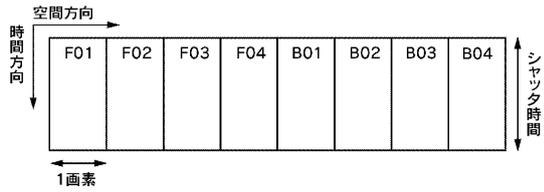


図 8

【図 9】

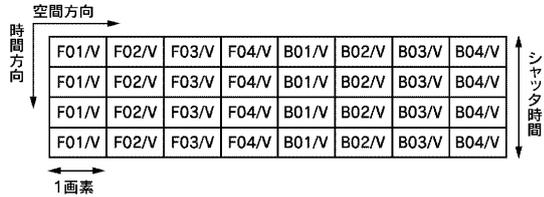


図 9

【図 10】

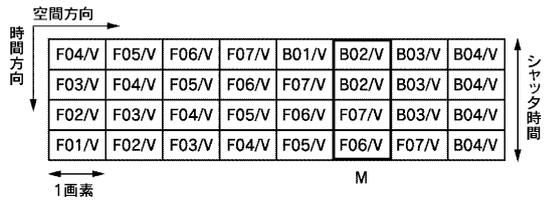


図 10

【図 13】

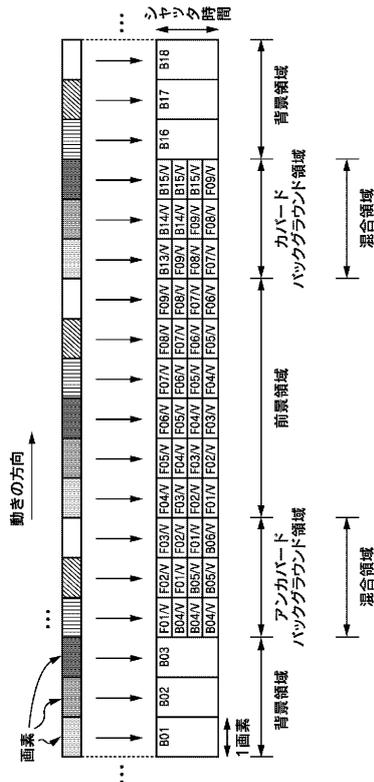


図 13

【図14】

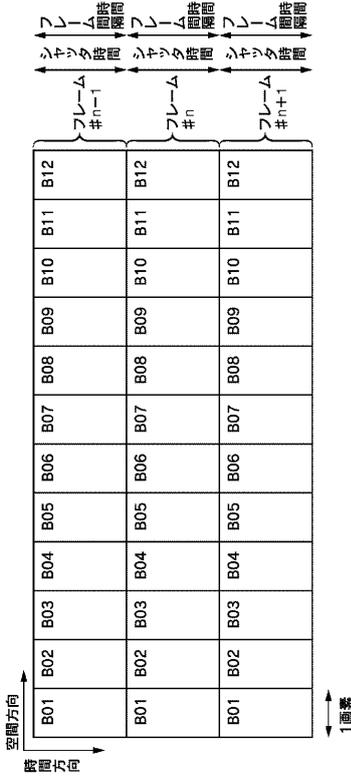


図14

【図15】

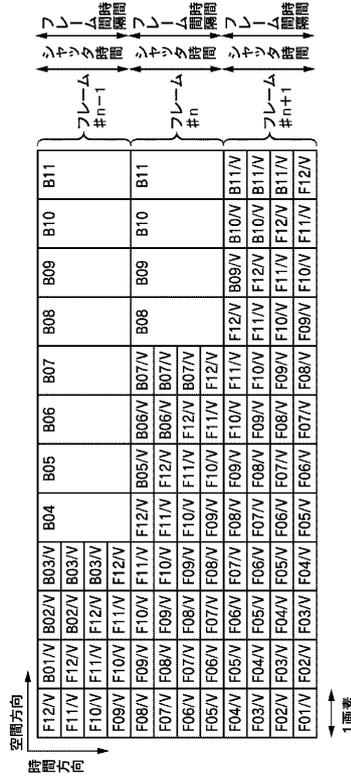


図15

【図16】

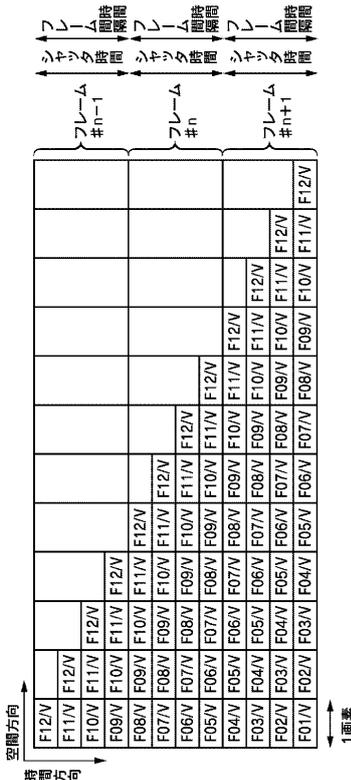


図16

【図17】

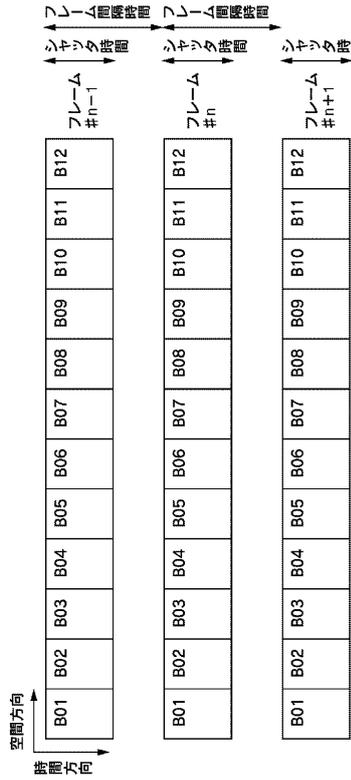


図17

【図18】

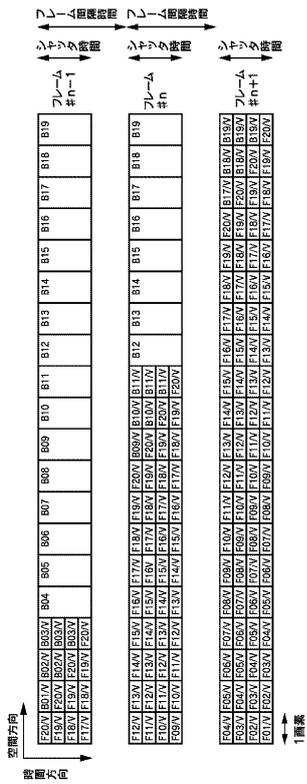


図 18

【図19】

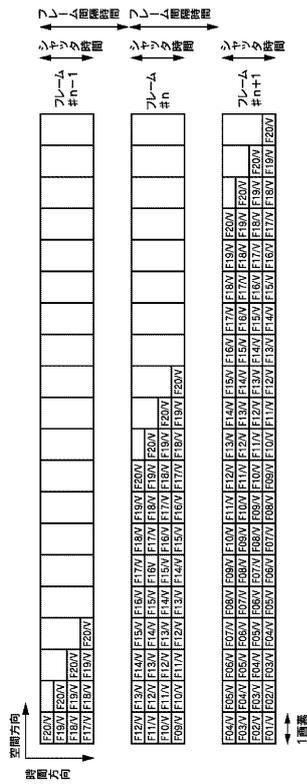


図 19

【図20】

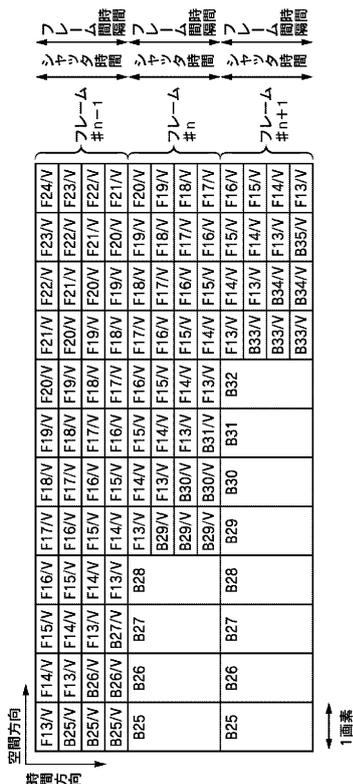


図 20

【図21】



図 21

【図 22】

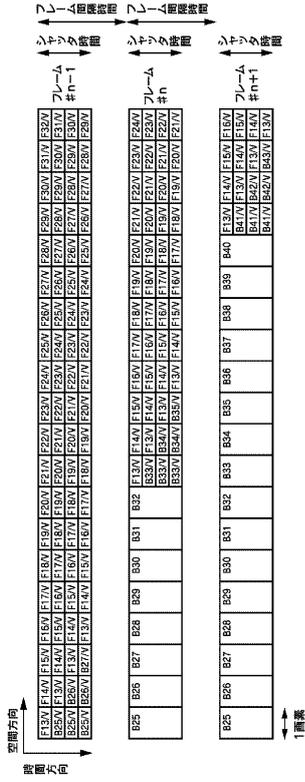


図 22

【図 23】

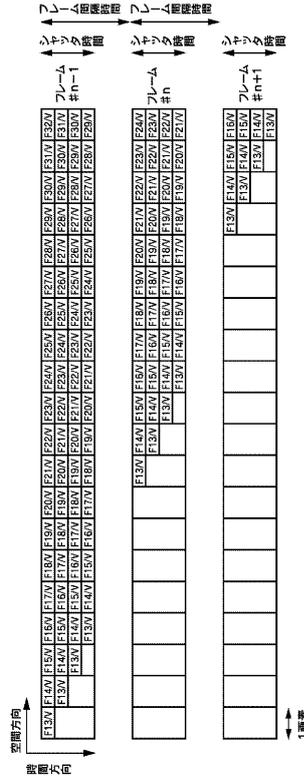


図 23

【図 24】

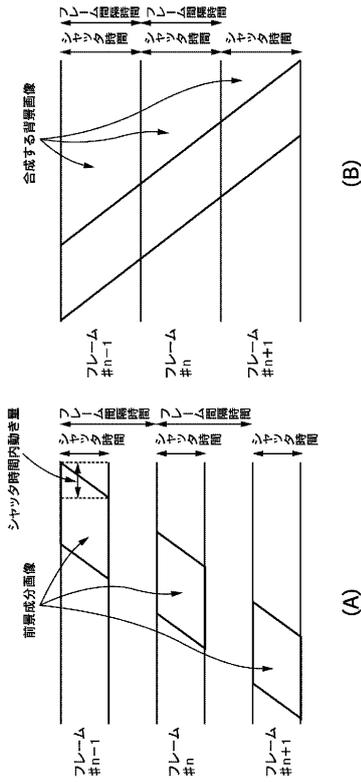


図 24

【図 25】

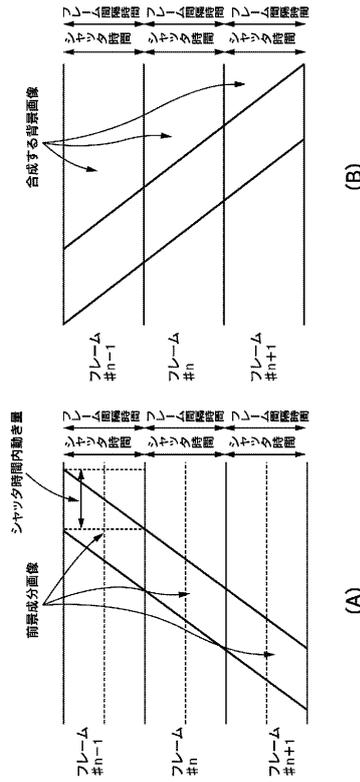


図 25

【図26】

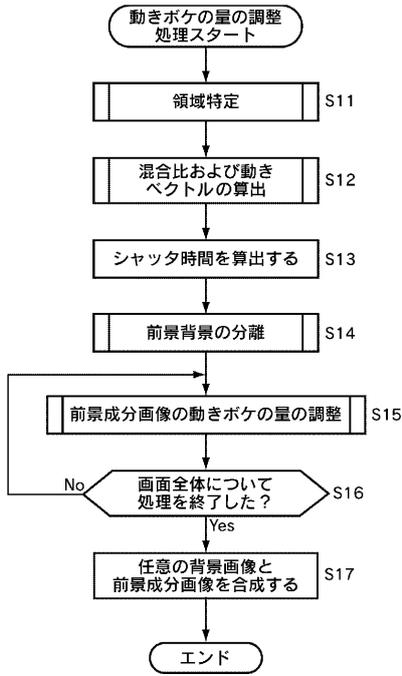


図26

【図27】

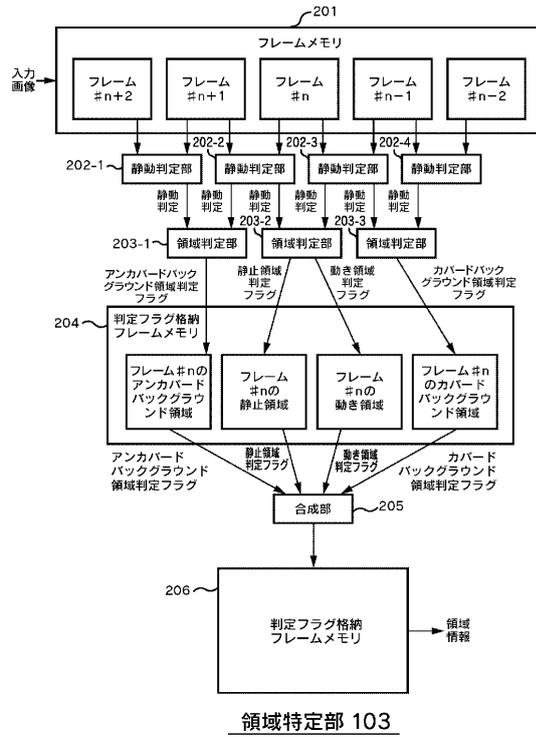


図27

【図28】

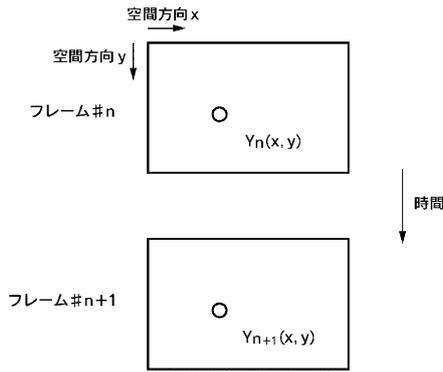


図28

【図29】

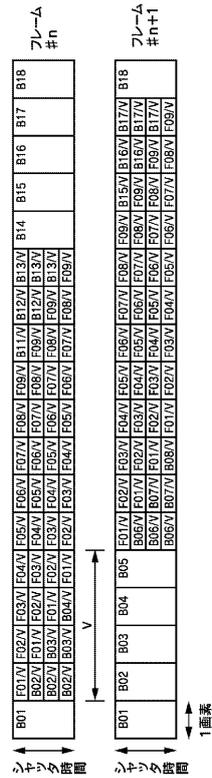


図29

【 30 】

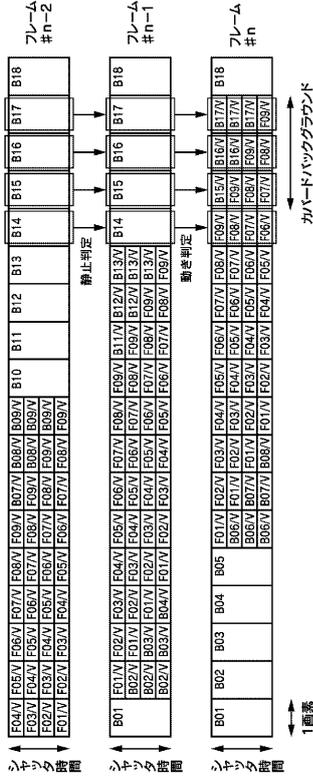


図 30

【 31 】

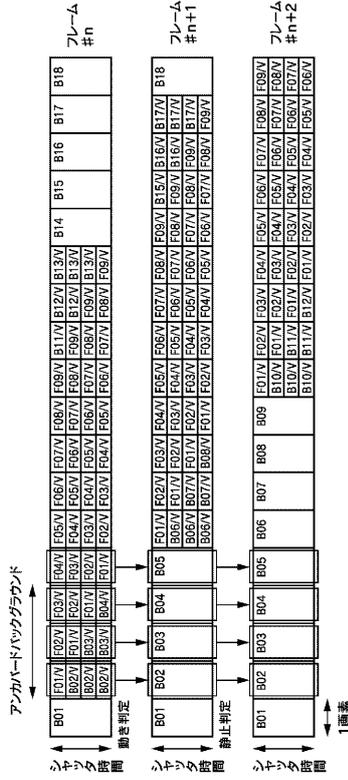


図 31

【 32 】

	フレーム#n-2とフレーム#n-1とのフレーム#nとの静止判定	フレーム#n-1とフレーム#nとの静止判定	フレーム#nとフレーム#n+1との静止判定	フレーム#n+1とフレーム#n+2との静止判定
動き判定	静止	動き	動き	動き
ガバードバックグラウンド動き判定	静止	動き	動き	動き
アンガバードバックグラウンド動き判定	静止	動き	動き	動き

図 32

【 33 】

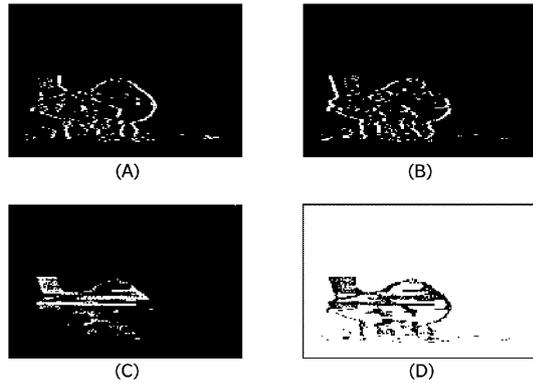


図 33

【 34 】



図 34

【 図 35 】

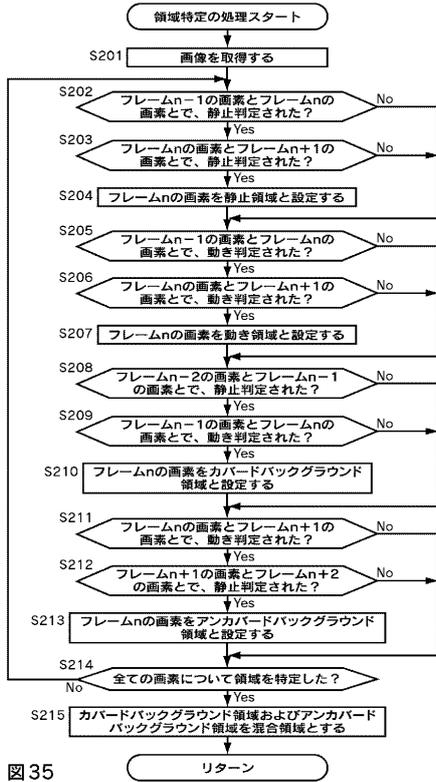


図 35

【 図 36 】



領域特定部 103

図 36

【 図 37 】

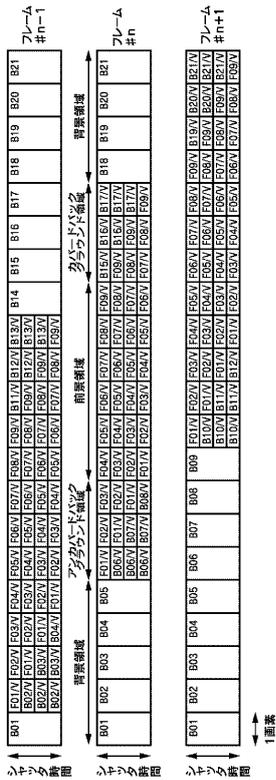


図 37

【 図 38 】

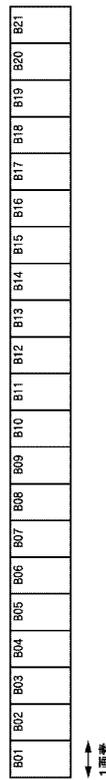


図 38

【図 39】

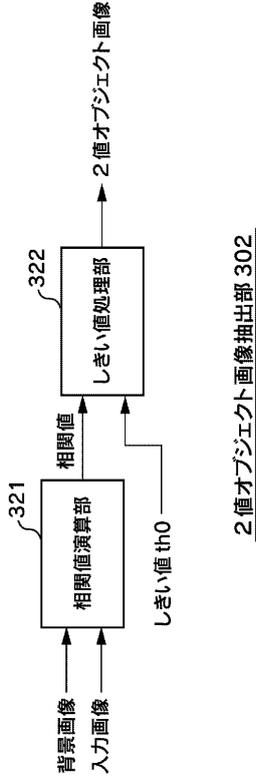


図 39

【図 40】

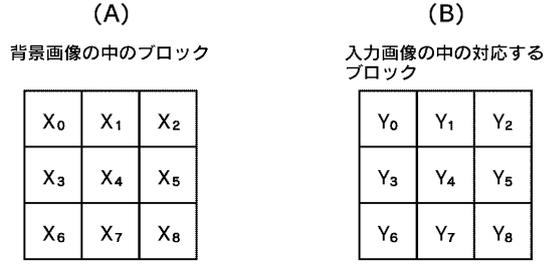


図 40

【図 41】

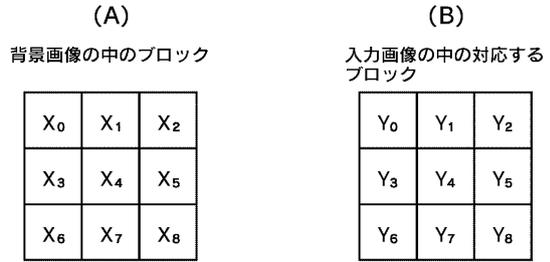


図 41

【図 42】

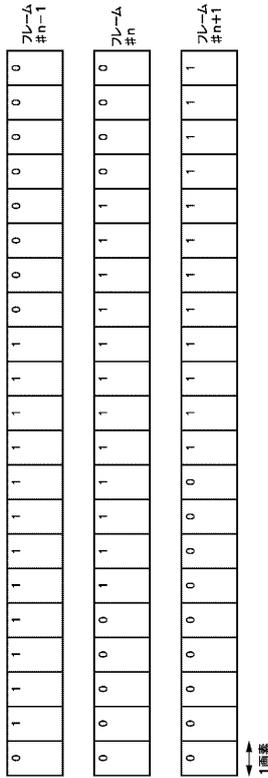


図 42

【図 43】

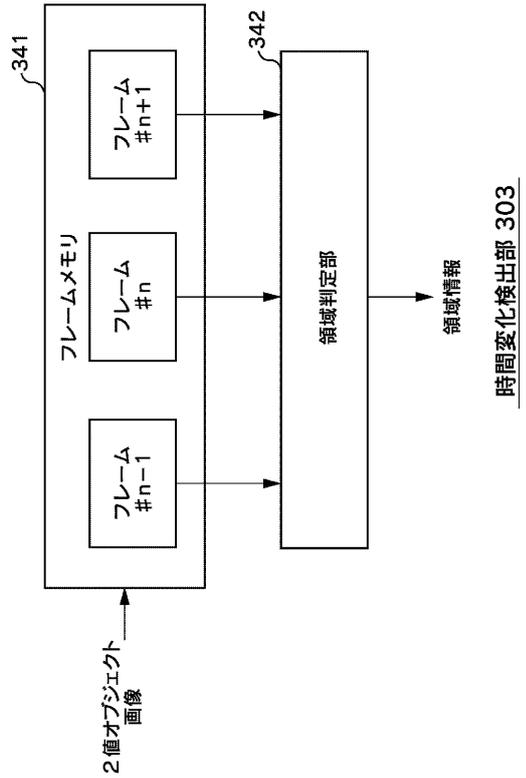


図 43

【 図 4 4 】

	背景領域	前景領域	カバードバックグラウンド領域	アンカバードバックグラウンド領域
フレーム#n-1	-	1	0	-
フレーム#n	0	1	1	1
フレーム#n+1	-	1	-	0

図 44

【 図 4 6 】

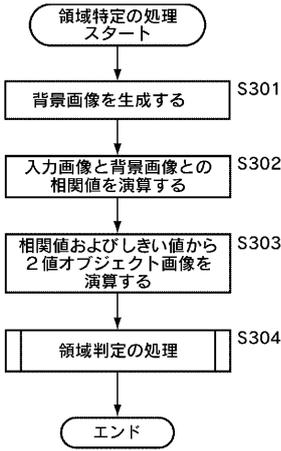


図 46

【 図 4 5 】

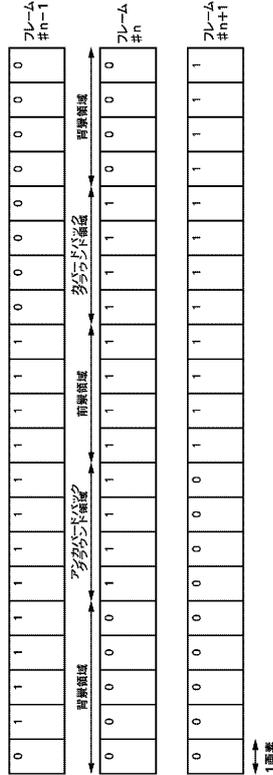


図 45

【 図 4 7 】

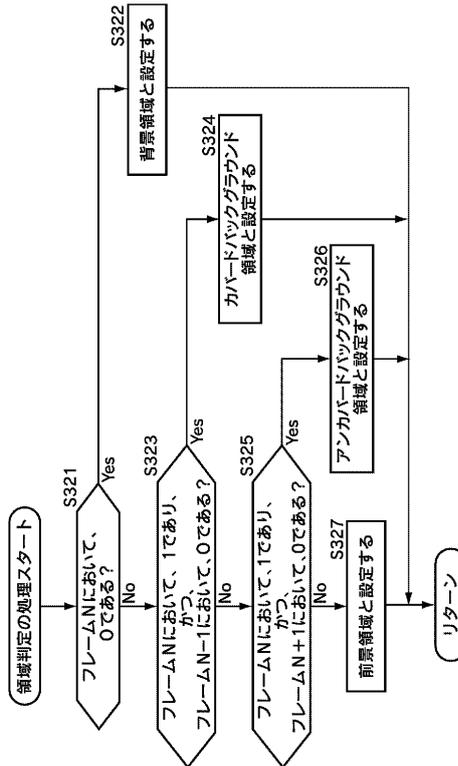


図 47

【図48】

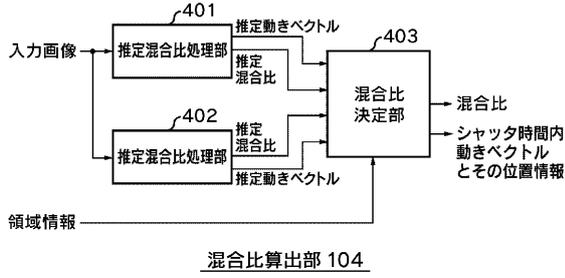


図48

【図49】

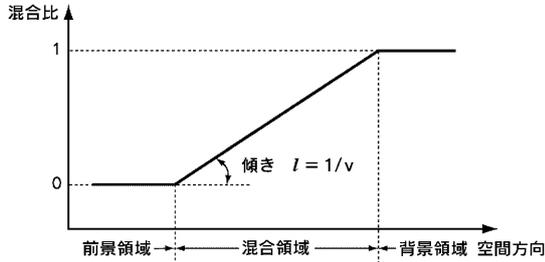


図49

【図50】

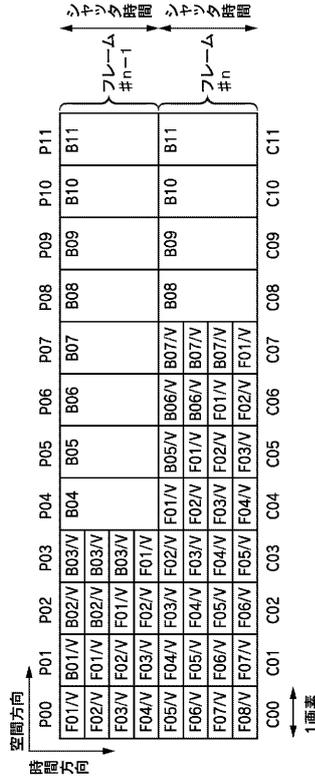


図50

【図51】

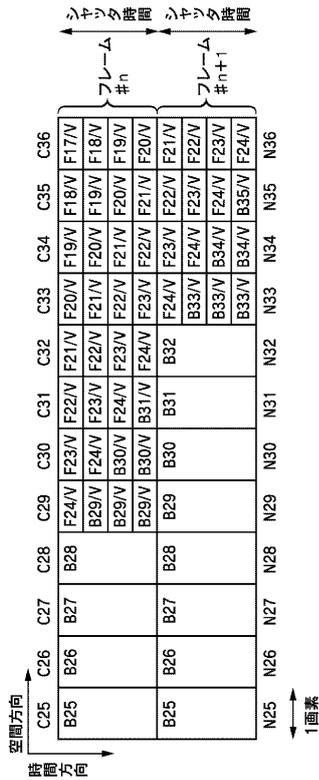


図51

【図52】

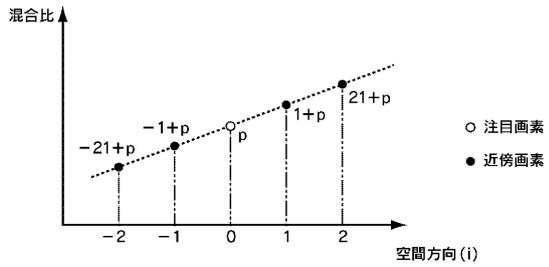


図52

【図53】

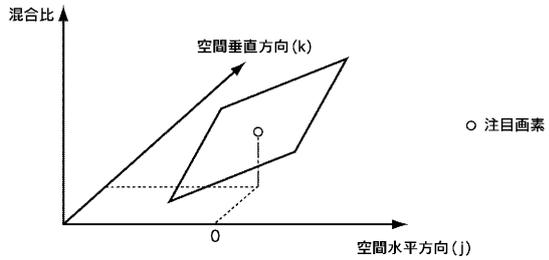


図53

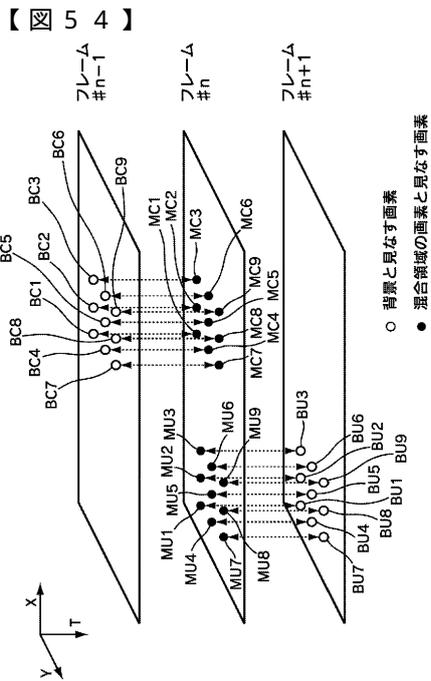


図 54

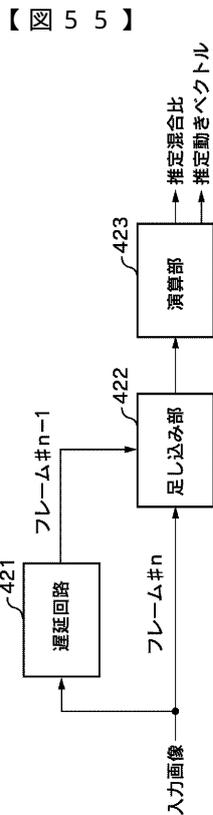


図 55

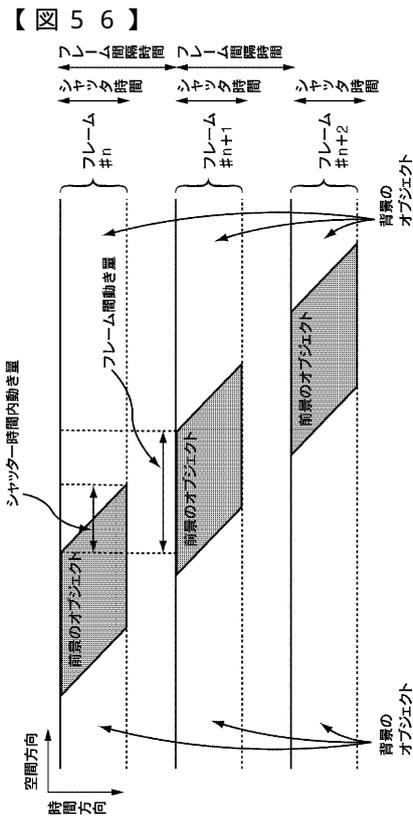


図 56

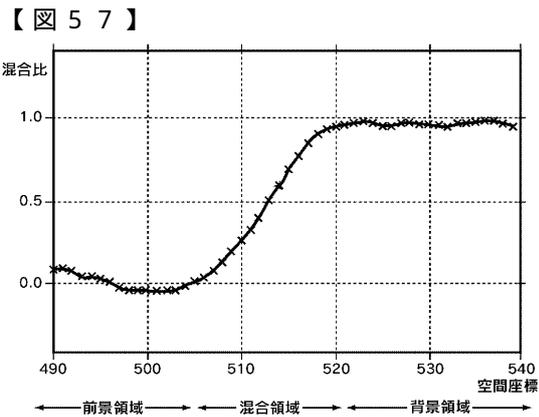
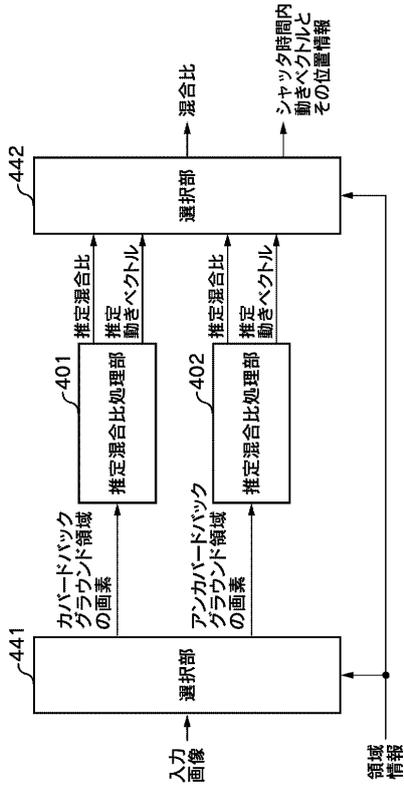


図 57

【図58】



混合比算出部 104

図58

【図59】

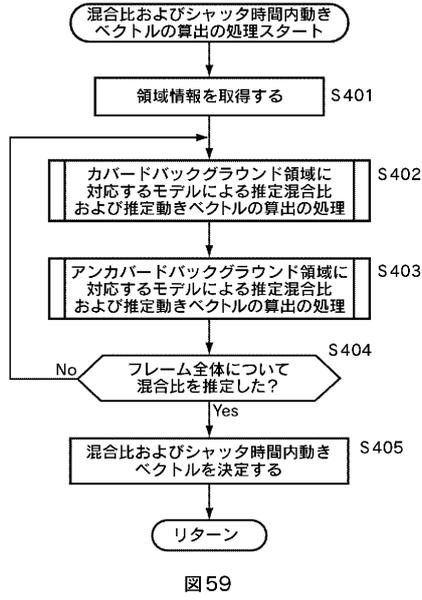


図59

【図60】

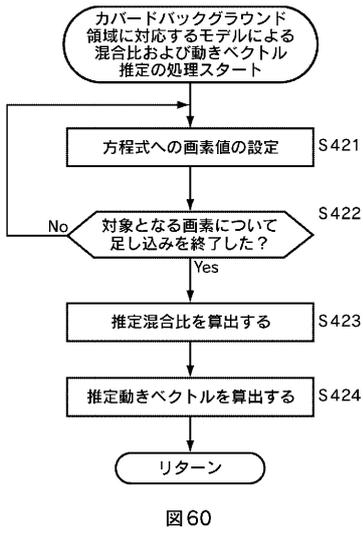
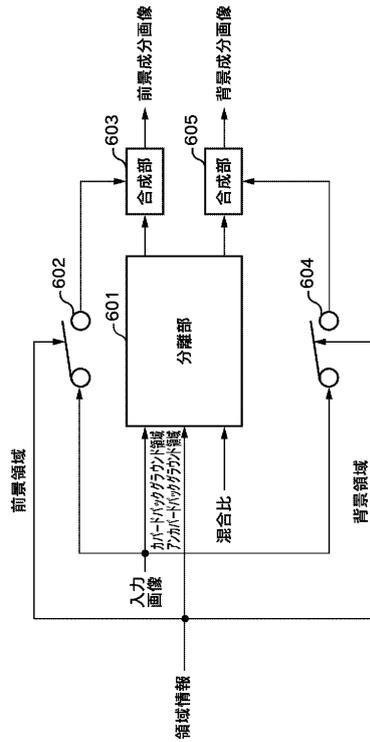


図60

【図61】



前景背景分離部 105

図61



【図66】

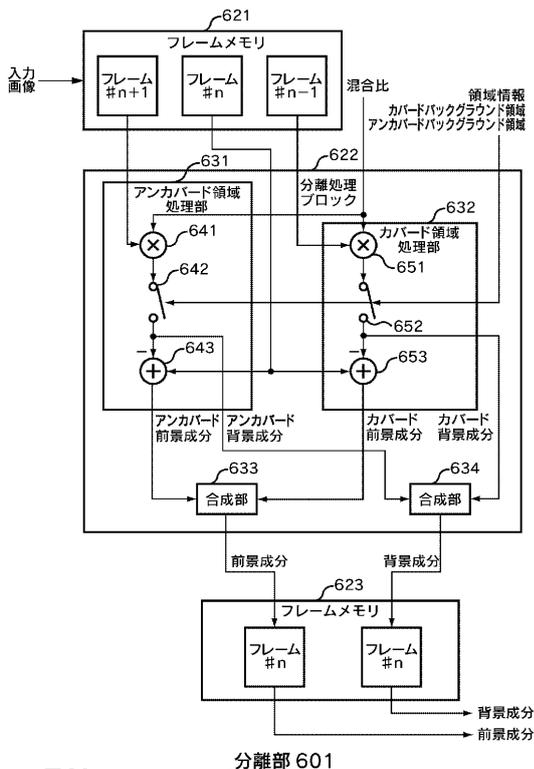


図66

【図67】

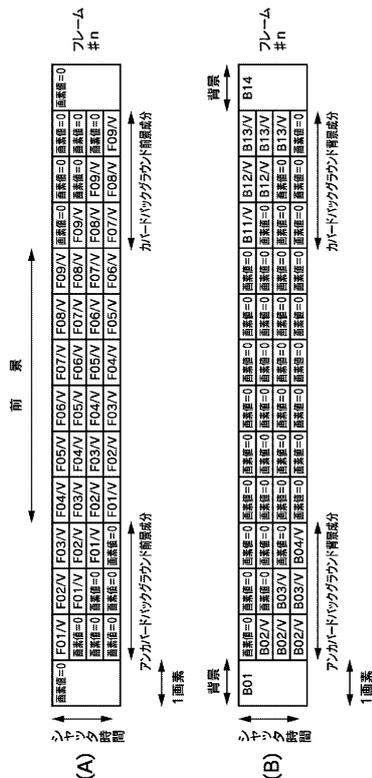


図67

【図68】

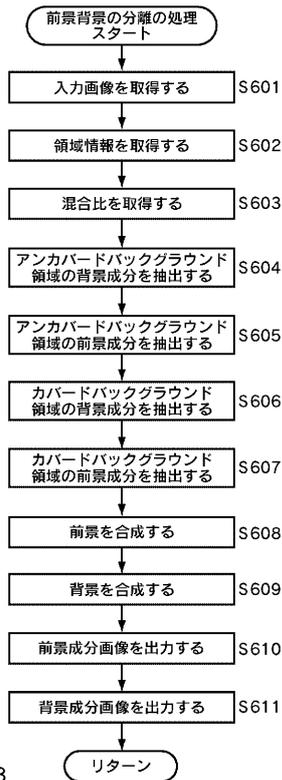


図68

【図69】

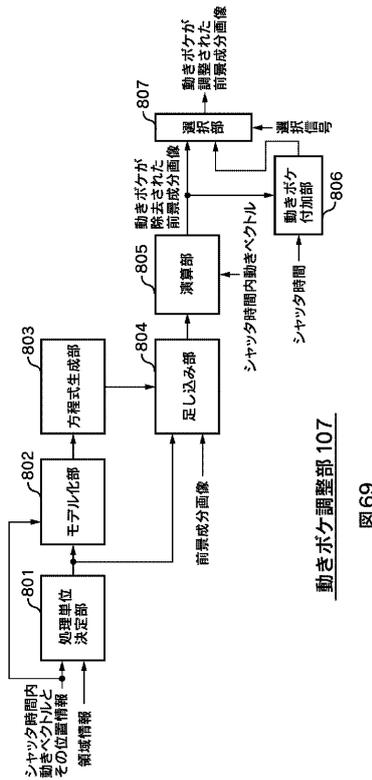


図69

【 図 7 0 】

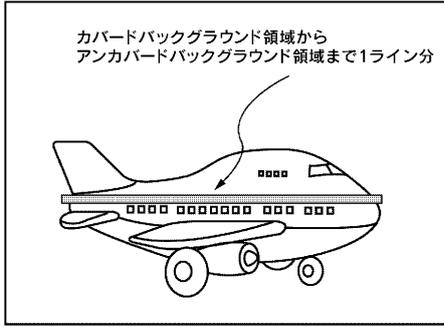


図 70

【 図 7 1 】

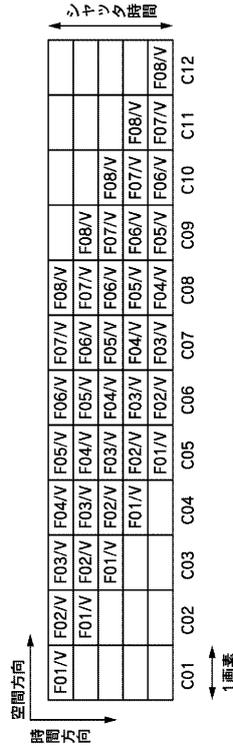


図 71

【 図 7 2 】

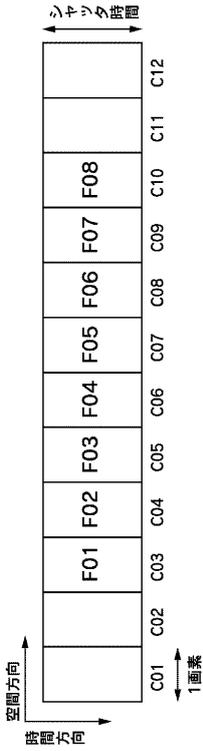


図 72

【 図 7 3 】

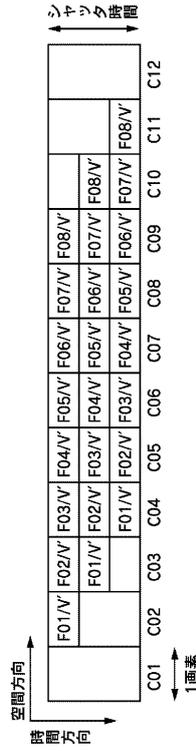


図 73

【図74】

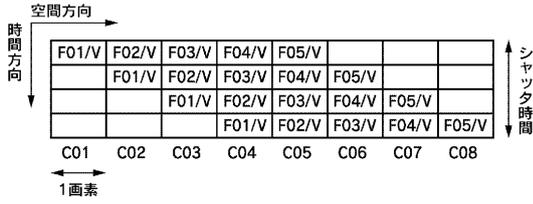
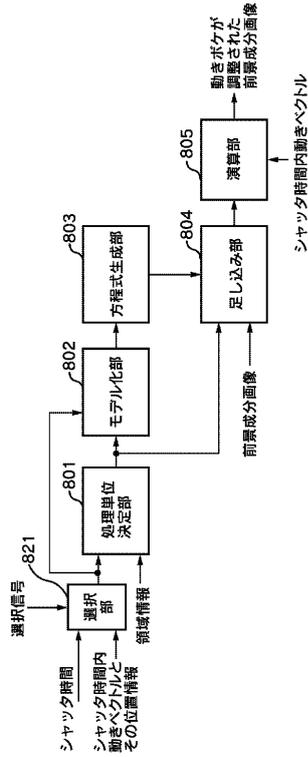


図74

【図75】



動きボケ調整部 107

図75

【図76】

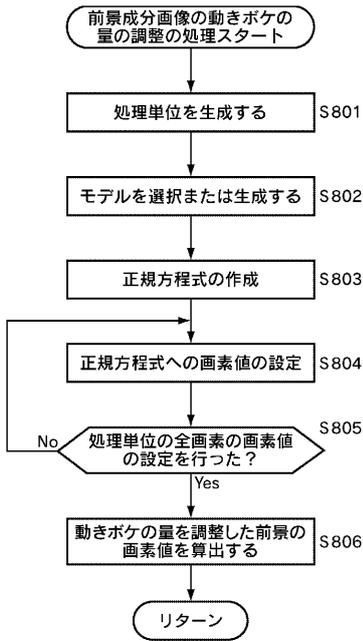
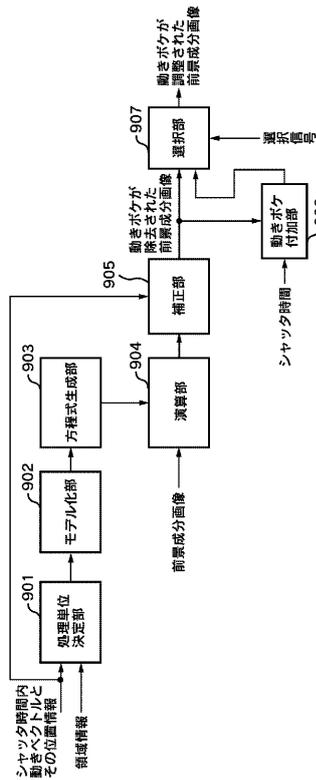


図76

【図77】



動きボケ調整部 107

図77

【 図 78 】

F01/V	F02/V	F03/V	F04/V	F05/V	F06/V	F07/V	F08/V					
	F01/V	F02/V	F03/V	F04/V	F05/V	F06/V	F07/V	F08/V				
		F01/V	F02/V	F03/V	F04/V	F05/V	F06/V	F07/V	F08/V			
			F01/V	F02/V	F03/V	F04/V	F05/V	F06/V	F07/V	F08/V		
				F01/V	F02/V	F03/V	F04/V	F05/V	F06/V	F07/V	F08/V	
C01	C02	C03	C04	C05	C06	C07	C08	C09	C10	C11	C12	

図 78

【 図 79 】

F01/V	F02/V	F03/V	F04/V									
	F01/V	F02/V	F03/V									
		F01/V	F02/V									
			F01/V									
				F01/V	F02/V	F03/V	F04/V	F05/V	F06/V	F07/V	F08/V	
C01	C02	C03	C04	C05	C06	C07	C08	C09	C10	C11	C12	

図 79

【 図 80 】

F01/V	F02/V	F03/V	F04/V									F08
	F01/V	F02/V	F03/V									F07
		F01/V	F02/V	F01								F06
			F01/V									F05
												F04
												F03
												F02
C01	C02	C03	C04	C05	C06	C07	C08	C09	C10	C11	C12	

図 80

【 図 81 】

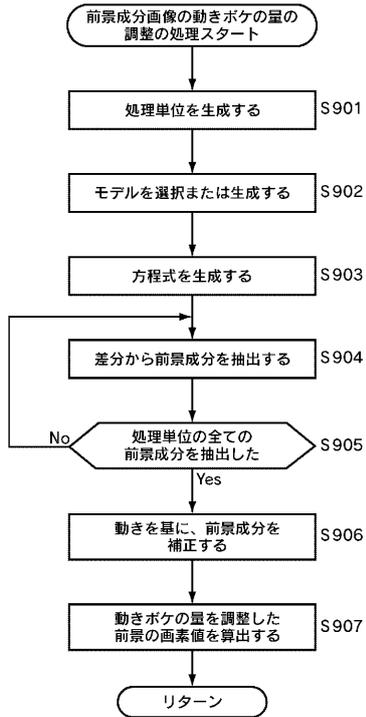
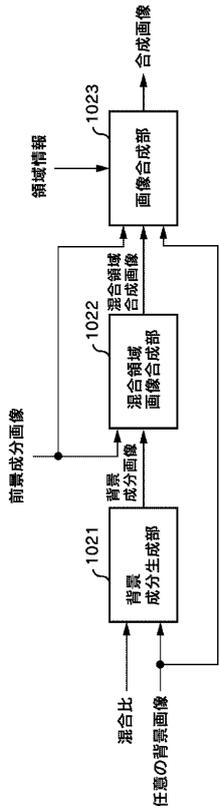


図 81

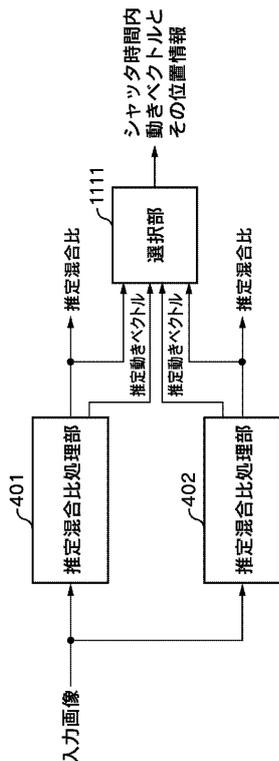
【 図 8 2 】



合成部 108

図 82

【 図 8 4 】



混合比算出部 1101

図 84

【 図 8 3 】

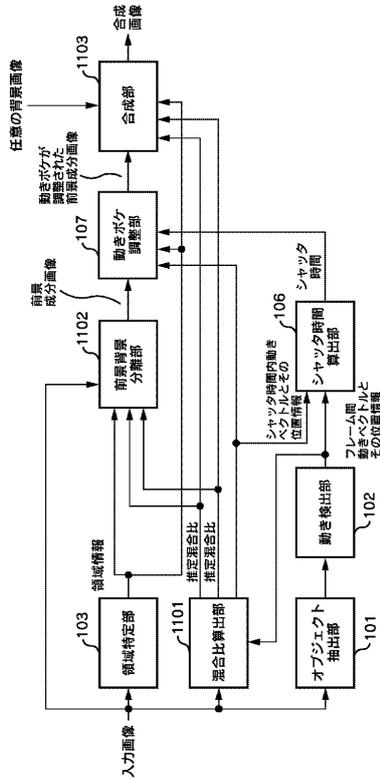
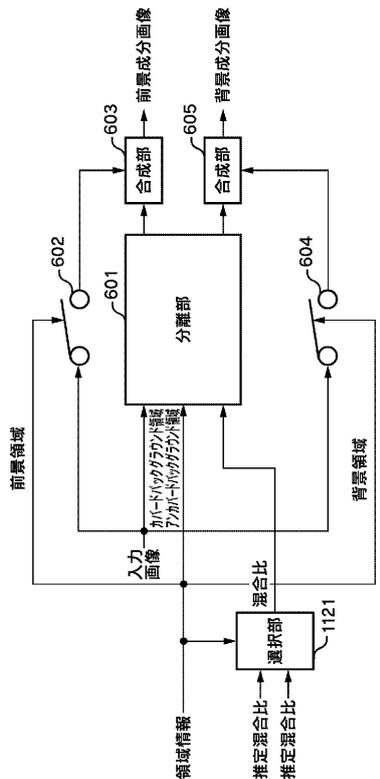


図 83

【 図 8 5 】



前景背景分離部 1102

図 85



## フロントページの続き

- (72)発明者 沢尾 貴志  
東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内
- (72)発明者 永野 隆浩  
東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内
- (72)発明者 三宅 徹  
東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内
- (72)発明者 和田 成司  
東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内

審査官 松浦 功

- (56)参考文献 特開平03-062692(JP,A)  
特開平10-164436(JP,A)  
特開平10-290463(JP,A)  
特開平07-336688(JP,A)  
特開平05-153493(JP,A)  
特開2000-030040(JP,A)  
特開2001-250119(JP,A)  
特開2002-190015(JP,A)  
特開2002-190016(JP,A)  
特開2002-190028(JP,A)  
特開2002-230557(JP,A)  
特開2002-245463(JP,A)  
特開2003-006653(JP,A)  
特開2003-006657(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G06T 7/20  
G06T 1/00  
G06T 3/00  
H04N 5/14-5/28  
H04N 7/18  
H04N 7/32-7/46  
JSTPlus(JDreamII)