

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4596220号
(P4596220)

(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		
G06T	7/20	(2006.01)	G06T	7/20	A
G06T	1/00	(2006.01)	G06T	1/00	280
H04N	5/222	(2006.01)	H04N	5/222	Z
H04N	5/265	(2006.01)	H04N	5/265	
H04N	7/18	(2006.01)	H04N	7/18	K

請求項の数 6 (全 86 頁)

(21) 出願番号 特願2001-193368 (P2001-193368)
 (22) 出願日 平成13年6月26日(2001.6.26)
 (65) 公開番号 特開2003-6653 (P2003-6653A)
 (43) 公開日 平成15年1月10日(2003.1.10)
 審査請求日 平成20年3月5日(2008.3.5)

(73) 特許権者 000002185
 ソニー株式会社
 東京都港区港南1丁目7番1号
 (74) 代理人 100082131
 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を処理する画像処理装置において、

前記画像データに含まれる複数のオブジェクトのうちの、動いているオブジェクトに対応する画像の、あるフレームを基準として次のフレームにおける位置の変化を、画素間隔を単位として表した動き量を検出する動き検出手段と、

前記画像データの注目フレームの注目画素に対応して、前記画像データに含まれる複数のオブジェクトのうち前景となる前景オブジェクトの前記動き量に応じて、前記複数のオブジェクトが混合されてなる前記画素データである混合画素データを、前記注目フレームおよび前記注目フレームの周辺の周辺フレームから抽出すると共に、前記混合画素データに対応して、前記複数のオブジェクトのうち背景となる背景オブジェクトの前記動き量に応じて、前記混合画素データの個々に対応する前記背景オブジェクトに相当する前記画素データである背景画素データを、前記混合画素データとは異なるフレームから抽出する抽出手段と、

前記注目画素データを、前記注目画素データに対応する前記背景画素データと、前記注目画素に含まれる複数の前記オブジェクトのうちの前記背景オブジェクトまたは前記前景オブジェクトの成分の割合を示す混合比と、前記前景オブジェクトの成分の和とで示した第1の式に対して、前記前景オブジェクトの成分の和には、前記注目画素および前記近傍画素における前記前景オブジェクトの成分は画素の位置に依らず一定であるとする第1の

近似、並びに前記混合比には、前記注目画素および前記近傍画素において前記混合比が画素の位置に依存して直線的に変化するとする第2の近似を適用して、それにより得られる第2の式を、前記注目フレームの注目画素および近傍画素、並びにその前後の連続する複数のフレームの注目画素および近傍画素に対応する画素について生成することで得られる複数の関係式を生成する関係式生成手段と、

前記複数の関係式を、前記複数の関係式から前記混合比を求めるための所定の演算方法に適用して得られる前記混合比を検出する混合比検出手段と

を含むことを特徴とする画像処理装置。

【請求項2】

前記注目画素に対応する前記混合比に基づいて、前記画像データを、前記画像データ内の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のみからなる前景オブジェクト画像と、前記背景オブジェクトを構成する背景オブジェクト成分のみからなる背景オブジェクト画像とに分離する前景背景分離手段をさらに含む

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、前記複数の関係式を最小自乗法で解くことにより、前記混合比を検出する

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4】

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の画像処理方法において、

前記画像データに含まれる複数のオブジェクトのうちの、動いているオブジェクトに対応する画像の、あるフレームを基準として次のフレームにおける位置の変化を、画素間隔を単位として表した動き量を検出する動き検出ステップと、

前記画像データの注目フレームの注目画素に対応して、前記画像データに含まれる複数のオブジェクトのうち前景となる前景オブジェクトの前記動き量に応じて、前記複数のオブジェクトが混合されてなる前記画素データである混合画素データを、前記注目フレームおよび前記注目フレームの周辺の周辺フレームから抽出すると共に、前記混合画素データに対応して、前記複数のオブジェクトのうち背景となる背景オブジェクトの前記動き量に応じて、前記混合画素データの個々に対応する前記背景オブジェクトに相当する前記画素データである背景画素データを、前記混合画素データとは異なるフレームから抽出する抽出ステップと、

前記注目画素データを、前記注目画素データに対応する前記背景画素データと、前記注目画素に含まれる複数の前記オブジェクトのうちの前記背景オブジェクトまたは前記前景オブジェクトの成分の割合を示す混合比と、前記前景オブジェクトの成分の和とで示した第1の式に対して、前記前景オブジェクトの成分の和には、前記注目画素および前記近傍画素における前記前景オブジェクトの成分は画素の位置に依らず一定であるとする第1の近似、並びに前記混合比には、前記注目画素および前記近傍画素において前記混合比が画素の位置に依存して直線的に変化するとする第2の近似を適用して、それにより得られる第2の式を、前記注目フレームの注目画素および近傍画素、並びにその前後の連続する複数のフレームの注目画素および近傍画素に対応する画素について生成することで得られる複数の関係式を生成する関係式生成ステップと、

前記複数の関係式を、前記複数の関係式から前記混合比を求めるための所定の演算方法に適用して得られる前記混合比を検出する混合比検出ステップと

を含むことを特徴とする画像処理方法。

【請求項5】

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用のコンピュータに、

前記画像データに含まれる複数のオブジェクトのうちの、動いているオブジェクトに対応する画像の、あるフレームを基準として次のフレームにおける位置の変化を、画素間隔

10

20

30

40

50

を単位として表した動き量を検出する動き検出ステップと、

前記画像データの注目フレームの注目画素に対応して、前記画像データに含まれる複数のオブジェクトのうち前景となる前景オブジェクトの前記動き量に応じて、前記複数のオブジェクトが混合されてなる前記画素データである混合画素データを、前記注目フレームおよび前記注目フレームの周辺の周辺フレームから抽出すると共に、前記混合画素データに対応して、前記複数のオブジェクトのうち背景となる背景オブジェクトの前記動き量に応じて、前記混合画素データの個々に対応する前記背景オブジェクトに相当する前記画素データである背景画素データを、前記混合画素データとは異なるフレームから抽出する抽出ステップと、

前記注目画素データを、前記注目画素データに対応する前記背景画素データと、前記注目画素に含まれる複数の前記オブジェクトのうちの前記背景オブジェクトまたは前記前景オブジェクトの成分の割合を示す混合比と、前記前景オブジェクトの成分の和とで示した第1の式に対して、前記前景オブジェクトの成分の和には、前記注目画素および前記近傍画素における前記前景オブジェクトの成分は画素の位置に依らず一定であるとする第1の近似、並びに前記混合比には、前記注目画素および前記近傍画素において前記混合比が画素の位置に依存して直線的に変化するとする第2の近似を適用して、それにより得られる第2の式を、前記注目フレームの注目画素および近傍画素、並びにその前後の連続する複数のフレームの注目画素および近傍画素に対応する画素について生成することで得られる複数の関係式を生成する関係式生成ステップと、

前記複数の関係式を、前記複数の関係式から前記混合比を求めるための所定の演算方法に適用して得られる前記混合比を検出する混合比検出ステップと

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コンピュータに、

前記画像データに含まれる複数のオブジェクトのうちの、動いているオブジェクトに対応する画像の、あるフレームを基準として次のフレームにおける位置の変化を、画素間隔を単位として表した動き量を検出する動き検出ステップと、

前記画像データの注目フレームの注目画素に対応して、前記画像データに含まれる複数のオブジェクトのうち前景となる前景オブジェクトの前記動き量に応じて、前記複数のオブジェクトが混合されてなる前記画素データである混合画素データを、前記注目フレームおよび前記注目フレームの周辺の周辺フレームから抽出すると共に、前記混合画素データに対応して、前記複数のオブジェクトのうち背景となる背景オブジェクトの前記動き量に応じて、前記混合画素データの個々に対応する前記背景オブジェクトに相当する前記画素データである背景画素データを、前記混合画素データとは異なるフレームから抽出する抽出ステップと、

前記注目画素データを、前記注目画素データに対応する前記背景画素データと、前記注目画素に含まれる複数の前記オブジェクトのうちの前記背景オブジェクトまたは前記前景オブジェクトの成分の割合を示す混合比と、前記前景オブジェクトの成分の和とで示した第1の式に対して、前記前景オブジェクトの成分の和には、前記注目画素および前記近傍画素における前記前景オブジェクトの成分は画素の位置に依らず一定であるとする第1の近似、並びに前記混合比には、前記注目画素および前記近傍画素において前記混合比が画素の位置に依存して直線的に変化するとする第2の近似を適用して、それにより得られる第2の式を、前記注目フレームの注目画素および近傍画素、並びにその前後の連続する複数のフレームの注目画素および近傍画素に対応する画素について生成することで得られる複数の関係式を生成する関係式生成ステップと、

前記複数の関係式を、前記複数の関係式から前記混合比を求めるための所定の演算方法に適用して得られる前記混合比を検出する混合比検出ステップと

を実行させることを特徴とするプログラム。

【発明の詳細な説明】

10

20

30

40

50

【 0 0 0 1 】

【 発明の属する技術分野 】

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。

【 0 0 0 2 】

【 従来技術 】

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。

【 0 0 0 3 】

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。

【 0 0 0 4 】

【 発明が解決しようとする課題 】

静止している背景の前で物体が移動するとき、移動する物体の画像自身の混ざり合いによる動きボケのみならず、背景の画像と移動する物体の画像との混ざり合いが生じる。従来は、背景の画像と移動する物体の画像との混ざり合いの状態を検出することは、考えられていなかった。

【 0 0 0 5 】

本発明はこのような状況に鑑みてなされたものであり、背景の画像および移動する物体の画像など複数のオブジェクトの混ざり合いの状態を示す混合比を検出することができるようにすることを目的とする。

【 0 0 0 6 】

【 課題を解決するための手段 】

本発明の画像処理装置は、画像データに含まれる複数のオブジェクトのうちの、動いているオブジェクトに対応する画像の、あるフレームを基準として次のフレームにおける位置の変化を、画素間隔を単位として表した動き量を検出する動き検出手段と、画像データの注目フレームの注目画素に対応して、画像データに含まれる複数のオブジェクトのうち前景となる前景オブジェクトの動き量に応じて、複数のオブジェクトが混合されてなる画素データである混合画素データを、注目フレームおよび注目フレームの周辺の周辺フレームから抽出すると共に、混合画素データに対応して、複数のオブジェクトのうち背景となる背景オブジェクトの動き量に応じて、混合画素データの個々に対応する背景オブジェクトに相当する画素データである背景画素データを、混合画素データとは異なるフレームから抽出する抽出手段と、注目画素データを、注目画素データに対応する背景画素データと、注目画素に含まれる複数のオブジェクトのうちの背景オブジェクトまたは前景オブジェクトの成分の割合を示す混合比と、前景オブジェクトの成分の和とで示した第1の式に対して、前景オブジェクトの成分の和には、注目画素および近傍画素における前景オブジェクトの成分は画素の位置に依らず一定であるとする第1の近似、並びに混合比には、注目画素および近傍画素において混合比が画素の位置に依存して直線的に変化するとする第2の近似を適用して、それにより得られる第2の式を、注目フレームの注目画素および近傍画素、並びにその前後の連続する複数のフレームの注目画素および近傍画素に対応する画素について生成することで得られる複数の関係式を生成する関係式生成手段と、複数の関係式を、複数の関係式から混合比を求めるための所定の演算方法に適用して得られる混合比を検出する混合比検出手段とを含むことを特徴とする。

【 0 0 0 7 】

画像処理装置は、注目画素に対応する混合比に基づいて、画像データを、画像データ内の前景オブジェクトを構成する前景オブジェクト成分のみからなる前景オブジェクト画像と、背景オブジェクトを構成する背景オブジェクト成分のみからなる背景オブジェクト画像とに分離する前景背景分離手段をさらに設けることができる。

【 0 0 0 8 】

混合比検出手段は、複数の関係式を最小自乗法で解くことにより、混合比を検出するようにすることができる。

【0009】

本発明の画像処理方法は、画像データに含まれる複数のオブジェクトのうちの、動いているオブジェクトに対応する画像の、あるフレームを基準として次のフレームにおける位置の変化を、画素間隔を単位として表した動き量を検出する動き検出ステップと、画像データの注目フレームの注目画素に対応して、画像データに含まれる複数のオブジェクトのうち前景となる前景オブジェクトの動き量に応じて、複数のオブジェクトが混合されてなる画素データである混合画素データを、注目フレームおよび注目フレームの周辺の周辺フレームから抽出すると共に、混合画素データに対応して、複数のオブジェクトのうち背景となる背景オブジェクトの動き量に応じて、混合画素データの個々に対応する背景オブジェクトに相当する画素データである背景画素データを、混合画素データとは異なるフレームから抽出する抽出ステップと、注目画素データを、注目画素データに対応する背景画素データと、注目画素に含まれる複数のオブジェクトのうちの背景オブジェクトまたは前景オブジェクトの成分の割合を示す混合比と、前景オブジェクトの成分の和とで示した第1の式に対して、前景オブジェクトの成分の和には、注目画素および近傍画素における前景オブジェクトの成分は画素の位置に依らず一定であるとする第1の近似、並びに混合比には、注目画素および近傍画素において混合比が画素の位置に依存して直線的に変化するとする第2の近似を適用して、それにより得られる第2の式を、注目フレームの注目画素および近傍画素、並びにその前後の連続する複数のフレームの注目画素および近傍画素に対応する画素について生成することで得られる複数の関係式を生成する関係式生成ステップと、複数の関係式を、複数の関係式から混合比を求めるための所定の演算方法に適用して得られる混合比を検出する混合比検出ステップとを含むことを特徴とする。

【0010】

本発明の記録媒体のプログラムは、画像データに含まれる複数のオブジェクトのうちの、動いているオブジェクトに対応する画像の、あるフレームを基準として次のフレームにおける位置の変化を、画素間隔を単位として表した動き量を検出する動き検出ステップと、画像データの注目フレームの注目画素に対応して、画像データに含まれる複数のオブジェクトのうち前景となる前景オブジェクトの動き量に応じて、複数のオブジェクトが混合されてなる画素データである混合画素データを、注目フレームおよび注目フレームの周辺の周辺フレームから抽出すると共に、混合画素データに対応して、複数のオブジェクトのうち背景となる背景オブジェクトの動き量に応じて、混合画素データの個々に対応する背景オブジェクトに相当する画素データである背景画素データを、混合画素データとは異なるフレームから抽出する抽出ステップと、注目画素データを、注目画素データに対応する背景画素データと、注目画素に含まれる複数のオブジェクトのうちの背景オブジェクトまたは前景オブジェクトの成分の割合を示す混合比と、前景オブジェクトの成分の和とで示した第1の式に対して、前景オブジェクトの成分の和には、注目画素および近傍画素における前景オブジェクトの成分は画素の位置に依らず一定であるとする第1の近似、並びに混合比には、注目画素および近傍画素において混合比が画素の位置に依存して直線的に変化するとする第2の近似を適用して、それにより得られる第2の式を、注目フレームの注目画素および近傍画素、並びにその前後の連続する複数のフレームの注目画素および近傍画素に対応する画素について生成することで得られる複数の関係式を生成する関係式生成ステップと、複数の関係式を、複数の関係式から混合比を求めるための所定の演算方法に適用して得られる混合比を検出する混合比検出ステップとを実行させることを特徴とする。

【0011】

本発明のプログラムは、画像データに含まれる複数のオブジェクトのうちの、動いているオブジェクトに対応する画像の、あるフレームを基準として次のフレームにおける位置の変化を、画素間隔を単位として表した動き量を検出する動き検出ステップと、画像データの注目フレームの注目画素に対応して、画像データに含まれる複数のオブジェクトのう

10

20

30

40

50

ち前景となる前景オブジェクトの動き量に応じて、複数のオブジェクトが混合されてなる画素データである混合画素データを、注目フレームおよび注目フレームの周辺の周辺フレームから抽出すると共に、混合画素データに対応して、複数のオブジェクトのうち背景となる背景オブジェクトの動き量に応じて、混合画素データの個々に対応する背景オブジェクトに相当する画素データである背景画素データを、混合画素データとは異なるフレームから抽出する抽出ステップと、注目画素データを、注目画素データに対応する背景画素データと、注目画素に含まれる複数のオブジェクトのうちの背景オブジェクトまたは前景オブジェクトの成分の割合を示す混合比と、前景オブジェクトの成分の和とで示した第1の式に対して、前景オブジェクトの成分の和には、注目画素および近傍画素における前景オブジェクトの成分は画素の位置に依らず一定であるとする第1の近似、並びに混合比には、注目画素および近傍画素において混合比が画素の位置に依存して直線的に変化するとする第2の近似を適用して、それにより得られる第2の式を、注目フレームの注目画素および近傍画素、並びにその前後の連続する複数のフレームの注目画素および近傍画素に対応する画素について生成することで得られる複数の関係式を生成する関係式生成ステップと、複数の関係式を、複数の関係式から混合比を求めるための所定の演算方法に適用して得られる混合比を検出する混合比検出ステップとを実行させることを特徴とするプログラム。

10

【0012】

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、画像データに含まれる複数のオブジェクトのうちの、動いているオブジェクトに対応する画像の、あるフレームを基準として次のフレームにおける位置の変化を、画素間隔を単位として表した動き量が検出され、画像データの注目フレームの注目画素に対応して、画像データに含まれる複数のオブジェクトのうち前景となる前景オブジェクトの動き量に応じて、複数のオブジェクトが混合されてなる画素データである混合画素データを、注目フレームおよび注目フレームの周辺の周辺フレームから抽出すると共に、混合画素データに対応して、複数のオブジェクトのうち背景となる背景オブジェクトの動き量に応じて、混合画素データの個々に対応する背景オブジェクトに相当する画素データである背景画素データが、混合画素データとは異なるフレームから抽出され、注目画素データを、注目画素データに対応する背景画素データと、注目画素に含まれる複数のオブジェクトのうちの背景オブジェクトまたは前景オブジェクトの成分の割合を示す混合比と、前景オブジェクトの成分の和とで示した第1の式に対して、前景オブジェクトの成分の和には、注目画素および近傍画素における前景オブジェクトの成分は画素の位置に依らず一定であるとする第1の近似、並びに混合比には、注目画素および近傍画素において混合比が画素の位置に依存して直線的に変化するとする第2の近似を適用して、それにより得られる第2の式を、注目フレームの注目画素および近傍画素、並びにその前後の連続する複数のフレームの注目画素および近傍画素に対応する画素について生成することで得られる複数の関係式が生成され、複数の関係式を、複数の関係式から混合比を求めるための所定の演算方法に適用して得られる混合比が検出される。

20

30

【0013】

【発明の実施の形態】

図1は、本発明の原理を表している。同図に示すように、空間と時間軸を有する現実社会1の情報である第1の信号がセンサ2により取得され、データ化される。センサ2が取得したデータ3である検出信号は、現実社会1の情報を、現実社会より低い次元の時空間に射影して得られた情報である。従って、射影して得られた情報は、射影により発生する歪みを有している。換言すれば、センサ2が出力するデータ3は、現実社会1の情報に対して歪みを有している。また、データ3は、射影による歪みを有しているが、これを補正するための有意情報を含んでいる。

40

【0014】

そこで、本発明においては、センサ2が出力したデータを信号処理部4において信号処理することで、有意情報が抽出される。

50

【0015】

この有意情報を用いて、センサ2が出力したデータを信号処理部4において信号処理することで、その歪みが除去されるか、低減されるか、または調整することができる。

【0016】

図2は、本発明が適用される信号処理装置の構成例を表している。センサ11は、例えば、ビデオカメラで構成され、現実社会の画像を撮像し、得られた画像データを信号処理部12に出力する。信号処理部12は、例えば、パーソナルコンピュータなどで構成され、センサ11より入力されたデータを処理し、射影により発生する歪みの量を調整したり、射影により埋もれた有意情報の含まれる領域を特定したり、更に特定した領域から有意情報を抽出したり、抽出した有意情報に基づいて、入力されたデータを処理したりする。

10

【0017】

ここで言う有意情報は、例えば、後述する混合比である。

【0018】

なお、射影により埋もれた有意情報の含まれる領域を示す情報も有意情報と考えることができる。ここでは、後述する領域情報が有意情報に相当する。

【0019】

ここで言う有意情報の含まれる領域は、例えば、後述する混合領域である。

【0020】

信号処理部12は、例えば、図3に示すように構成される。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、CPU21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CPU21、ROM22、およびRAM23は、バス24により相互に接続されている。

20

【0021】

CPU21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。CPU21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、CPU21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。

【0022】

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、CPU21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11の出力を取り込む取得部として働く。

30

【0023】

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。

【0024】

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。

40

【0025】

次に、センサにより取得されたデータから、有意情報が埋もれている領域を特定したり、埋もれた有意情報を抽出する処理を行う信号処理装置についてより具体的な例を挙げて説明する。以下の例において、CCDラインセンサまたはCCDエリアセンサがセンサに対応し、領域情報や混合比が有意情報に対応し、混合領域において、前景と背景が混合していることや動きボケが歪みに対応する。

【0026】

図4は、信号処理部12を示すブロック図である。

【0027】

50

なお、信号処理部12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ると、ソフトウェアによる機能ブロック図と考えるも良い。

【0028】

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11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。

【0029】

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。

10

【0030】

信号処理部12に供給された入力画像は、オブジェクト抽出部101、領域特定部103、混合比算出部104、および前景背景分離部105に供給される。

【0031】

オブジェクト抽出部101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102に供給する。オブジェクト抽出部101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。

【0032】

20

オブジェクト抽出部101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102に供給する。オブジェクト抽出部101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。

【0033】

また、例えば、オブジェクト抽出部101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。

30

【0034】

動き検出部102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動きベクトルを算出して、算出した動きベクトルおよび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)を領域特定部103、混合比算出部104、および動きボケ抽出部106に供給する。

【0035】

動き検出部102が出力する動きベクトルには、動き量 v に対応する情報が含まれている。

【0036】

40

また、例えば、動き検出部102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動きベクトルを動きボケ調整部106に出力するようにしてもよい。

【0037】

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が、あるフレームを基準として次のフレームにおいて4画素分離さ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動き量 v は、4とされる。

【0038】

なお、オブジェクト抽出部101および動き検出部102は、動いているオブジェクトに

50

対応した動きボケ量の調整を行う場合に必要となる。

【0039】

領域特定部103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104、前景背景分離部105、および動きボケ調整部106に供給する。

【0040】

混合比算出部104は、入力画像、動き検出部102から供給された動きベクトルとその位置情報、および領域特定部103から供給された領域情報を基に、混合領域63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105に供給する。

10

【0041】

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。

【0042】

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106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。

20

【0043】

動きボケ調整部106は、動きベクトルからわかる動き量 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。

【0044】

動きボケ調整部106は、信号処理部12に入力された動きボケ調整量、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選択部107に出力する。動きベクトルとその位置情報は使わないこともある。

30

【0045】

選択部107は、例えば使用者の選択に対応した選択信号を基に、前景背景分離部105から供給された前景成分画像、および動きボケ調整部106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。

【0046】

次に、図5乃至図20を参照して、信号処理部12に供給される入力画像について説明する。

40

【0047】

図5は、センサによる撮像を説明する図である。センサ11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11との間を、例えば、図中の左側から右側に水平に移動する。

【0048】

センサ11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11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11は

50

、1秒間に30フレームから成る画像を出力する。センサ11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11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。

【0049】

図6は、画素の配置を説明する図である。図6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11上に配置されている。センサ11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。

10

【0050】

図7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。

【0051】

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11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、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。

20

【0052】

信号処理部12は、このようなセンサ11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。信号処理部12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、信号処理部12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。

30

【0053】

図8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8(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8(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。

【0054】

図8(B)は、図8(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8(B)の横方向は、図8(A)の空間方向Xに対応している。

40

【0055】

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。

【0056】

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。

【0057】

50

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 8 】

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。

【 0 0 5 9 】

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。

10

【 0 0 6 0 】

図 9 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 8 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。

【 0 0 6 1 】

図 1 0 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。

20

【 0 0 6 2 】

図 1 0 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 1 0 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。

【 0 0 6 3 】

図 1 0 における縦方向は、図中の上から下に向かって時間が経過する。図 1 0 中の矩形の上辺の位置は、センサ 1 1 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 1 0 中の矩形の下辺の位置は、センサ 1 1 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 1 0 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。

30

【 0 0 6 4 】

以下において、シャッタ時間とフレーム間隔とが同一である場合を例に説明する。

【 0 0 6 5 】

図 1 0 における横方向は、図 8 で説明した空間方向 X に対応する。より具体的には、図 1 0 に示す例において、図 1 0 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。

【 0 0 6 6 】

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 1 1 に入力される光は変化しない。

40

【 0 0 6 7 】

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 1 0 に示すモデル図は、図 1 1 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の動き量 v などに対応して設定される。例えば、4 である動き量 v に対応して、仮想分割数は、4 とされ、シャッタ時間に対応する期間は 4 つに分割される。

【 0 0 6 8 】

図中の最も上の行は、シャッタが開いて最初の、分割された期間に対応する。図中の上か

50

ら 2 番目の行は、シャッタが開いて 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、シャッタが開いて 4 番目の、分割された期間に対応する。

【 0 0 6 9 】

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

【 0 0 7 0 】

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 1 1 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。

10

【 0 0 7 1 】

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 1 1 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。

【 0 0 7 2 】

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、シャッタ時間に対応する期間において、センサ 1 1 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、シャッタが開いて最初の、シャッタ時間/ v に対応する前景の成分 $F01/v$ と、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 $F01/v$ と、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 $F01/v$ と、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 $F01/v$ 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。

20

【 0 0 7 3 】

背景に対応するオブジェクトが静止している場合、シャッタ時間に対応する期間において、センサ 1 1 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、シャッタが開いて最初の、シャッタ時間/ v に対応する背景の成分 $B01/v$ と、シャッタが開いて 2 番目の、シャッタ時間/ v に対応する背景の成分 $B01/v$ と、シャッタが開いて 3 番目の、シャッタ時間/ v に対応する背景の成分 $B01/v$ と、シャッタが開いて 4 番目の、シャッタ時間/ 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。

30

【 0 0 7 4 】

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。

【 0 0 7 5 】

図 1 2 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。図 1 2 において、前景の動き量 v は、4 である。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 1 2 において、前景に対応するオブジェクトの画像は、あるフレームを基準として次のフレームにおいて 4 画素分右側に表示されるように移動する。

40

【 0 0 7 6 】

図 1 2 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 1 2 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 1 2 において、最も右側の画素は、背景領域に属する。

【 0 0 7 7 】

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

50

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。

【 0 0 7 8 】

例えば、図 1 2 中に太線枠を付した画素値Mは、式 (1) で表される。

【 0 0 7 9 】

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

【 0 0 8 0 】

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。

【 0 0 8 1 】

前景に対応するオブジェクトが、剛体であり、前景の画像が次のフレームにおいて4画素右側に表示されるように等速で移動すると仮定できるので、例えば、図 1 2 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 1 2 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 1 2 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 1 2 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。

【 0 0 8 2 】

前景に対応するオブジェクトが、剛体であり、前景の画像が次のフレームにおいて4画素右側に表示されるように等速で移動すると仮定できるので、例えば、図 1 2 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 1 2 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 1 2 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 1 2 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。

【 0 0 8 3 】

前景に対応するオブジェクトが、剛体であり、前景の画像が次のフレームにおいて4画素右側に表示されるように等速で移動すると仮定できるので、例えば、図 1 2 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 1 2 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 1 2 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 1 2 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。

【 0 0 8 4 】

前景に対応するオブジェクトが、剛体であり、前景の画像が次のフレームにおいて4画素右側に表示されるように等速で移動すると仮定できるので、例えば、図 1 2 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 1 2 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 1 2 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 1 2 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。

。

10

20

30

40

50

【 0 0 8 5 】

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。

【 0 0 8 6 】

図 1 3 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。図 1 3 において、前景の動き量 v は、4である。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 1 3 において、前景に対応するオブジェクトの画像は、あるフレームを基準として次のフレームにおいて4画素分右側に移動する。

10

【 0 0 8 7 】

図 1 3 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 1 3 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 1 3 において、最も右側の画素は、前景領域に属する。

【 0 0 8 8 】

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。

【 0 0 8 9 】

例えば、図 1 3 中に太線枠を付した画素値 M' は、式(2)で表される。

20

【 0 0 9 0 】

$$M' = F_{02}/v + F_{01}/v + B_{26}/v + B_{26}/v \quad (2)$$

【 0 0 9 1 】

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。

30

【 0 0 9 2 】

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。

【 0 0 9 3 】

【数1】

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

【 0 0 9 4 】

ここで、 α 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。

40

【 0 0 9 5 】

前景に対応するオブジェクトが剛体であり、等速で動くとは仮定でき、かつ、動き量 v が4であるので、例えば、図 1 3 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 F_{01}/v は、図 1 3 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、 F_{01}/v は、図 1 3 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 1 3 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。

【 0 0 9 6 】

前景に対応するオブジェクトが剛体であり、等速で動くとは仮定でき、かつ、仮想分割数が

50

4であるので、例えば、図13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13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13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。

【0097】

前景に対応するオブジェクトが剛体であり、等速で動くとは仮定でき、かつ、動き量 v が4であるので、例えば、図13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13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。

10

【0098】

図11乃至図13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、動き量 v に対応する。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、前景に対応するオブジェクトが、あるフレームを基準として次のフレームにおいて4画素分右側に表示されるように移動しているとき、動き量 v は、4とされる。動き量 v に対応し、仮想分割数は、4とされる。同様に、例えば、前景に対応するオブジェクトが、あるフレームを基準として次のフレームにおいて6画素分左側に表示されるように移動しているとき、動き量 v は、6とされ、仮想分割数は、6とされる。

【0099】

図14および図15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。

20

【0100】

図14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14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。

【0101】

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。

【0102】

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、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15に示す。

30

【0103】

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15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。

【0104】

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11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。

40

【0105】

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。

【0106】

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

50

並んでいる画素を選択することができる。

【 0 1 0 7 】

図 1 6 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。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。

【 0 1 0 8 】

図 1 6 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。

10

【 0 1 0 9 】

図 1 7 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。図 1 7 に示すモデルは、カバードバックグラウンド領域を含む。

【 0 1 1 0 】

図 1 7 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、前景の画像が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ので、前景の動き量 v は、4 であり、仮想分割数は、4 である。

20

【 0 1 1 1 】

例えば、図 1 7 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 1 7 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 1 7 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 1 7 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。

【 0 1 1 2 】

図 1 7 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 1 7 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 1 7 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。

30

【 0 1 1 3 】

図 1 7 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 7 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 7 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 4 】

背景に対応するオブジェクトが静止しているので、図 1 7 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 7 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 7 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。

40

【 0 1 1 5 】

図 1 7 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 1 6 】

図 1 7 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、

50

その画素値は、それぞれ、B04乃至B11となる。

【 0 1 1 7 】

図 1 7 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。

【 0 1 1 8 】

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、前景の画像が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ので、図 1 7 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 7 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 7 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 7 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。

10

【 0 1 1 9 】

図 1 7 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 7 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 7 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 0 】

図 1 7 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 7 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 7 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。

20

【 0 1 2 1 】

背景に対応するオブジェクトが静止しているので、図 1 7 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 7 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 7 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。

30

【 0 1 2 2 】

図 1 7 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。

【 0 1 2 3 】

図 1 7 中のフレーム#nの左から 9 番目の画素乃至 1 2 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。

【 0 1 2 4 】

図 1 7 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。

40

【 0 1 2 5 】

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、前景の画像が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ので、図 1 7 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 1 7 中の左から 1 0 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 7 中の左から 1 1 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 7 中の左から 1 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の前景の成分は、F12/vとなる。

【 0 1 2 6 】

図 1 7 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

50

間/vの期間の前景の成分は、 $F11/v$ となり、図17中の左から10番目の画素の、シャッターが開いて3番目のシャッター時間/vの前景の成分も、 $F11/v$ となる。図17中の左から11番目の画素の、シャッターが開いて4番目の、シャッター時間/vの前景の成分は、 $F11/v$ となる。

【0127】

図17中のフレーム#n+1の左から9番目の画素の、シャッターが開いて3番目の、シャッター時間/vの前景の成分は、 $F10/v$ となり、図17中の左から10番目の画素の、シャッターが開いて4番目のシャッター時間/vの前景の成分も、 $F10/v$ となる。図17中のフレーム#n+1の左から9番目の画素の、シャッターが開いて4番目のシャッター時間/vの前景の成分は、 $F09/v$ となる。

10

【0128】

背景に対応するオブジェクトが静止しているので、図17中のフレーム#n+1の左から10番目の画素の、シャッターが開いて最初のシャッター時間/vの背景の成分は、 $B09/v$ となる。図17中のフレーム#n+1の左から11番目の画素の、シャッターが開いて最初および2番目のシャッター時間/vの背景の成分は、 $B10/v$ となる。図17中のフレーム#n+1の左から12番目の画素の、シャッターが開いて最初乃至3番目の、シャッター時間/vの背景の成分は、 $B11/v$ となる。

【0129】

図17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、カバーバックグラウンド領域である混合領域に対応する。

20

【0130】

図18は、図17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。

【0131】

図19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。図19において、アンカバードバックグラウンド領域が含まれている。

【0132】

図19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。前景に対応するオブジェクトが、次のフレームにおいて4画素分右側に表示されるように移動しているので、動き量 v は、4である。

30

【0133】

例えば、図19中のフレーム#n-1の最も左側の画素の、シャッターが開いて最初の、シャッター時間/vの前景の成分は、 $F13/v$ となり、図19中の左から2番目の画素の、シャッターが開いて2番目のシャッター時間/vの前景の成分も、 $F13/v$ となる。図19中の左から3番目の画素の、シャッターが開いて3番目のシャッター時間/vの前景の成分、および図19中の左から4番目の画素の、シャッターが開いて4番目のシャッター時間/vの前景の成分は、 $F13/v$ となる。

【0134】

図19中のフレーム#n-1の左から2番目の画素の、シャッターが開いて最初のシャッター時間/vの前景の成分は、 $F14/v$ となり、図19中の左から3番目の画素の、シャッターが開いて2番目のシャッター時間/vの前景の成分も、 $F14/v$ となる。図19中の左から3番目の画素の、シャッターが開いて最初の、シャッター時間/vの前景の成分は、 $F15/v$ となる。

40

【0135】

背景に対応するオブジェクトが静止しているので、図19中のフレーム#n-1の最も左側の画素の、シャッターが開いて2番目乃至4番目の、シャッター時間/vの背景の成分は、 $B25/v$ となる。図19中のフレーム#n-1の左から2番目の画素の、シャッターが開いて3番目および4番目の、シャッター時間/vの背景の成分は、 $B26/v$ となる。図19中のフレーム#n-1の左から3番目の画素の、シャッターが開いて4番目のシャッター時間/vの背景の成分は、 $B27/v$ となる。

50

【 0 1 3 6 】

図 1 9 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。

【 0 1 3 7 】

図 1 9 中のフレーム#n-1の左から 4 番目の画素乃至 1 2 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。

【 0 1 3 8 】

図 1 9 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。

【 0 1 3 9 】

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、前景の画像が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ので、図 1 9 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 1 9 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 1 9 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 9 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。

【 0 1 4 0 】

図 1 9 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 1 9 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 1 9 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。

【 0 1 4 1 】

背景に対応するオブジェクトが静止しているので、図 1 9 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 1 9 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 1 9 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。

【 0 1 4 2 】

図 1 9 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。

【 0 1 4 3 】

図 1 9 中のフレーム#nの左から 8 番目の画素乃至 1 2 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。

【 0 1 4 4 】

図 1 9 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。

【 0 1 4 5 】

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、前景の画像が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ので、図 1 9 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 1 9 中の左から 1 0 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 1 9 中の左から 1 1 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 9 中の左から 1 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の前景の成分は、F13/vとなる。

【 0 1 4 6 】

図 1 9 中のフレーム#n+1の左から 1 0 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 1 9 中の左から 1 1 番目の画素の、シャッタが開

10

20

30

40

50

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19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。

【0147】

背景に対応するオブジェクトが静止しているので、図19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19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19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。

【0148】

図19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。

【0149】

図19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。

【0150】

図20は、図19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。

【0151】

図4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106に供給する。

【0152】

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。

【0153】

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106に供給する。

【0154】

動きボケ調整部106は、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。

【0155】

図21のフローチャートを参照して、信号処理部12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。

【0156】

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106は、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、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、動きベクトルの方向に対応

10

20

30

40

50

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。

【0157】

ステップS12において、混合比算出部104は、入力画像、動きベクトルとその位置情報、および領域情報を基に、混合領域に含まれる画素毎に、混合比を算出する。混合比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に供給する。

【0158】

ステップS13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106に供給する。

10

【0159】

ステップS14において、動きボケ調整部106は、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し、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。動きボケの量の調整の処理の詳細については、後述する。

【0160】

ステップS15において、信号処理部12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S14に進み、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。

20

【0161】

ステップS15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、処理は終了する。

【0162】

このように、信号処理部12は、前景と背景を分離して、前景に含まれる動きボケの量を調整することができる。すなわち、信号処理部12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。

【0163】

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106のそれぞれの構成について説明する。

30

【0164】

図22は、領域特定部103の構成を示すブロック図である。図22に構成を示す領域特定部103は、動きベクトルを利用しない。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。

【0165】

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

【0166】

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

50

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202-2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より大きいかが否かを判定し、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。

【0167】

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より大きいかが否かを判定し、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

【0168】

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より大きいかが否かを判定し、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

【0169】

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

【0170】

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。

40

【0171】

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。

【0172】

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。

【0173】

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

50

、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 1 7 4 】

領域判定部 203 - 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 204 に供給する。

【 0 1 7 5 】

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し、かつ、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 1 7 6 】

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すか、または、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 1 7 7 】

領域判定部 203 - 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 204 に供給する。

20

【 0 1 7 8 】

領域判定部 203 - 3 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、かつ、静動判定部 202 - 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。

【 0 1 7 9 】

領域判定部 203 - 3 は、静動判定部 202 - 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 202 - 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 1 8 0 】

領域判定部 203 - 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 204 に供給する。

【 0 1 8 1 】

判定フラグ格納フレームメモリ 204 は、領域判定部 203 - 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 203 - 2 から供給された静止領域判定フラグ、領域判定部 203 - 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 203 - 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 1 8 2 】

判定フラグ格納フレームメモリ 204 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 205 に供給する。合成部 205 は、判定フラグ格納フレームメモリ 204 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

50

格納フレームメモリ206に供給する。

【0183】

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出力する。

【0184】

次に、領域特定部103の処理の例を図23乃至図27を参照して説明する。

【0185】

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23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

【0186】

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24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24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。

【0187】

図24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。

【0188】

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

【0189】

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。

【0190】

図24に示す例において、フレーム#nに含まれる前景の成分が、フレーム#n+1において4画素移動しているため、動き量 v は、4である。仮想分割数は、動き量 v に対応し、4である。

30

【0191】

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。

【0192】

図25に示す、背景が静止し、前景の動き量 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。動き量 v が4であるため、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

【0193】

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。

【0194】

50

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、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。

【0195】

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。

10

【0196】

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。

【0197】

図26に示す、背景が静止し、前景の動き量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。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。

20

【0198】

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。

【0199】

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。

30

【0200】

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。

【0201】

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。

40

【0202】

図27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。

【0203】

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 0 4 】

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 0 5 】

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 0 6 】

図 2 8 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 2 8 (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 2 8 (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 0 7 】

図 2 8 (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 2 8 (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 0 8 】

図 2 9 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 2 9 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 0 9 】

次に、図 3 0 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 1 0 】

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 1 1 】

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 1 2 】

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 1 3】

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 1 4】

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 1 5】

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 1 6】

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 1 7】

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 1 8】

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 1 9】

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 2 0】

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 2 1】

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 2 2】

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 2 3】

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 2 4】

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 2 5】

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 2 6】

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 2 7】

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 2 8】

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 2 9】

図3 1は、領域特定部1 0 3の構成を示すブロック図である。図3 1に示す領域特定部1 0 3は、動きベクトルを使用しない。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 3 0】

50

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の例を図32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32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。

【0231】

図32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。

【0232】

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

【0233】

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。

20

【0234】

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。

【0235】

背景画像生成部301が生成する、図32の例に対応する背景画像の例を図33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。

【0236】

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

【0237】

図34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。

【0238】

相関値演算部321は、例えば、図35(A)に示すように、 X_4 を中心とした 3×3 の背景画像の中のブロックと、図35(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 3×3 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

【0239】

【数2】

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

50

【 0 2 4 0 】

【 数 3 】

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

【 0 2 4 1 】

【 数 4 】

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

10

【 0 2 4 2 】

相関値演算部 3 2 1 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 3 2 2 に供給する。

【 0 2 4 3 】

また、相関値演算部 3 2 1 は、例えば、図 3 6 (A) に示すように、 X_4 を中心とした 3×3 の背景画像の中のブロックと、図 3 6 (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 3×3 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和を算出するようにしてもよい。

20

【 0 2 4 4 】

【 数 5 】

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

【 0 2 4 5 】

相関値演算部 3 2 1 は、このように算出された差分絶対値和を相関値として、しきい値処理部 3 2 2 に供給する。

30

【 0 2 4 6 】

しきい値処理部 3 2 2 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 3 2 2 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。

【 0 2 4 7 】

図 3 7 は、図 3 2 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

【 0 2 4 8 】

図 3 8 は、時間変化検出部 3 0 3 の構成を示すブロック図である。フレームメモリ 3 4 1 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 3 0 2 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。

【 0 2 4 9 】

領域判定部 3 4 2 は、フレームメモリ 3 4 1 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。

50

【 0 2 5 0 】

図 3 9 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 2 5 1 】

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 2 5 2 】

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。

【 0 2 5 3 】

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 2 5 4 】

図 4 0 は、図 3 2 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。

【 0 2 5 5 】

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 2 5 6 】

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 2 5 7 】

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 2 5 8 】

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 2 5 9 】

次に、図 4 1 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。

【 0 2 6 0 】

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 3 5 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 2 6 1 】

10

20

30

40

50

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、処理は終了する。

【 0 2 6 2 】

図 4 2のフローチャートを参照して、ステップS 3 0 4に対応する領域判定の処理の詳細を説明する。ステップS 3 2 1において、時間変化検出部 3 0 3の領域判定部 3 4 2は、フレームメモリ 3 4 1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S 3 2 2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。

【 0 2 6 3 】

ステップS 3 2 1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S 3 2 3に進み、時間変化検出部 3 0 3の領域判定部 3 4 2は、フレームメモリ 3 4 1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S 3 2 4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。

【 0 2 6 4 】

ステップS 3 2 3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S 3 2 5に進み、時間変化検出部 3 0 3の領域判定部 3 4 2は、フレームメモリ 3 4 1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S 3 2 6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。

【 0 2 6 5 】

ステップS 3 2 5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S 3 2 7に進み、時間変化検出部 3 0 3の領域判定部 3 4 2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。

【 0 2 6 6 】

このように、領域特定部 1 0 3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。

【 0 2 6 7 】

図 4 3は、領域特定部 1 0 3の他の構成を示すブロック図である。図 4 3に示す領域特定部 1 0 3は、動き検出部 1 0 2から供給される動きベクトルとその位置情報を使用する。図 3 1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 2 6 8 】

ロバスト化部 3 6 1は、2値オブジェクト画像抽出部 3 0 2から供給された、N個のフレームの2値オブジェクト画像を基に、ロバスト化された2値オブジェクト画像を生成して、時間変化検出部 3 0 3に出力する。

【 0 2 6 9 】

図 4 4は、ロバスト化部 3 6 1の構成を説明するブロック図である。動き補償部 3 8 1は、動き検出部 1 0 2から供給された動きベクトルとその位置情報を基に、N個のフレームの2値オブジェクト画像の動きを補償して、動きが補償された2値オブジェクト画像をスイッチ 3 8 2に出力する。

【 0 2 7 0 】

10

20

30

40

50

図45および図46の例を参照して、動き補償部381の動き補償について説明する。例えば、フレーム#nの領域を判定するとき、図45に例を示すフレーム#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が入力された場合、動き補償部381は、動き検出部102から供給された動きベクトルを基に、図46に例を示すように、フレーム#n-1の2値オブジェクト画像、およびフレーム#n+1の2値オブジェクト画像を動き補償して、動き補償された2値オブジェクト画像をスイッチ382に供給する。

【0271】

スイッチ382は、1番目のフレームの動き補償された2値オブジェクト画像をフレームメモリ383-1に出力し、2番目のフレームの動き補償された2値オブジェクト画像をフレームメモリ383-2に出力する。同様に、スイッチ382は、3番目乃至N-1番目のフレームの動き補償された2値オブジェクト画像のそれぞれをフレームメモリ383-3乃至フレームメモリ383-(N-1)のいずれかに出力し、N番目のフレームの動き補償された2値オブジェクト画像をフレームメモリ383-Nに出力する。

10

【0272】

フレームメモリ383-1は、1番目のフレームの動き補償された2値オブジェクト画像を記憶し、記憶されている2値オブジェクト画像を重み付け部384-1に出力する。フレームメモリ383-2は、2番目のフレームの動き補償された2値オブジェクト画像を記憶し、記憶されている2値オブジェクト画像を重み付け部384-2に出力する。

【0273】

同様に、フレームメモリ383-3乃至フレームメモリ383-(N-1)のそれぞれは、3番目のフレーム乃至N-1番目のフレームの動き補償された2値オブジェクト画像のいずれかを記憶し、記憶されている2値オブジェクト画像を重み付け部384-3乃至重み付け部384-(N-1)のいずれかに出力する。フレームメモリ383-Nは、N番目のフレームの動き補償された2値オブジェクト画像を記憶し、記憶されている2値オブジェクト画像を重み付け部384-Nに出力する。

20

【0274】

重み付け部384-1は、フレームメモリ383-1から供給された1番目のフレームの動き補償された2値オブジェクト画像の画素値に予め定めた重み w_1 を乗じて、積算部385に供給する。重み付け部384-2は、フレームメモリ383-2から供給された2番目のフレームの動き補償された2値オブジェクト画像の画素値に予め定めた重み w_2 を乗じて、積算部385に供給する。

30

【0275】

同様に、重み付け部384-3乃至重み付け部384-(N-1)のそれぞれは、フレームメモリ383-3乃至フレームメモリ383-(N-1)のいずれかから供給された3番目乃至N-1番目のいずれかのフレームの動き補償された2値オブジェクト画像の画素値に予め定めた重み w_3 乃至重み $w_{(N-1)}$ のいずれかを乗じて、積算部385に供給する。重み付け部384-Nは、フレームメモリ383-Nから供給されたN番目のフレームの動き補償された2値オブジェクト画像の画素値に予め定めた重み w_N を乗じて、積算部385に供給する。

【0276】

積算部385は、1乃至N番目のフレームの動き補償され、それぞれ重み w_1 乃至 w_N のいずれかが乗じられた、2値オブジェクト画像の対応する画素値を積算して、積算された画素値を予め定めたしきい値 th_0 と比較することにより2値オブジェクト画像を生成する。

40

【0277】

このように、ロバスト化部361は、N個の2値オブジェクト画像からロバスト化された2値オブジェクト画像を生成して、時間変化検出部303に供給するので、図43に構成を示す領域特定部103は、入力画像にノイズが含まれていても、図31に示す場合に比較して、より正確に領域を特定することができる。

【0278】

次に、図43に構成を示す領域特定部103の領域特定の処理について、図47のフロー

50

チャートを参照して説明する。ステップS341乃至ステップS343の処理は、図41のフローチャートで説明したステップS301乃至ステップS303とそれぞれ同様なのでその説明は省略する。

【0279】

ステップS344において、ロバスト化部361は、ロバスト化の処理を実行する。

【0280】

ステップS345において、時間変化検出部303は、領域判定の処理を実行して、処理は終了する。ステップS345の処理の詳細は、図42のフローチャートを参照して説明した処理と同様なのでその説明は省略する。

【0281】

次に、図48のフローチャートを参照して、図47のステップS344の処理に対応する、ロバスト化の処理の詳細について説明する。ステップS361において、動き補償部381は、動き検出部102から供給される動きベクトルとその位置情報を基に、入力された2値オブジェクト画像の動き補償の処理を実行する。ステップS362において、フレームメモリ383-1乃至383-Nのいずれかは、スイッチ382を介して供給された動き補償された2値オブジェクト画像を記憶する。

【0282】

ステップS363において、ロバスト化部361は、N個の2値オブジェクト画像が記憶されたか否かを判定し、N個の2値オブジェクト画像が記憶されていないと判定された場合、ステップS361に戻り、2値オブジェクト画像の動き補償の処理および2値オブジェクト画像の記憶の処理を繰り返す。

【0283】

ステップS363において、N個の2値オブジェクト画像が記憶されたと判定された場合、ステップS364に進み、重み付け部384-1乃至384-Nのそれぞれは、N個の2値オブジェクト画像のそれぞれに w_1 乃至 w_N のいずれかの重みを乗じて、重み付けする。

【0284】

ステップS365において、積算部385は、重み付けされたN個の2値オブジェクト画像を積算する。

【0285】

ステップS366において、積算部385は、例えば、予め定められたしきい値 th_1 との比較などにより、積算された画像から2値オブジェクト画像を生成して、処理は終了する。

【0286】

このように、図43に構成を示す領域特定部103は、ロバスト化された2値オブジェクト画像を基に、領域情報を生成することができる。

【0287】

以上のように、領域特定部103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。

【0288】

図49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、および動き検出部102から供給された動きベクトルとその位置情報を基に、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。

【0289】

推定混合比処理部402は、入力画像、および動き検出部102から供給された動きベクトルとその位置情報を基に、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。

【0290】

10

20

30

40

50

前景に対応するオブジェクトがシャッター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。

【0291】

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。

【0292】

この場合、混合比の傾きは、前景のシャッター時間内での動き量 v の逆比となる。

10

【0293】

理想的な混合比の例を図50に示す。理想的な混合比の混合領域における傾き l は、動き量 v の逆数として表すことができる。

【0294】

図50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。

【0295】

図51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。

【0296】

20

【数6】

$$\begin{aligned} C06 &= B06/v + P06/v + F01/v + F02/v \\ &= P06/v + P06/v + F01/v + F02/v \\ &= 2/v \cdot P06 + \sum_{i=1}^2 F_i/v \end{aligned} \quad (8)$$

【0297】

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(10)のように表現することができる。

30

【0298】

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

$$B=P06 \quad (10)$$

【0299】

式(8)中の $2/v$ は、混合比に対応する。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は、0.5となる。

【0300】

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、混合比を示す式(3)は、式(11)のように書き換えられる。

40

【0301】

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

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、混合比および前景の成分の和 f の2つである。

【0302】

同様に、アンカバードバックグラウンド領域における、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52に示す。

【0303】

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

50

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、混合比を示す式(3)は、式(12)のように表現することができる。

【0304】

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

【0305】

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51において、背景に対応するオブジェクトの動き量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。

10

【0306】

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を求めることができない。

【0307】

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り、画素の位置の変化に対応して、混合比が直線的に変化する性質を利用して、空間方向に、混合比と前景の成分の和fとを近似した式を立て、また、前景の動き量vに合わせて、混合領域に属する画素と対応する背景領域に属する画素との組について式を立てる。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を、前景の動きに合わせて複数利用して、混合比と前景の成分の和fとを近似した式を解く。

20

【0308】

混合比の変化を、直線として近似すると、混合比は、式(13)で表される。

【0309】

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

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、混合比の直線の傾きである。pは、混合比の直線の切片である共に、注目している画素の混合比である。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。

30

【0310】

インデックスi、傾きl、および切片pの関係を図53に示す。

【0311】

混合比を式(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合比は、2つの変数で表現される。図53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。

【0312】

図54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。

40

【0313】

$$= j + m + k + q + p \quad (14)$$

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。

【0314】

例えば、図51に示すフレーム#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。

【0315】

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

50

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

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

【0316】

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Fcに置き換えると式(18)が成立する。

【0317】

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

式(18)において、xは、空間方向の位置を表す。

【0318】

(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。

【0319】

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

【0320】

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

【0321】

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

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

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

【0322】

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。

【0323】

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。

【0324】

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。

【0325】

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

【0326】

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。

【0327】

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

【0328】

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。

【0329】

複数のフレームにわたって、前景に対応するオブジェクトが等速で動くという仮定と、前景の成分が一定であるという仮定を持ち込むことで、1フレーム内では、図54のような近似を複数フレームに渡って持ち込む図55のような近似とすることができる。

10

20

30

40

50

【 0 3 3 0 】

なお、図 5 5 において、各フレームにおける平面は同じ傾きであり、混合比・前景成分の近似により式 (2 4) で表されるものである。

【 0 3 3 1 】

そこで、時間方向のインデックスをTとすると、式 (2 4) は、式 (2 5) と書ける。

【 0 3 3 2 】

$$M_T = jB_T \cdot m + kB_T \cdot q + B_T \cdot p + j \cdot s + k \cdot t + u \quad (2 5)$$

【 0 3 3 3 】

注目している画素にあたる前景のオブジェクト移動量に対応させ、かつ、各フレームにおいて近傍の画素を対応させて、式 (2 5) に、画素値Bおよび画素値M および画素値Bが設定された複数の式に対して最小自乗法で解くことにより、混合比を算出する。

【 0 3 3 4 】

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、時間方向のインデックスT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 (2 5) に示す混合画素を表す式に画素値Mまたは画素値Bを設定すると、式 (2 6) 乃至式 (3 4) を得る。

【 0 3 3 5 】

$$M_{0,-1,-1} = (-1) \cdot B_{0,-1,-1} \cdot m + (-1) \cdot B_{0,-1,-1} \cdot q + B_{0,-1,-1} \cdot p + (-1) \cdot s + (-1) \cdot t + u \quad (2 6)$$

$$M_{0,0,-1} = (0) \cdot B_{0,0,-1} \cdot m + (-1) \cdot B_{0,0,-1} \cdot q + B_{0,0,-1} \cdot p + (0) \cdot s + (-1) \cdot t + u \quad (2 7)$$

$$M_{0,+1,-1} = (+1) \cdot B_{0,+1,-1} \cdot m + (-1) \cdot B_{0,+1,-1} \cdot q + B_{0,+1,-1} \cdot p + (+1) \cdot s + (-1) \cdot t + u \quad (2 8)$$

$$M_{0,-1,0} = (-1) \cdot B_{0,-1,0} \cdot m + (0) \cdot B_{0,-1,0} \cdot q + B_{0,-1,0} \cdot p + (-1) \cdot s + (0) \cdot t + u \quad (2 9)$$

$$M_{0,0,0} = (0) \cdot B_{0,0,0} \cdot m + (0) \cdot B_{0,0,0} \cdot q + B_{0,0,0} \cdot p + (0) \cdot s + (0) \cdot t + u \quad (3 0)$$

$$M_{0,+1,0} = (+1) \cdot B_{0,+1,0} \cdot m + (0) \cdot B_{0,+1,0} \cdot q + B_{0,+1,0} \cdot p + (+1) \cdot s + (0) \cdot t + u \quad (3 1)$$

$$M_{0,-1,+1} = (-1) \cdot B_{0,-1,+1} \cdot m + (+1) \cdot B_{0,-1,+1} \cdot q + B_{0,-1,+1} \cdot p + (-1) \cdot s + (+1) \cdot t + u \quad (3 2)$$

$$M_{0,0,+1} = (0) \cdot B_{0,0,+1} \cdot m + (+1) \cdot B_{0,0,+1} \cdot q + B_{0,0,+1} \cdot p + (0) \cdot s + (+1) \cdot t + u \quad (3 3)$$

$$M_{0,+1,+1} = (+1) \cdot B_{0,+1,+1} \cdot m + (+1) \cdot B_{0,+1,+1} \cdot q + B_{0,+1,+1} \cdot p + (+1) \cdot s + (+1) \cdot t + u \quad (3 4)$$

【 0 3 3 6 】

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 (1 4) 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 3 7 】

10

20

30

40

50

従って、Tが-1,0,1それぞれも考慮した式(26)乃至式(34)の27(9×3)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。

【0338】

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。

【0339】

インデックスT、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T、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(35)で表される。

【0340】

$$x=(T+1) \cdot 3 \cdot 3+(j+1) \cdot 3+(k+1) \quad (35)$$

【0341】

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w0,w1,w2,w3,w4、およびw5と表現し、jB,kB,B,j,k、および1をそれぞれa0,a1,a2,a3,a4、およびa5と表現する。誤差exを考慮すると、式(26)乃至式(34)は、式(36)に書き換えることができる。

【0342】

【数7】

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

【0343】

式(36)において、xは、0乃至27の整数のいずれかの値である。

【0344】

式(36)から、式(37)を導くことができる。

【0345】

【数8】

$$e_x = M_x - \sum_{y=0}^5 a_y \cdot w_y \quad (37)$$

【0346】

ここで、最小自乗法を適用するため、誤差の自乗和Eを式(38)に示すようにに定義する。

【0347】

【数9】

$$E = \sum_{x=0}^8 e_x^2 \quad (38)$$

【0348】

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Wv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(39)を満たすようにwyを求める。

【0349】

【数10】

$$\begin{aligned} \frac{\partial E}{\partial w_v} &= 2 \cdot \sum_{x=0}^8 e_x \cdot \frac{\partial e_x}{\partial w_v} \\ &= 2 \cdot \sum_{x=0}^8 e_x \cdot a_v = 0 \end{aligned} \quad (39)$$

10

20

30

40

50

【 0 3 5 0 】

式 (3 9) に式 (3 7) を代入すると、式 (4 0) を得る。

【 0 3 5 1 】

【 数 1 1 】

$$\sum_{x=0}^8 (a_v \cdot \sum_{y=0}^5 a_y \cdot w_y) = \sum_{x=0}^8 a_v \cdot M_x \quad (40)$$

【 0 3 5 2 】

式 (4 0) 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つの式からなる正規方程式に、例えば、掃き出し法 (Gauss-Jordanの消去法) などを用いて、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。

10

【 0 3 5 3 】

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。

【 0 3 5 4 】

ここで、切片pが、インデックスi,kが0の点、すなわち中心位置における混合比 となっているので、これを出力する。

【 0 3 5 5 】

式 (2 6) 乃至式 (3 4) 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。

20

【 0 3 5 6 】

例えば、図 5 1 に示す、フレーム#nのカバー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、フレーム#n-1の画素の画素値P04乃至P08、および前景の動きに対応した画素値が、正規方程式に設定される。

【 0 3 5 7 】

図 5 2 に示す、フレーム#nのアンカバー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、フレーム#n+1の画素の画素値N28乃至N32、および前景の動きに対応した画素値が、正規方程式に設定される。

30

【 0 3 5 8 】

また、例えば、図 5 6 に示す、カバー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 (4 1) 乃至式 (4 9) 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 5 9 】

$$Mc_{T1} = (-1) \cdot Bc1 \cdot m + (-1) \cdot Bc1 \cdot q + Bc1 \cdot p + (-1) \cdot s + (-1) \cdot t + u \quad (41)$$

$$Mc_{T2} = (0) \cdot Bc2 \cdot m + (-1) \cdot Bc2 \cdot q + Bc2 \cdot p + (0) \cdot s + (-1) \cdot t + u \quad (42)$$

$$Mc_{T3} = (+1) \cdot Bc3 \cdot m + (-1) \cdot Bc3 \cdot q + Bc3 \cdot p + (+1) \cdot s + (-1) \cdot t + u \quad (43)$$

$$Mc_{T4} = (-1) \cdot Bc4 \cdot m + (0) \cdot Bc4 \cdot q + Bc4 \cdot p + (-1) \cdot s + (0) \cdot t + u \quad (44)$$

40

$$Mc_{T5} = (0) \cdot Bc5 \cdot m + (0) \cdot Bc5 \cdot q + Bc5 \cdot p + (0) \cdot s + (0) \cdot t + u \quad (45)$$

$$Mc_{T6} = (+1) \cdot Bc6 \cdot m + (0) \cdot Bc6 \cdot q + Bc6 \cdot p + (+1) \cdot s + (0) \cdot t + u \quad (46)$$

$$Mc_{T7} = (-1) \cdot Bc7 \cdot m + (+1) \cdot Bc7 \cdot q + Bc7 \cdot p + (-1) \cdot s + (+1) \cdot t + u \quad (47)$$

$$Mc_{T8} = (0) \cdot Bc8 \cdot m + (+1) \cdot Bc8 \cdot q + Bc8 \cdot p + (0) \cdot s + (+1) \cdot t + u \quad (48)$$

$$Mc_{T9} = (+1) \cdot Bc9 \cdot m + (+1) \cdot Bc9 \cdot q + Bc9 \cdot p + (+1) \cdot s + (+1) \cdot t + u \quad (49)$$

【 0 3 6 0 】

フレーム#nのカバー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 (4 1) 乃至式 (4 9) において、T=0の時には、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。

【 0 3 6 1 】

50

図56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(50)乃至式(58)が立てられる。混合比を算出する画素の画素値は、 μ_5 である。

【0362】

$$\begin{aligned} \mu_{T1} &= (-1) \cdot Bu1 \cdot m + (-1) \cdot Bu1 \cdot q + Bu1 \cdot p + (-1) \cdot s + (-1) \cdot t + u & (50) \\ \mu_{T2} &= (0) \cdot Bu2 \cdot m + (-1) \cdot Bu2 \cdot q + Bu2 \cdot p + (0) \cdot s + (-1) \cdot t + u & (51) \\ \mu_{T3} &= (+1) \cdot Bu3 \cdot m + (-1) \cdot Bu3 \cdot q + Bu3 \cdot p + (+1) \cdot s + (-1) \cdot t + u & (52) \\ \mu_{T4} &= (-1) \cdot Bu4 \cdot m + (0) \cdot Bu4 \cdot q + Bu4 \cdot p + (-1) \cdot s + (0) \cdot t + u & (53) \\ \mu_{T5} &= (0) \cdot Bu5 \cdot m + (0) \cdot Bu5 \cdot q + Bu5 \cdot p + (0) \cdot s + (0) \cdot t + u & (54) \\ \mu_{T6} &= (+1) \cdot Bu6 \cdot m + (0) \cdot Bu6 \cdot q + Bu6 \cdot p + (+1) \cdot s + (0) \cdot t + u & (55) \\ \mu_{T7} &= (-1) \cdot Bu7 \cdot m + (+1) \cdot Bu7 \cdot q + Bu7 \cdot p + (-1) \cdot s + (+1) \cdot t + u & (56) \\ \mu_{T8} &= (0) \cdot Bu8 \cdot m + (+1) \cdot Bu8 \cdot q + Bu8 \cdot p + (0) \cdot s + (+1) \cdot t + u & (57) \\ \mu_{T9} &= (+1) \cdot Bu9 \cdot m + (+1) \cdot Bu9 \cdot q + Bu9 \cdot p + (+1) \cdot s + (+1) \cdot t + u & (58) \end{aligned}$$

10

【0363】

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(50)乃至式(58)において、 $T=0$ の時には、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。

【0364】

図57は、カバードバックグラウンド領域に対応するモデルを基に、動き量 v を使用して推定混合比を算出する推定混合比処理部401の構成を示すブロック図である。

20

【0365】

フレームメモリ421は、入力画像の複数のフレームを記憶し、記憶しているフレームを混合比演算部422に供給する。フレームメモリ421は、例えば、フレームごとに、6つのフレームを記憶し、記憶している6つのフレームを混合比演算部422に供給する。

【0366】

混合比演算部422は、混合比および前景の成分の和 f を算出するための正規方程式を予め記憶している。

【0367】

混合比演算部422は、正規方程式に、フレームメモリ421から供給されたフレームに含まれる、混合領域に属する画素値、および対応する背景領域に属する画素値を設定する。混合比演算部422は、混合領域に属する画素値、および対応する背景領域に属する画素値が設定された正規方程式を、行列解法により解き、推定混合比を算出し、算出した推定混合比を出力する。

30

【0368】

図58は、混合比演算部422の構成を示すブロック図である。

【0369】

正規方程式加算部441は、推定混合比を算出するための正規方程式を予め記憶している。

【0370】

正規方程式加算部441は、正規方程式に、フレームメモリ421から供給されたM個のフレームの画像に含まれる、混合領域に属する画素値、および対応する背景領域に属する画素値を設定する。正規方程式加算部441は、混合領域に属する画素値、および対応する背景領域に属する画素値が設定された正規方程式を、正規方程式演算部442に供給する。

40

【0371】

正規方程式演算部442は、正規方程式加算部441から供給された、画素値が設定された正規方程式を、掃き出し法(Gauss-Jordanの消去法)などを適用して解き、推定混合比を算出し、算出した推定混合比を出力する。

【0372】

このように、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

50

ルを基に、動き量 v を使用して推定混合比を算出する。

【0373】

推定混合比処理部402は、推定混合比処理部401と同様の構成を有するので、その説明は省略する。

【0374】

混合比決定部403は、領域特定部101から供給された、混合比が算出される画素が、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。混合比決定部403は、領域情報を基に設定した混合比を出力する。

10

【0375】

図59のフローチャートを参照して、混合比算出部102の混合比の算出の処理を説明する。ステップS501において、混合比算出部102は、領域特定部101から供給された領域情報を取得する。ステップS502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る混合比推定の処理を実行し、推定混合比を混合比決定部403に供給する。混合比推定の処理の詳細は、図60のフローチャートを参照して、後述する。

20

【0376】

ステップS503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る混合比推定の処理を実行し、推定混合比を混合比決定部403に供給する。

【0377】

ステップS504において、混合比算出部102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S502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。

【0378】

ステップS504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S505に進み、混合比決定部403は、領域特定部101から供給された、混合比が算出される画素が、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し、処理は終了する。

30

40

【0379】

このように、混合比算出部102は、領域特定部101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を算出することができる。

【0380】

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と背景の成分とを分離することが可能になる。

【0381】

次に、図59のステップS502に対応する、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。

50

【0382】

ステップS521において、正規方程式加算部441は、入力された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。

【0383】

ステップS522において、正規方程式加算部441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S521に戻り、正規方程式への画素値の設定の処理を繰り返す。

【0384】

ステップS522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S523に進み、正規方程式演算部442は、画素値が設定された正規方程式を解くことにより、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

【0385】

このように、推定混合比処理部401は、入力画像を基に、推定混合比を演算することができる。

【0386】

図59のステップS153における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60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。

【0387】

20

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401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401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。

【0388】

また、混合比算出部104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、信号処理部12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。

30

【0389】

なお、同様に、混合比算出部104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。

40

【0390】

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。

【0391】

混合比算出部104から供給された混合比は、分離部601に供給される。

50

【0392】

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。

【0393】

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。

【0394】

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。

10

【0395】

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。

【0396】

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。

20

【0397】

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。

【0398】

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。

30

【0399】

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。

【0400】

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。

40

【0401】

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。

【0402】

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。

【0403】

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

50

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。

【0404】

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。

【0405】

次に、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。

10

【0406】

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、前景の動き量 v は4であり、仮想分割数は、4とされている。

【0407】

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。

20

【0408】

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、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。

30

【0409】

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。

【0410】

フレーム $\#n$ の左から15番目の画素の画素値 C_{15} は、式(59)で表される。

【0411】

$$C_{15} = B_{15}/v + F_{09}/v + F_{08}/v + F_{07}/v$$

$$= \alpha_{15} \cdot B_{15} + F_{09}/v + F_{08}/v + F_{07}/v$$

$$= \alpha_{15} \cdot P_{15} + F_{09}/v + F_{08}/v + F_{07}/v \quad (59)$$

40

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

【0412】

式(59)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 f_{15} は、式(60)で表される。

【0413】

$$f15=F09/v+F08/v+F07/v$$

$$=C15-\alpha15\cdot P15$$

(60)

【0414】

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(61)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(62)で表される。

【0415】

$$f16=C16-16\cdot P16 \quad (61)$$

$$f17=C17-17\cdot P17 \quad (62)$$

10

【0416】

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f_cは、式(63)で計算される。

【0417】

$$f_c=C-\cdot P \quad (63)$$

Pは、1つ前のフレームの、対応する画素の画素値である。

【0418】

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。

20

【0419】

フレーム#nの左から2番目の画素の画素値C02は、式(64)で表される。

【0420】

$$C02=B02/v+B02/v+B02/v+F01/v$$

$$=\alpha2\cdot B02+F01/v$$

$$=\alpha2\cdot N02+F01/v$$

(64)

ここで、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。

30

【0421】

式(64)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(65)で表される。

【0422】

$$f02=F01/v$$

$$=C02-\alpha2\cdot N02$$

(65)

【0423】

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(66)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(67)で表される。

40

【0424】

$$f03=C03-3\cdot N03 \quad (66)$$

$$f04=C04-4\cdot N04 \quad (67)$$

【0425】

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f_uは、式(68)で計算される。

【0426】

$$f_u=C-\cdot N \quad (68)$$

Nは、1つ後のフレームの、対応する画素の画素値である。

50

【0427】

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。

【0428】

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。

10

【0429】

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。

【0430】

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。

【0431】

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。

20

【0432】

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。

【0433】

アンカバード領域処理部631の乗算器641は、混合比を、フレームメモリ621から供給されたフレーム#n+1の画素の画素値に乗じて、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を乗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を乗じた値は、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。

30

【0434】

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。

40

【0435】

カバード領域処理部632の乗算器651は、混合比を、フレームメモリ621から供給されたフレーム#n-1の画素の画素値に乗じて、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を乗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を乗じた値は、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。

【0436】

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、

50

スイッチ 6 5 2 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 6 5 3 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 6 3 3 に供給する。

【 0 4 3 7 】

合成部 6 3 3 は、フレーム#nの、演算器 6 4 3 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 6 5 3 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 6 2 3 に供給する。

【 0 4 3 8 】

合成部 6 3 4 は、フレーム#nの、スイッチ 6 4 2 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 6 5 2 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 6 2 3 に供給する。

10

【 0 4 3 9 】

フレームメモリ 6 2 3 は、分離処理ブロック 6 2 2 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。

【 0 4 4 0 】

フレームメモリ 6 2 3 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。

【 0 4 4 1 】

20

特徴量である混合比 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。

【 0 4 4 2 】

合成部 6 0 3 は、分離部 6 0 1 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 6 0 5 は、分離部 6 0 1 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。

【 0 4 4 3 】

図 6 7 は、図 6 3 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。

30

【 0 4 4 4 】

図 6 7 (A) は、図 6 3 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 1 4 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。

【 0 4 4 5 】

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 1 1 番目乃至 1 3 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 5 番目乃至 1 0 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。

40

【 0 4 4 6 】

図 6 7 (B) は、図 6 3 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 1 4 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。

【 0 4 4 7 】

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 1 1 番目乃至 1 3 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

50

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。

【0448】

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。

【0449】

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。

10

【0450】

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。

【0451】

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。

【0452】

20

ステップS606において、カバード領域処理部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。

【0453】

ステップS607において、カバード領域処理部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。

【0454】

ステップS608において、合成部633は、ステップS605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S607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603に供給される。更に、合成部603は、スイッチ602を介して供給された前景領域に属する画素と、分離部601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。

30

【0455】

ステップS609において、合成部634は、ステップS604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S606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605に供給される。更に、合成部605は、スイッチ604を介して供給された背景領域に属する画素と、分離部601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。

40

【0456】

ステップS610において、合成部603は、前景成分画像を出力する。ステップS611において、合成部605は、背景成分画像を出力し、処理は終了する。

【0457】

このように、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。

【0458】

次に、前景成分画像からの動きボケの量の調整について説明する。

50

【 0 4 5 9 】

図 6 9 は、動きボケ調整部 1 0 6 の構成の一例を示すブロック図である。動き検出部 1 0 2 から供給された動きベクトルとその位置情報、および領域特定部 1 0 3 から供給された領域情報は、処理単位決定部 8 0 1 およびモデル化部 8 0 2 に供給される。前景背景分離部 1 0 5 から供給された前景成分画像は、足し込み部 8 0 4 に供給される。

【 0 4 6 0 】

処理単位決定部 8 0 1 は、動きベクトルとその位置情報、および領域情報を基に、動きベクトルと共に、生成した処理単位をモデル化部 8 0 2 に供給する。処理単位決定部 8 0 1 は、生成した処理単位を足し込み部 8 0 4 に供給する。

【 0 4 6 1 】

処理単位決定部 8 0 1 が生成する処理単位は、図 7 0 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。

【 0 4 6 2 】

モデル化部 8 0 2 は、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 8 0 2 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 7 1 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ようにしても良い。

【 0 4 6 3 】

例えば、処理単位に対応する画素の数が 1 2 でありシャッタ時間内の動き量 v が 5 であるときにおいては、モデル化部 8 0 2 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 1 0 番目の画素が 3 つの前景の成分を含み、左から 1 1 番目の画素が 2 つの前景の成分を含み、左から 1 2 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。

【 0 4 6 4 】

なお、モデル化部 8 0 2 は、予め記憶してあるモデルから選択するのではなく、動きベクトル、および処理単位が供給されたとき、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。

【 0 4 6 5 】

モデル化部 8 0 2 は、選択したモデルを方程式生成部 8 0 3 に供給する。

【 0 4 6 6 】

方程式生成部 8 0 3 は、モデル化部 8 0 2 から供給されたモデルを基に、方程式を生成する。図 7 1 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 1 2 であり、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 8 0 3 が生成する方程式について説明する。

【 0 4 6 7 】

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 (6 9) 乃至式 (8 0) で表される。

【 0 4 6 8 】

10

20

30

40

50

$C01=F01/v$	(6 9)
$C02=F02/v+F01/v$	(7 0)
$C03=F03/v+F02/v+F01/v$	(7 1)
$C04=F04/v+F03/v+F02/v+F01/v$	(7 2)
$C05=F05/v+F04/v+F03/v+F02/v+F01/v$	(7 3)
$C06=F06/v+F05/v+F04/v+F03/v+F02/v$	(7 4)
$C07=F07/v+F06/v+F05/v+F04/v+F03/v$	(7 5)
$C08=F08/v+F07/v+F06/v+F05/v+F04/v$	(7 6)
$C09=F08/v+F07/v+F06/v+F05/v$	(7 7)
$C10=F08/v+F07/v+F06/v$	(7 8)
$C11=F08/v+F07/v$	(7 9)
$C12=F08/v$	(8 0)

10

【 0 4 6 9 】

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 1) 乃至式 (9 2) に示す。

【 0 4 7 0 】

$$C01=1 \cdot F01/v+0 \cdot F02/v+0 \cdot F03/v+0 \cdot F04/v+0 \cdot F05/v \\ +0 \cdot F06/v+0 \cdot F07/v+0 \cdot F08/v \quad (8\ 1)$$

$$C02=1 \cdot F01/v+1 \cdot F02/v+0 \cdot F03/v+0 \cdot F04/v+0 \cdot F05/v \\ +0 \cdot F06/v+0 \cdot F07/v+0 \cdot F08/v \quad (8\ 2)$$

$$C03=1 \cdot F01/v+1 \cdot F02/v+1 \cdot F03/v+0 \cdot F04/v+0 \cdot F05/v \\ +0 \cdot F06/v+0 \cdot F07/v+0 \cdot F08/v \quad (8\ 3)$$

$$C04=1 \cdot F01/v+1 \cdot F02/v+1 \cdot F03/v+1 \cdot F04/v+0 \cdot F05/v \\ +0 \cdot F06/v+0 \cdot F07/v+0 \cdot F08/v \quad (8\ 4) \quad 10$$

$$C05=1 \cdot F01/v+1 \cdot F02/v+1 \cdot F03/v+1 \cdot F04/v+1 \cdot F05/v \\ +0 \cdot F06/v+0 \cdot F07/v+0 \cdot F08/v \quad (8\ 5)$$

$$C06=0 \cdot F01/v+1 \cdot F02/v+1 \cdot F03/v+1 \cdot F04/v+1 \cdot F05/v \\ +1 \cdot F06/v+0 \cdot F07/v+0 \cdot F08/v \quad (8\ 6)$$

$$C07=0 \cdot F01/v+0 \cdot F02/v+1 \cdot F03/v+1 \cdot F04/v+1 \cdot F05/v \\ +1 \cdot F06/v+1 \cdot F07/v+0 \cdot F08/v \quad (8\ 7) \quad 20$$

$$C08=0 \cdot F01/v+0 \cdot F02/v+0 \cdot F03/v+1 \cdot F04/v+1 \cdot F05/v \\ +1 \cdot F06/v+1 \cdot F07/v+1 \cdot F08/v \quad (8\ 8)$$

$$C09=0 \cdot F01/v+0 \cdot F02/v+0 \cdot F03/v+0 \cdot F04/v+1 \cdot F05/v \\ +1 \cdot F06/v+1 \cdot F07/v+1 \cdot F08/v \quad (8\ 9)$$

$$C10=0 \cdot F01/v+0 \cdot F02/v+0 \cdot F03/v+0 \cdot F04/v+0 \cdot F05/v \\ +1 \cdot F06/v+1 \cdot F07/v+1 \cdot F08/v \quad (9\ 0)$$

$$C11=0 \cdot F01/v+0 \cdot F02/v+0 \cdot F03/v+0 \cdot F04/v+0 \cdot F05/v \\ +0 \cdot F06/v+1 \cdot F07/v+1 \cdot F08/v \quad (9\ 1) \quad 30$$

$$C12=0 \cdot F01/v+0 \cdot F02/v+0 \cdot F03/v+0 \cdot F04/v+0 \cdot F05/v \\ +0 \cdot F06/v+0 \cdot F07/v+1 \cdot F08/v \quad (9\ 2)$$

【 0 4 7 1 】

式 (8 1) 乃至式 (9 2) は、式 (9 3) として表すこともできる。

【 0 4 7 2 】

【 数 1 2 】

$$C_j = \sum_{i=01}^{08} a_{ij} \cdot F_{i/v} \quad (93) \quad 40$$

【 0 4 7 3 】

式 (9 3) 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12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_{ij}は、iおよびjの値に対応して、0または1の値を有する。

【 0 4 7 4 】

誤差を考慮して表現すると、式 (9 3) は、式 (9 4) のように表すことができる。

【 0 4 7 5 】

【数 1 3】

$$C_j = \sum_{i=01}^{08} a_{ij} \cdot F_{i/v} + e_j \quad (94)$$

【0 4 7 6】

式(94)において、 e_j は、注目画素 C_j に含まれる誤差である。

【0 4 7 7】

式(94)は、式(95)に書き換えることができる。

【0 4 7 8】

【数 1 4】

10

$$e_j = C_j - \sum_{i=01}^{08} a_{ij} \cdot F_{i/v} \quad (95)$$

【0 4 7 9】

ここで、最小自乗法を適用するため、誤差の自乗和 E を式(96)に示すように定義する。

【0 4 8 0】

【数 1 5】

$$E = \sum_{j=01}^{12} e_j^2 \quad (96)$$

20

【0 4 8 1】

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(97)を満たすように F_k を求める。

【0 4 8 2】

【数 1 6】

$$\begin{aligned} \frac{\partial E}{\partial F_k} &= 2 \cdot \sum_{j=01}^{12} e_j \cdot \frac{\partial e_j}{\partial F_k} \\ &= 2 \cdot \sum_{j=01}^{12} \left\{ \left(C_j - \sum_{i=01}^{08} a_{ij} \cdot F_{i/v} \right) \cdot (-a_{kj/v}) \right\} = 0 \end{aligned} \quad (97)$$

30

【0 4 8 3】

式(97)において、動き量 v は固定値であるから、式(98)を導くことができる。

【0 4 8 4】

【数 1 7】

$$\sum_{j=01}^{12} a_{kj} \cdot \left(C_j - \sum_{i=01}^{08} a_{ij} \cdot F_{i/v} \right) = 0 \quad (98)$$

40

【0 4 8 5】

式(98)を展開して、移項すると、式(99)を得る。

【0 4 8 6】

【数 1 8】

$$\sum_{j=01}^{12} (a_{kj} \cdot \sum_{i=01}^{08} a_{ij} \cdot F_i) = v \cdot \sum_{j=01}^{12} a_{kj} \cdot C_j \quad (99)$$

【0 4 8 7】

式(99)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

50

式と呼ぶ。

【 0 4 8 8 】

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 0) に示す。

【 0 4 8 9 】

【 数 1 9 】

$$\begin{bmatrix} 5 & 4 & 3 & 2 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 4 & 5 & 4 & 3 & 2 & 1 & 0 & 0 \\ 3 & 4 & 5 & 4 & 3 & 2 & 1 & 0 \\ 2 & 3 & 4 & 5 & 4 & 3 & 2 & 1 \\ 1 & 2 & 3 & 4 & 5 & 4 & 3 & 2 \\ 0 & 1 & 2 & 3 & 4 & 5 & 4 & 3 \\ 0 & 0 & 1 & 2 & 3 & 4 & 5 & 4 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 2 & 3 & 4 & 5 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} F01 \\ F02 \\ F03 \\ F04 \\ F05 \\ F06 \\ F07 \\ F08 \end{bmatrix} = v \cdot \begin{bmatrix} \sum_{i=08}^{12} C_i \\ \sum_{i=07}^{11} C_i \\ \sum_{i=06}^{10} C_i \\ \sum_{i=05}^{09} C_i \\ \sum_{i=04}^{08} C_i \\ \sum_{i=03}^{07} C_i \\ \sum_{i=02}^{06} C_i \\ \sum_{i=01}^{05} C_i \end{bmatrix} \tag{100}$$

【 0 4 9 0 】

式 (1 0 0) 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 4 9 1 】

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 4 9 2 】

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 4 9 3 】

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 4 9 4 】

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 4 9 5 】

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。

【 0 4 9 6 】

動きボケ付加部 8 0 6 は、動き量 v とは異なる値の動きボケ調整量 v' 、例えば、動き量 v の半分の値の動きボケ調整量 v' や、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 7 3 に示すように、動きボケ付加部 8 0 6 は、動きボケが除去された前景の画素値 F_i を動きボケ調整量 v' で除すことにより

、前景成分 F_i/v' を算出して、前景成分 F_i/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。

【0497】

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。

【0498】

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。

10

【0499】

このように、動きボケ調整部106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。

【0500】

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、動き量 v が4であるとき、動きボケ調整部106は、式(101)に示す行列の式を生成する。

【0501】

【数20】

20

$$\begin{bmatrix} 4 & 3 & 2 & 1 & 0 \\ 3 & 4 & 3 & 2 & 1 \\ 2 & 3 & 4 & 3 & 2 \\ 1 & 2 & 3 & 4 & 3 \\ 0 & 1 & 2 & 3 & 4 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} F01 \\ F02 \\ F03 \\ F04 \\ F05 \end{bmatrix} = v \cdot \begin{bmatrix} \sum_{i=05}^{08} C_i \\ \sum_{i=04}^{07} C_i \\ \sum_{i=03}^{06} C_i \\ \sum_{i=02}^{05} C_i \\ \sum_{i=01}^{04} C_i \end{bmatrix} \quad (101)$$

30

【0502】

動きボケ調整部106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 F_i 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、 F_i を算出する。

【0503】

図75は、動きボケ調整部106の他の構成を示す図である。図69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。

【0504】

選択部821は、選択信号を基に、入力された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。

40

【0505】

このようにすることで、図75の動きボケ調整部106の処理単位決定部801乃至演算部805は、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、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106の処理単位決定部801乃至演算部805は、図71に示す動き量 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、 $(\text{動き量}v)/(\text{動きボケ調整量}v') = 5/3$ 、すなわちほぼ1.7の動き量 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

50

像は、3である動き量 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。

【0506】

以上のように、動きボケ調整部106は、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。

【0507】

次に、図76のフローチャートを参照して、動きボケ調整部106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。

10

【0508】

ステップS801において、動きボケ調整部106の処理単位決定部801は、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。

【0509】

ステップS802において、動きボケ調整部106のモデル化部802は、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。

【0510】

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。

20

【0511】

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。

【0512】

このように、動きボケ調整部106は、動きベクトルおよび領域情報を基に、動きボケを含む前景画像から動きボケの量を調整することができる。

30

【0513】

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。

【0514】

以上のように、図4に構成を示す信号処理部12は、入力画像に含まれる動きボケの量を調整することができる。図4に構成を示す信号処理部12は、埋もれた情報である混合比を算出して、算出した混合比を出力することができる。

【0515】

図77は、動きボケ調整部106の構成の他の一例を示すブロック図である。動き検出部102から供給された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。

40

【0516】

処理単位決定部901は、動きベクトルとその位置情報、および領域情報を基に、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。

【0517】

モデル化部902は、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

50

る。

【 0 5 1 8 】

方程式生成部 9 0 3 は、モデル化部 9 0 2 から供給されたモデルを基に、方程式を生成する。

【 0 5 1 9 】

図 7 8 乃至図 8 0 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 1 2 であり、動き量 v が 5 であるときの、方程式生成部 9 0 3 が生成する方程式の例について説明する。

【 0 5 2 0 】

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 (6 9) 乃至式 (8 0) で表される。

【 0 5 2 1 】

画素値 $C12$ および $C11$ に注目すると、画素値 $C12$ は、式 (1 0 2) 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 (1 0 3) で求めることができる。

【 0 5 2 2 】

$$F08/v = C12 \quad (1 0 2)$$

$$F07/v = C11 - C12 \quad (1 0 3)$$

【 0 5 2 3 】

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 (1 0 4) 乃至式 (1 0 9) により求めることができる。

【 0 5 2 4 】

$$F06/v = C10 - C11 \quad (1 0 4)$$

$$F05/v = C09 - C10 \quad (1 0 5)$$

$$F04/v = C08 - C09 \quad (1 0 6)$$

$$F03/v = C07 - C08 + C12 \quad (1 0 7)$$

$$F02/v = C06 - C07 + C11 - C12 \quad (1 0 8)$$

$$F01/v = C05 - C06 + C10 - C11 \quad (1 0 9)$$

【 0 5 2 5 】

方程式生成部 9 0 3 は、式 (1 0 2) 乃至式 (1 0 9) 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 9 0 3 は、生成した方程式を演算部 9 0 4 に供給する。

【 0 5 2 6 】

演算部 9 0 4 は、方程式生成部 9 0 3 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 9 0 4 は、例えば、式 (1 0 2) 乃至式 (1 0 9) が方程式生成部 9 0 3 から供給されたとき、式 (1 0 2) 乃至式 (1 0 9) に画素値 $C05$ 乃至 $C12$ を設定する。

【 0 5 2 7 】

演算部 9 0 4 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 9 0 4 は、画素値 $C05$ 乃至 $C12$ が設定された式 (1 0 2) 乃至式 (1 0 9) に基づく演算により、図 7 9 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 9 0 4 は、前景の成分 $F01/v$ 乃至 $F08/v$ を補正部 9 0 5 に供給する。

【 0 5 2 8 】

補正部 9 0 5 は、演算部 9 0 4 から供給された前景の成分に、処理単位決定部 9 0 1 から供給された動きベクトルに含まれる動き量 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 9 0 5 は、演算部 9 0 4 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 である動き量 v を乗じることにより、図 8 0 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。

10

20

30

40

50

【0529】

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。

【0530】

動きボケ付加部906は、動き量 v とは異なる値の動きボケ調整量 v' 、例えば、動き量 v の半分の値の動きボケ調整量 v' 、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 F_i を動きボケ調整量 v' で除すことにより、前景成分 F_i/v' を算出して、前景成分 F_i/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

【0531】

動きボケ付加部906は、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。

【0532】

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。

20

【0533】

このように、動きボケ調整部106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。

【0534】

次に、図77に構成を示す動きボケ調整部106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。

【0535】

ステップS901において、動きボケ調整部106の処理単位決定部901は、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。

30

【0536】

ステップS902において、動きボケ調整部106のモデル化部902は、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。

【0537】

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。

40

【0538】

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、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。

【0539】

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。

50

【 0 5 4 0 】

このように、図 7 7 に構成を示す動きボケ調整部 1 0 6 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。

【 0 5 4 1 】

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 7 7 に構成を示す動きボケ調整部 1 0 6 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。

【 0 5 4 2 】

図 8 2 は、信号処理部 1 2 の機能の他の構成を示すブロック図である。

【 0 5 4 3 】

図 4 に示す部分と同様の部分には同一の番号を付してあり、その説明は適宜省略する。

【 0 5 4 4 】

領域特定部 1 0 3 は、領域情報を混合比算出部 1 0 4 および合成部 1 0 0 1 に供給する。

【 0 5 4 5 】

混合比算出部 1 0 4 は、混合比 を前景背景分離部 1 0 5 および合成部 1 0 0 1 に供給する。

【 0 5 4 6 】

前景背景分離部 1 0 5 は、前景成分画像を合成部 1 0 0 1 に供給する。

【 0 5 4 7 】

合成部 1 0 0 1 は、混合比算出部 1 0 4 から供給された混合比 、領域特定部 1 0 3 から供給された領域情報を基に、任意の背景画像と、前景背景分離部 1 0 5 から供給された前景成分画像とを合成して、任意の背景画像と前景成分画像とが合成された合成画像を出力する。

【 0 5 4 8 】

図 8 3 は、合成部 1 0 0 1 の構成を示す図である。背景成分生成部 1 0 2 1 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 1 0 2 2 に供給する。

【 0 5 4 9 】

混合領域画像合成部 1 0 2 2 は、背景成分生成部 1 0 2 1 から供給された背景成分画像と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 5 5 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 5 5 1 】

このように、合成部 1 0 0 1 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 5 5 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 5 5 3 】

図 8 4 は、動きボケの量を調整する信号処理部 1 2 の機能の更に他の構成を示すブロック図である。図 4 に示す信号処理部 1 2 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 に示す信号処理部 1 2 は、領域特定と混合比 の算出を並行して行う。

【 0 5 5 4 】

図 4 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。

10

20

30

40

50

【 0 5 5 5 】

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

【 0 5 5 6 】

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。

10

【 0 5 5 7 】

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 5 5 8 】

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 5 5 9 】

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。

【 0 5 6 0 】

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。

20

【 0 5 6 1 】

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 0 6 および選択部 1 0 7 に供給する。

【 0 5 6 2 】

図 8 6 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。

30

【 0 5 6 3 】

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。

【 0 5 6 4 】

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。

40

【 0 5 6 5 】

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。

【 0 5 6 6 】

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 5 6 7 】

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 5 6 8 】

50

図 8 4 に示す動きボケ調整部 1 0 6 は、図 4 に示す場合と同様の構成とすることができ、領域情報および動きベクトルを基に、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、動きボケの量が調整された前景成分画像を出力する。

【 0 5 6 9 】

図 8 4 に示す選択部 1 0 7 は、例えば使用者の選択に対応した選択信号を基に、前景背景分離部 1 1 0 2 から供給された前景成分画像、および動きボケ調整部 1 0 6 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。

【 0 5 7 0 】

このように、図 8 4 に構成を示す信号処理部 1 2 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。図 8 4 に構成を示す信号処理部 1 2 は、第 1 の実施例と同様に、埋もれた情報である混合比 を算出して、算出した混合比 を出力することができる。

【 0 5 7 1 】

図 8 7 は、前景成分画像を任意の背景画像と合成する信号処理部 1 2 の機能の他の構成を示すブロック図である。図 8 2 に示す信号処理部 1 2 が領域特定と混合比 の算出をシリアルに行うのに対して、図 8 7 に示す信号処理部 1 2 は、領域特定と混合比 の算出をパラレルに行う。

【 0 5 7 2 】

図 8 4 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 5 7 3 】

図 8 7 に示す混合比算出部 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 および合成部 1 2 0 1 に供給する。

【 0 5 7 4 】

図 8 7 に示す前景背景分離部 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合成部 1 2 0 1 に供給する。

【 0 5 7 5 】

合成部 1 2 0 1 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、領域特定部 1 0 3 から供給された領域情報を基に、任意の背景画像と、前景背景分離部 1 1 0 2 から供給された前景成分画像とを合成して、任意の背景画像と前景成分画像とが合成された合成画像を出力する。

【 0 5 7 6 】

図 8 8 は、合成部 1 2 0 1 の構成を示す図である。図 8 3 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 5 7 7 】

選択部 1 2 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

10

20

30

40

50

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。

【0578】

図88に示す背景成分生成部1021は、選択部1221から供給された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。

【0579】

図88に示す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1023に供給する。

10

【0580】

画像合成部1023は、領域情報を基に、前景成分画像、混合領域画像合成部1022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。

【0581】

このように、合成部1201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。

【0582】

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。

20

【0583】

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。

【0584】

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。

【0585】

なお、センサ11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)、CPD(Charge Priming Device)、またはCMOS(Complementary Metal Oxide Semiconductor)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。

30

【0586】

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3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。

40

【0587】

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。

【0588】

【発明の効果】

50

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、複数のオブジェクトの混ざり合いの状態を示す混合比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】本発明の原理を説明する図である。

【図 2】本発明を適用するシステムの構成例を示すブロック図である。

【図 3】図 2 の信号処理部の構成例を示すブロック図である。

【図 4】信号処理部 1 2 を示すブロック図である。

【図 5】センサによる撮像を説明する図である。

【図 6】画素の配置を説明する図である。

【図 7】検出素子の動作を説明する図である。

10

【図 8】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 9】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 10】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 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】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 13】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 14】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 15】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 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。

30

【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。

【図 21】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 22】領域特定部 1 0 3 の構成を示すブロック図である。

【図 23】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 24】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。

40

【図 25】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 26】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 27】領域判定の条件を説明する図である。

【図 28】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 29】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 30】領域特定の処理を説明するフローチャートである。

【図 31】領域特定部 1 0 3 の他の構成を示すブロック図である。

【図 32】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

50

である。

【図 3 3】背景画像の例を示す図である。

【図 3 4】2 値オブジェクト画像抽出部 3 0 2 の構成を示すブロック図である。

【図 3 5】相関値の算出を説明する図である。

【図 3 6】相関値の算出を説明する図である。

【図 3 7】2 値オブジェクト画像の例を示す図である。

【図 3 8】時間変化検出部 3 0 3 の構成を示すブロック図である。

【図 3 9】領域判定部 3 4 2 の判定を説明する図である。

【図 4 0】時間変化検出部 3 0 3 の判定の例を示す図である。

【図 4 1】領域判定部 1 0 3 の領域特定の処理を説明するフローチャートである。

10

【図 4 2】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 4 3】領域特定部 1 0 3 のさらに他の構成を示すブロック図である。

【図 4 4】ロバスト化部 3 6 1 の構成を説明するブロック図である。

【図 4 5】動き補償部 3 8 1 の動き補償を説明する図である。

【図 4 6】動き補償部 3 8 1 の動き補償を説明する図である。

【図 4 7】領域特定の処理を説明するフローチャートである。

【図 4 8】ロバスト化の処理の詳細を説明するフローチャートである。

【図 4 9】混合比算出部 1 0 4 の構成を示すブロック図である。

【図 5 0】理想的な混合比 の例を示す図である。

【図 5 1】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 5 2】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 5 3】混合比 を近似する直線を説明する図である。

【図 5 4】混合比 を近似する平面を説明する図である。

【図 5 5】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 5 6】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 5 7】推定混合比処理部 4 0 1 の構成を示すブロック図である。

【図 5 8】混合比演算部 4 2 2 の構成を示すブロック図である。

【図 5 9】混合比の算出の処理を説明するフローチャートである。

30

【図 6 0】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を説
明するフローチャートである。

【図 6 1】前景背景分離部 1 0 5 の構成の一例を示すブロック図である。

【図 6 2】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 6 3】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 6 4】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 6 5】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。

40

【図 6 6】分離部 6 0 1 の構成の一例を示すブロック図である。

【図 6 7】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 6 8】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 6 9】動きボケ調整部 1 0 6 の構成の一例を示すブロック図である。

【図 7 0】処理単位を説明する図である。

【図 7 1】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 2】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 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

50

割したモデル図である。

【図74】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75】動きボケ調整部106の他の構成を示す図である。

【図76】動きボケ調整部106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77】動きボケ調整部106の他の構成を示すブロック図である。

【図78】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79】前景の成分の算出を説明する図である。

【図80】前景の成分の算出を説明する図である。

10

【図81】前景の動きボケの除去の処理を説明するフローチャートである。

【図82】信号処理部12の機能の他の構成を示すブロック図である。

【図83】合成部1001の構成を示す図である。

【図84】信号処理部12の機能のさらに他の構成を示すブロック図である。

【図85】混合比算出部1101の構成を示すブロック図である。

【図86】前景背景分離部1102の構成を示すブロック図である。

【図87】信号処理部12の機能のさらに他の構成を示すブロック図である。

【図88】合成部1201の構成を示す図である。

【符号の説明】

- 11 センサ, 12 信号処理部, 21 CPU, 22 ROM, 23 RAM, 26 20
- 入力部, 27 出力部, 28 記憶部, 29 通信部, 51 磁気ディスク,
- 52 光ディスク, 53 光磁気ディスク, 54 半導体メモリ, 101 オブ
- ジェクト抽出部, 102 動き検出部, 103 領域特定部, 104 混合比算出部
- , 105 前景背景分離部, 106 動きボケ調整部, 107 選択部, 201
- フレームメモリ, 202-1乃至202-4 静動判定部, 203-1乃至203-
- 3 領域判定部, 204 判定フラグ格納フレームメモリ, 205 合成部, 20
- 6 判定フラグ格納フレームメモリ, 301 背景画像生成部, 302 2値オブ
- ジェクト画像抽出部, 303 時間変化検出部, 321 相関値演算部, 322 し
- きい値処理部, 341 フレームメモリ, 342 領域判定部, 361 ロバスト
- 化部, 381 動き補償部, 382 スイッチ, 383-1乃至383-N フレ
- ームメモリ、384-1乃至384-N 重み付け部, 385 積算部, 401
- 30 推定混合比処理部, 402 推定混合比処理部, 403 混合比決定部, 421
- フレームメモリ, 422 混合比演算部, 441 正規方程式加算部, 442 正
- 規方程式演算部, 601 分離部, 602 スイッチ, 603 合成部, 604
- スイッチ, 605 合成部, 621 フレームメモリ, 622 分離処理プロ
- ック, 623 フレームメモリ, 631 アンカバード領域処理部, 632 カバ
- ード領域処理部, 633 合成部, 634 合成部, 801 処理単位決定部, 8
- 02 モデル化部, 803 方程式生成部, 804 足し込み部, 805 演算部,
- 806 動きボケ付加部, 807 選択部, 821 選択部, 901 処理単
- 40 位決定部, 902 モデル化部, 903 方程式生成部, 904 演算部, 90
- 5 補正部, 906 動きボケ付加部, 907 選択部, 1001 合成部, 1
- 021 背景成分生成部, 1022 混合領域画像合成部, 1023 画像合成部,
- 1101 混合比算出部, 1102 前景背景分離部, 1121 選択部, 1201
- 40 合成部, 1221 選択部

【図1】

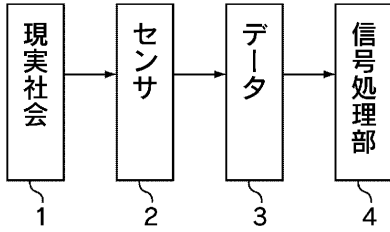


図1

【図2】

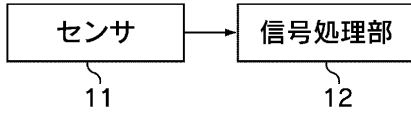
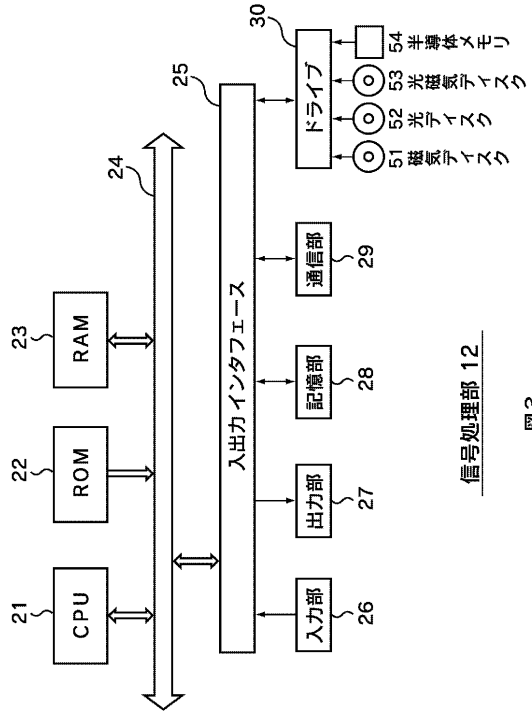


図2

【図3】



信号処理部 12

図3

【図4】

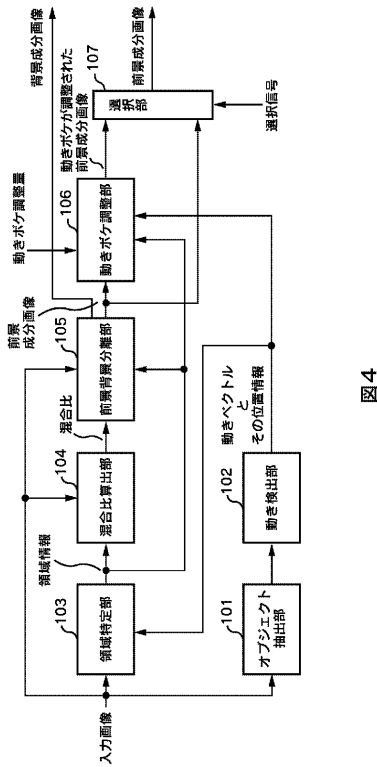


図4

【図5】

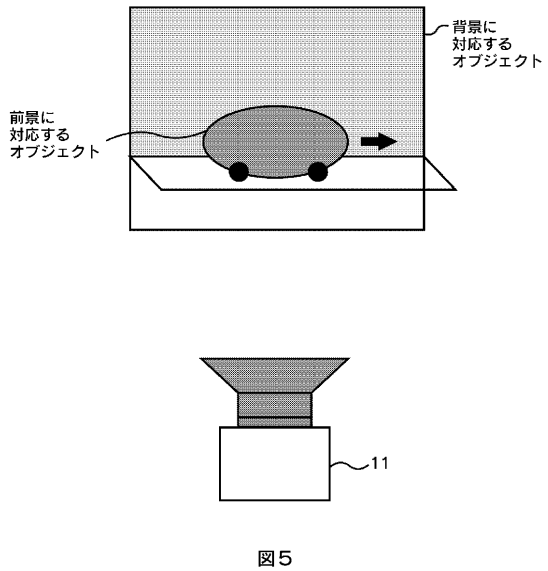


図5

【図6】

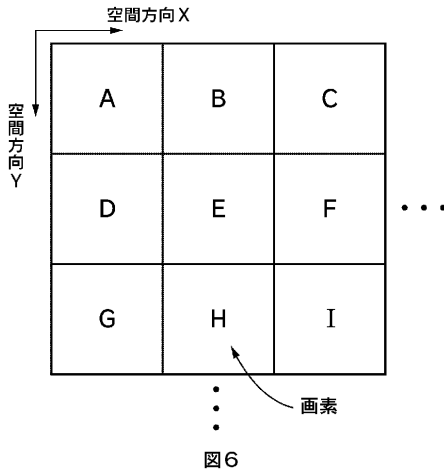


図6

【図7】

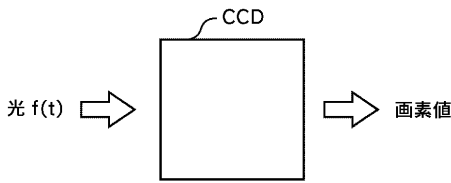


図7

【図10】

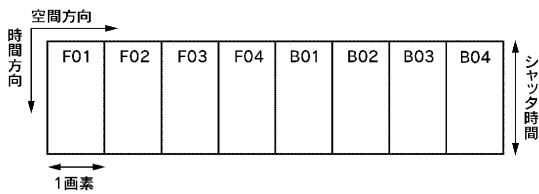


図10

【図11】

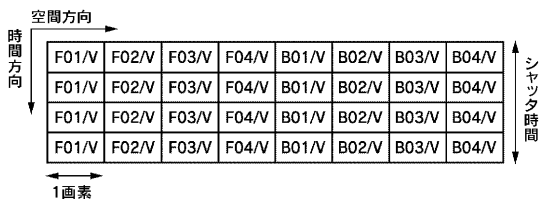


図11

【図12】

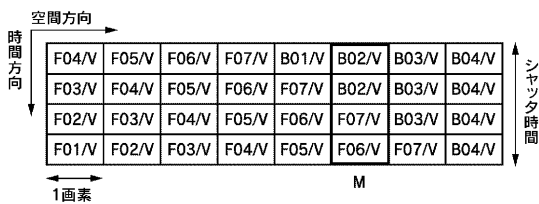


図12

【図8】

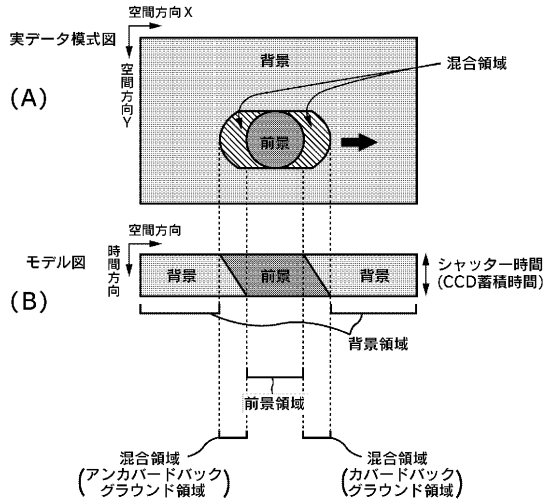


図8

【図9】

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9

【図13】

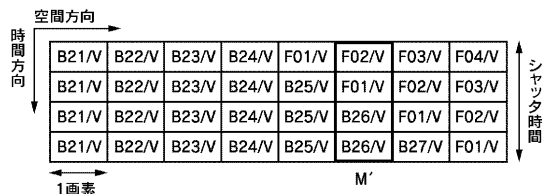


図13

【図14】

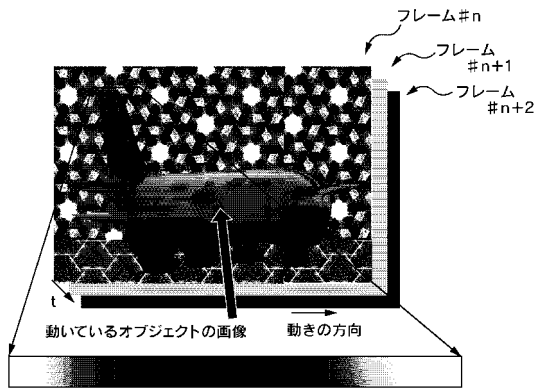


図14

【図15】

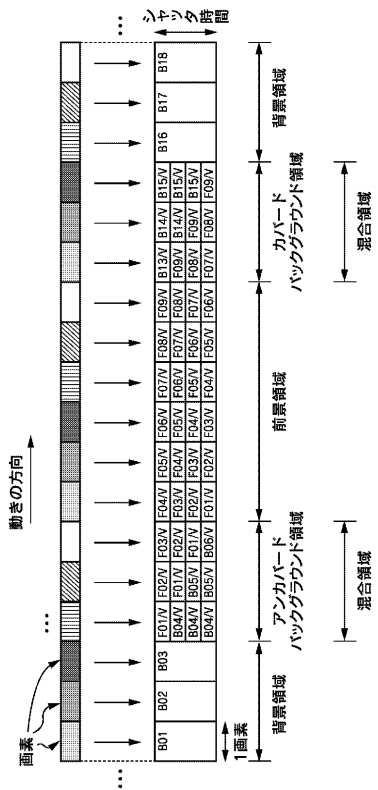


図15

【図16】

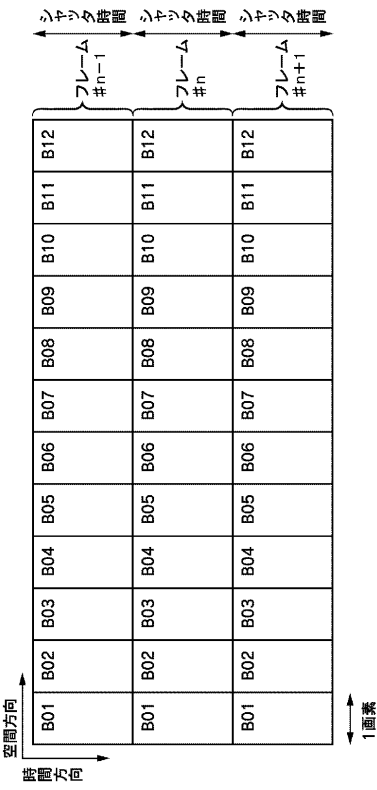


図16

【図17】

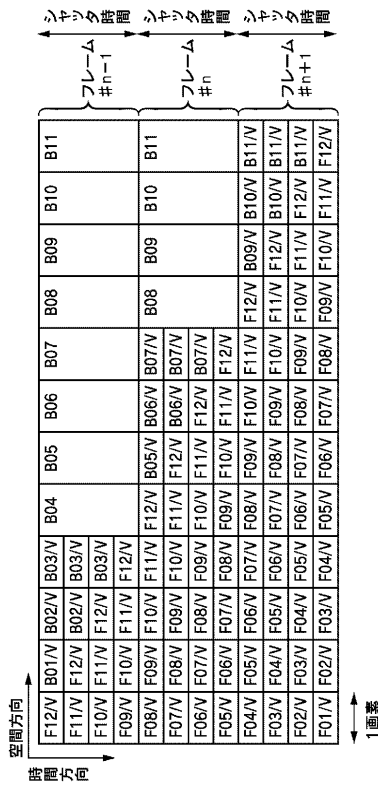


図17

【図18】

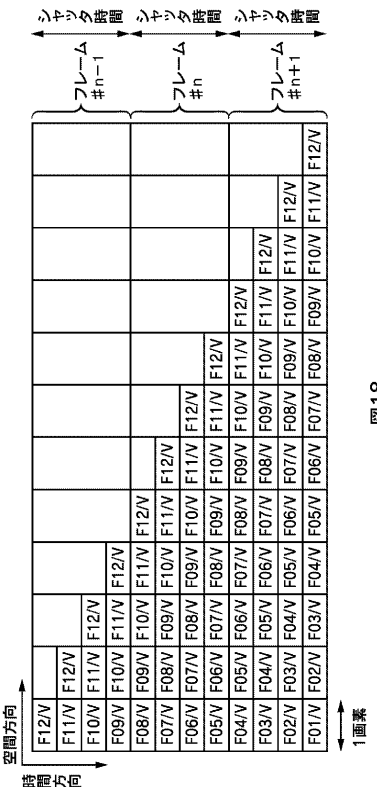


図18

【図19】

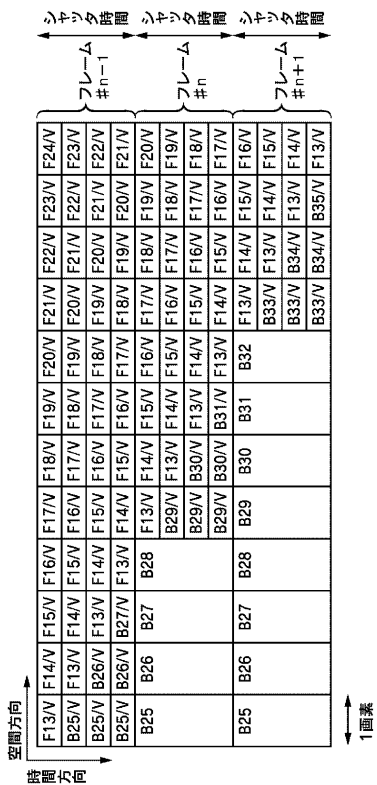


図19

【図20】

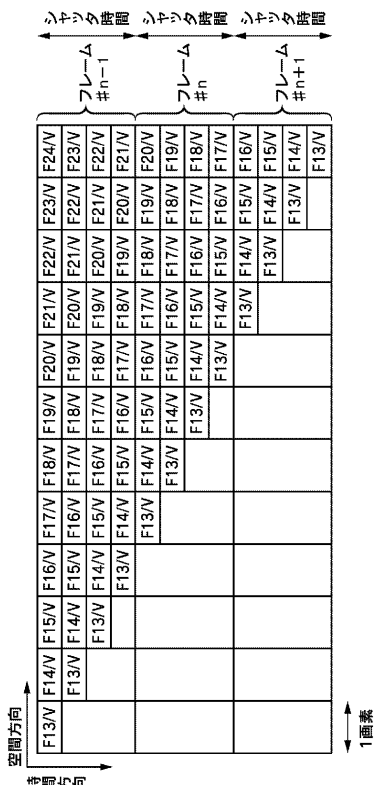


図20

【図21】

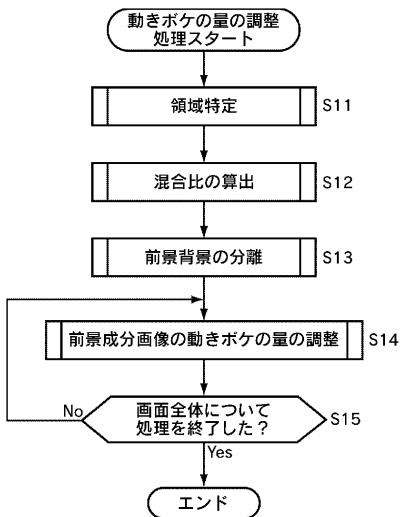


図21

【図22】

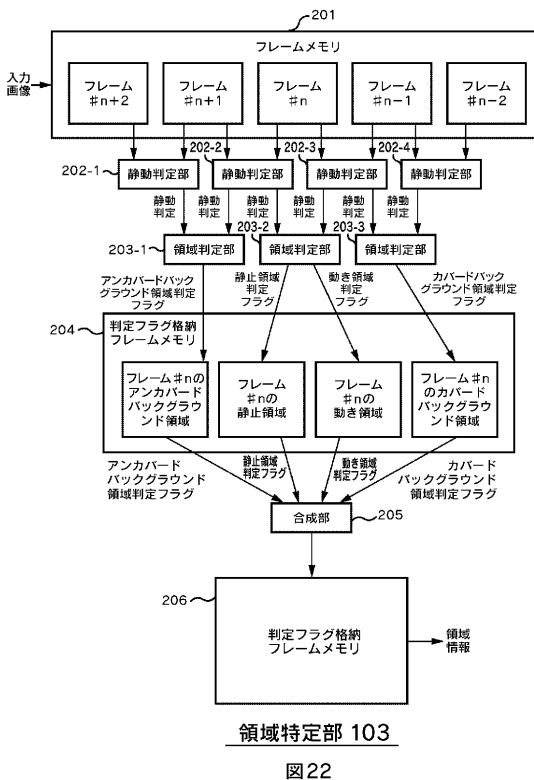


図22

領域特定部 103

【図 23】

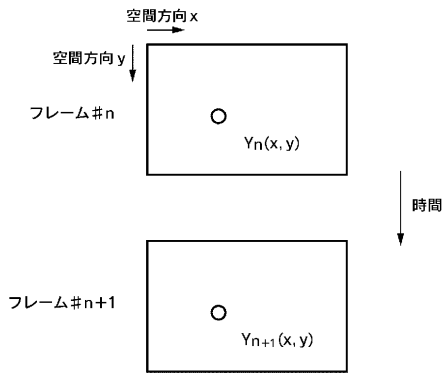


図 23

【図 24】

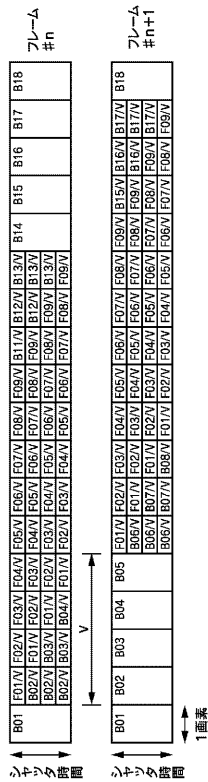


図 24

【図 25】

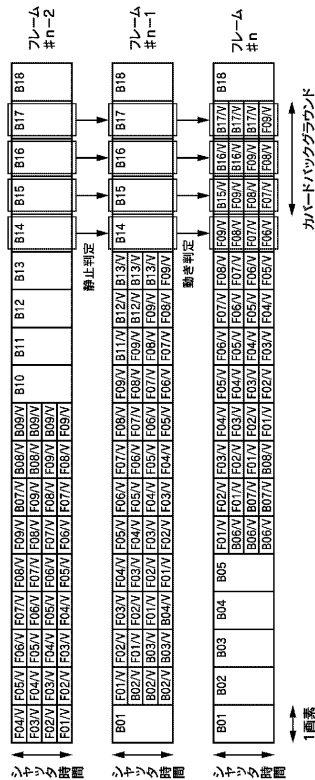


図 25

【図 26】

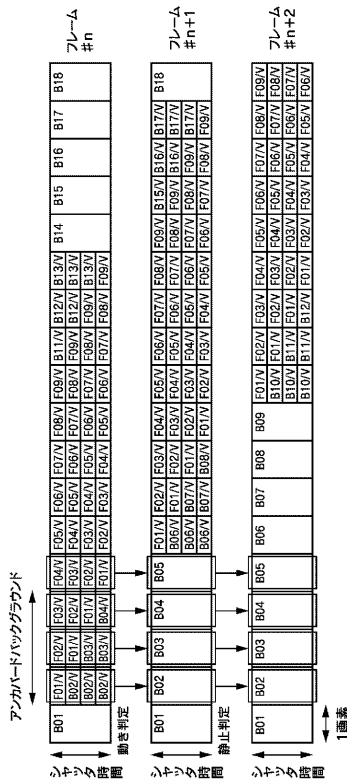


図 26

【 図 27 】

領域判定	フレームn-2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
カバードバックグラウンド領域判定	静止	動き	-	-
静止領域判定	-	静止	静止	-
動き領域判定	-	動き	動き	-
アンカバードバックグラウンド領域判定	-	-	動き	静止

図 27

【 図 28 】

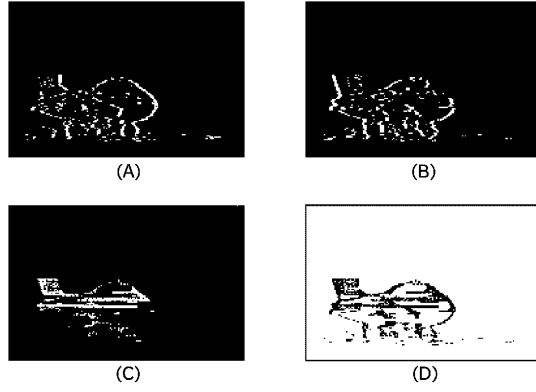


図 28

【 図 29 】



図 29

【 図 30 】

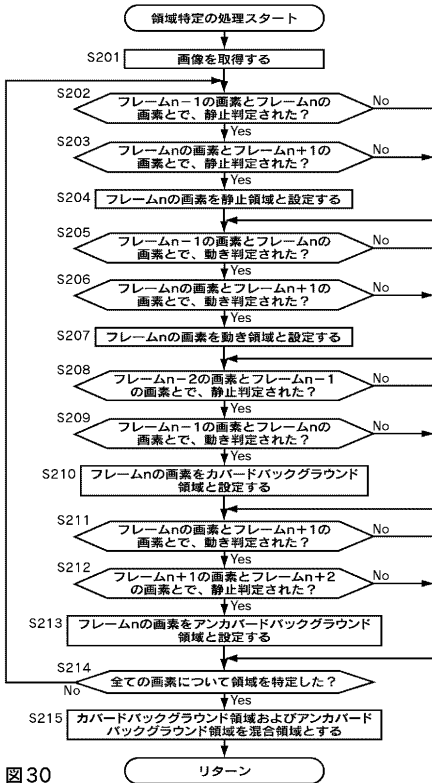
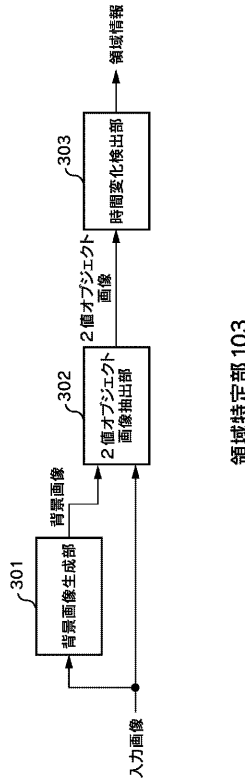


図 30

【 図 31 】



領域特定部 103

図 31

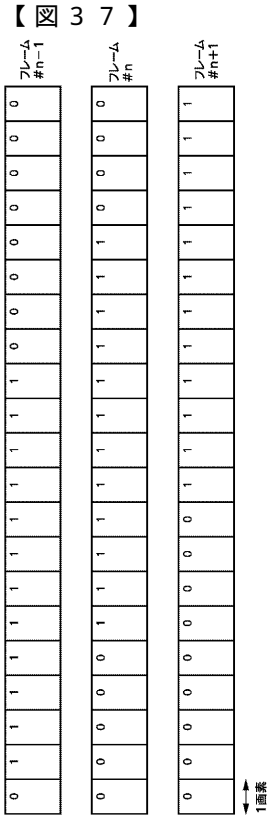


図 37

【 39 】

	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 39

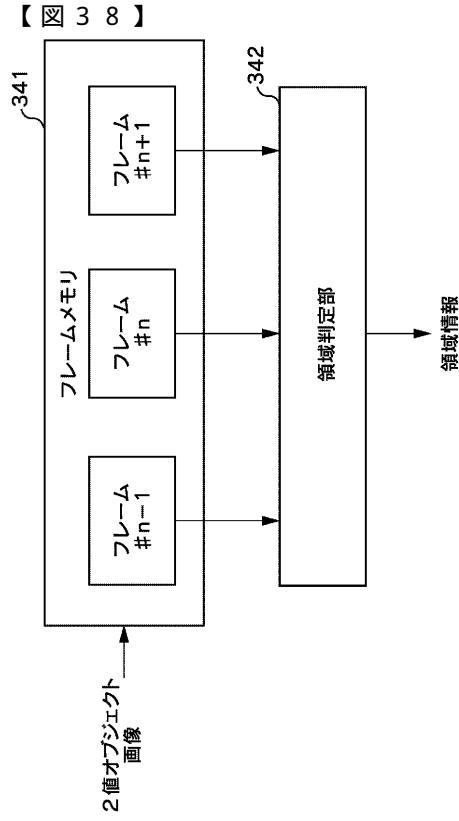


図 38

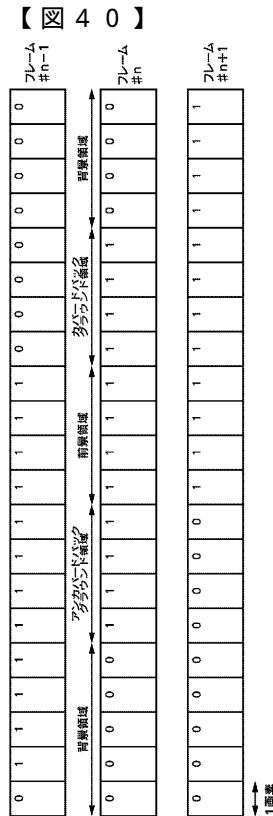
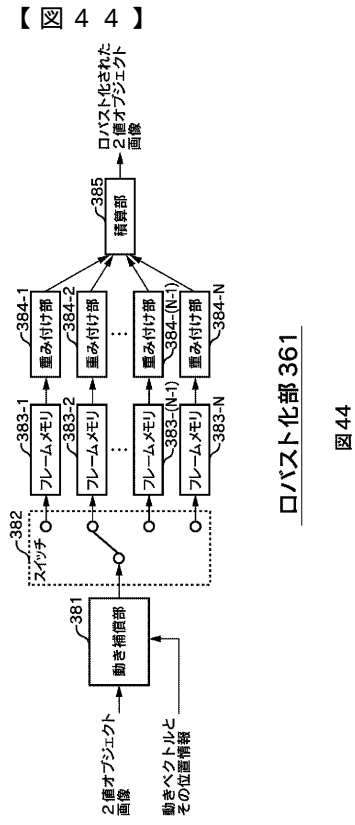
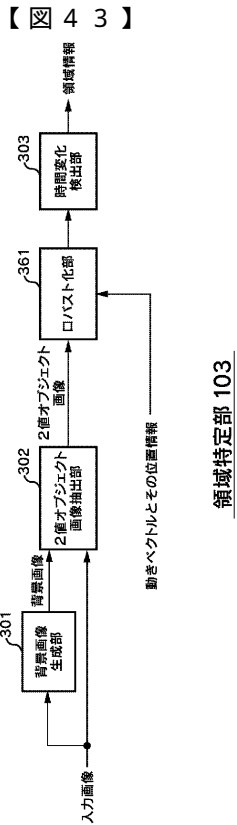
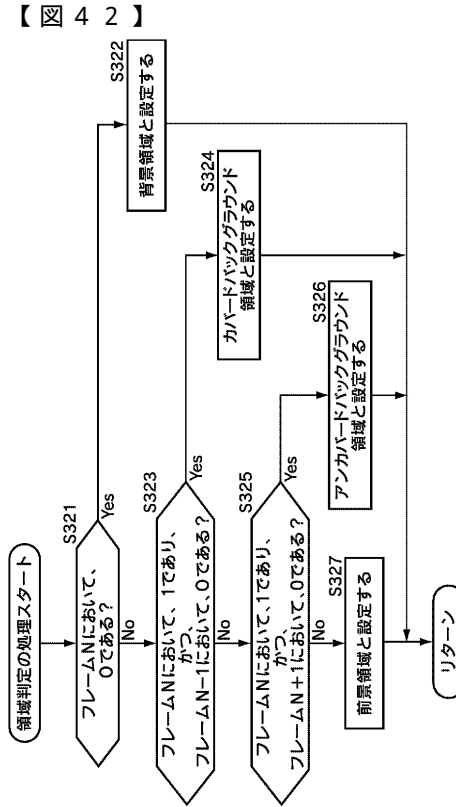
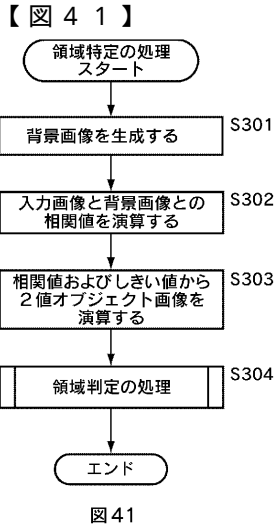


図 40



【図49】

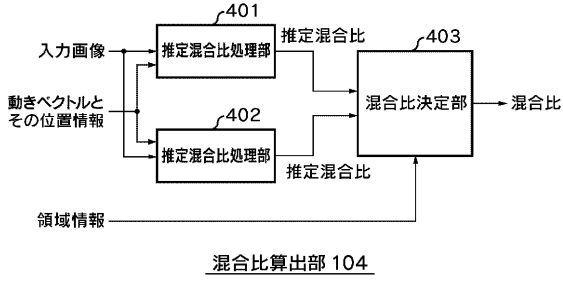


図49

【図50】

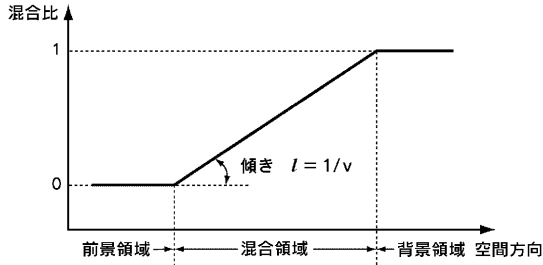


図50

【図51】

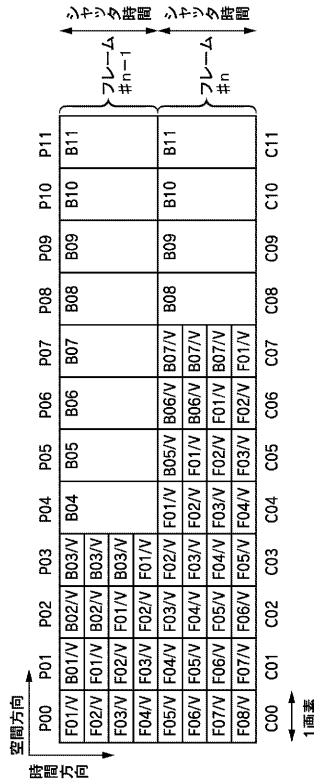


図51

【図52】

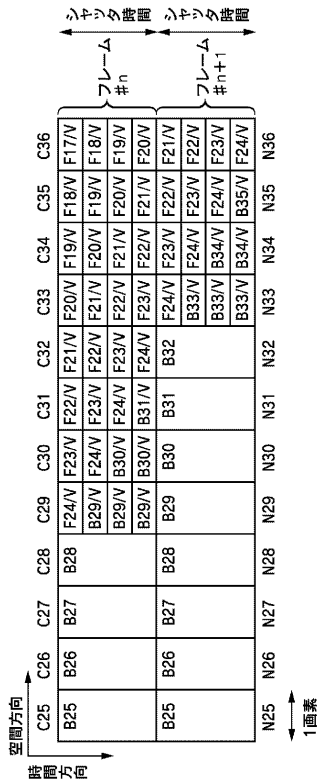


図52

【図53】

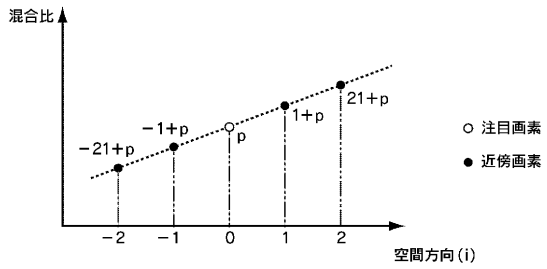


図53

【図54】

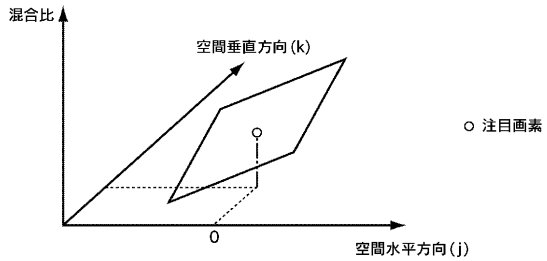


図54

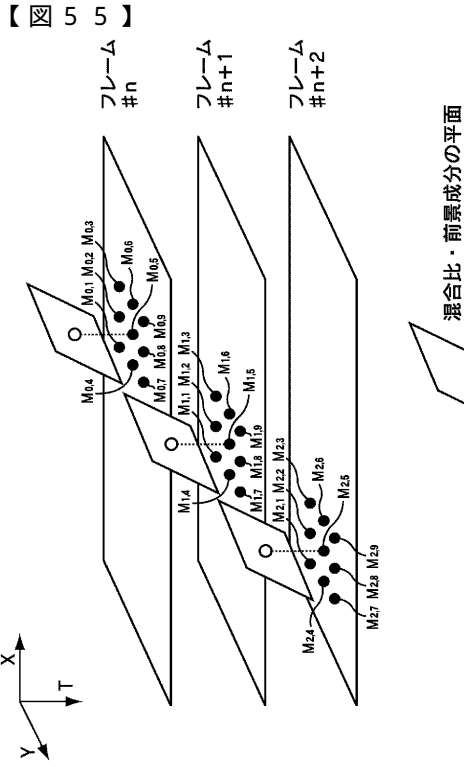


図 55

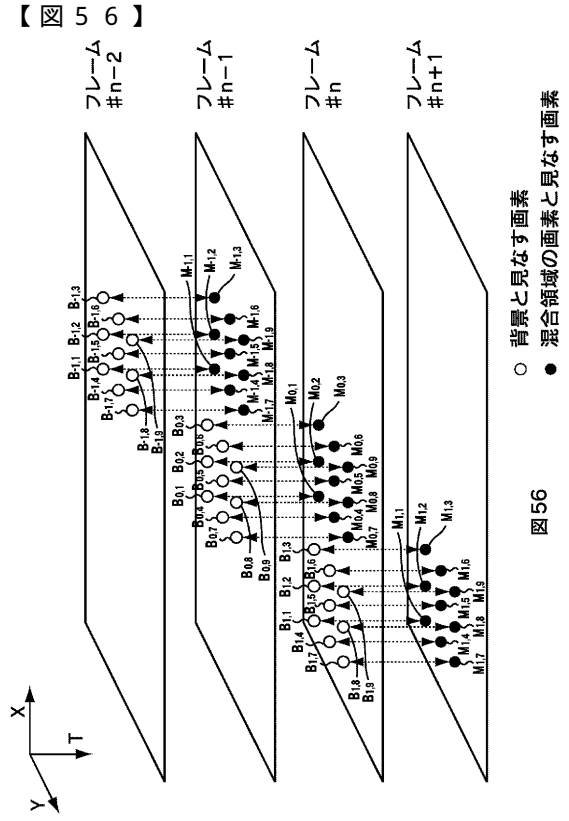


図 56

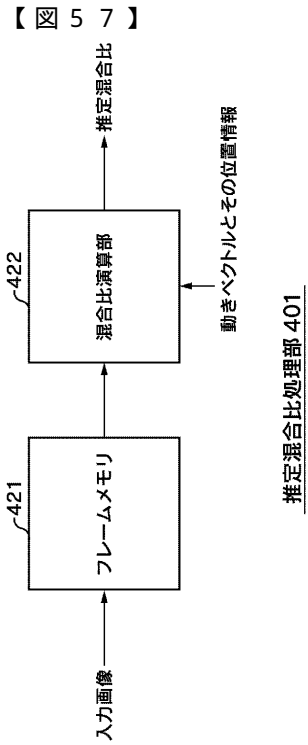


図 57

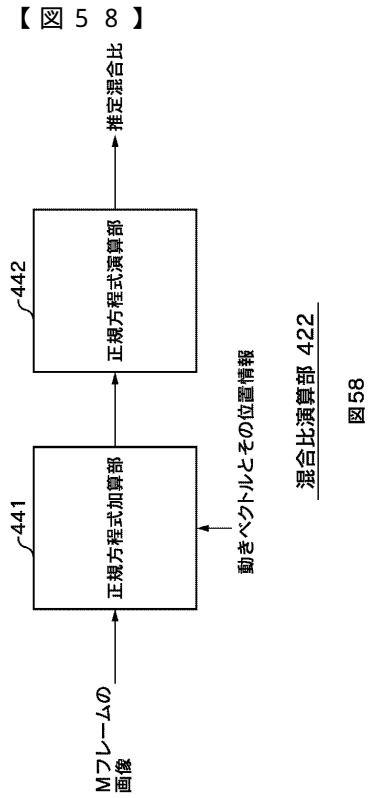


図 58

【図59】

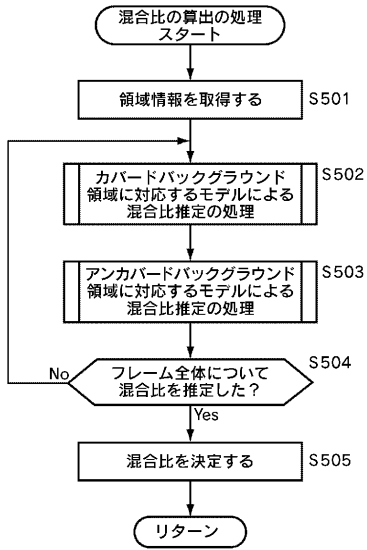


図59

【図60】

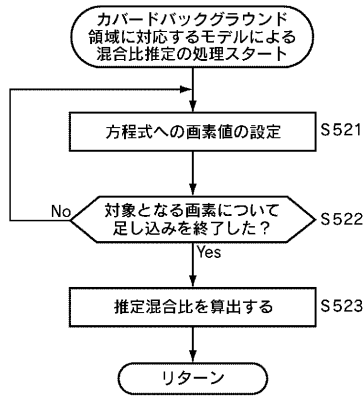


図60

【図61】

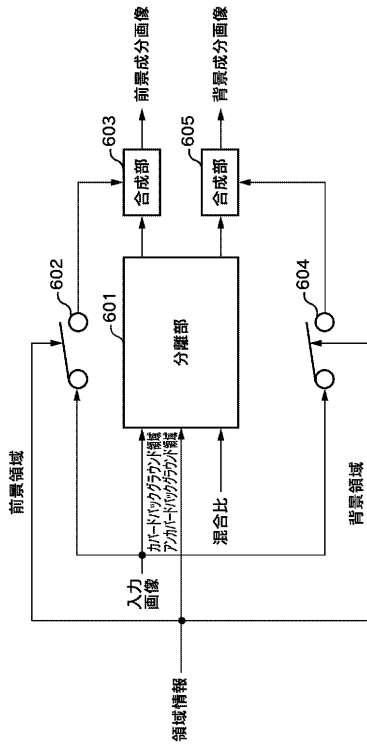


図61

前景背景分離部 105

【図62】

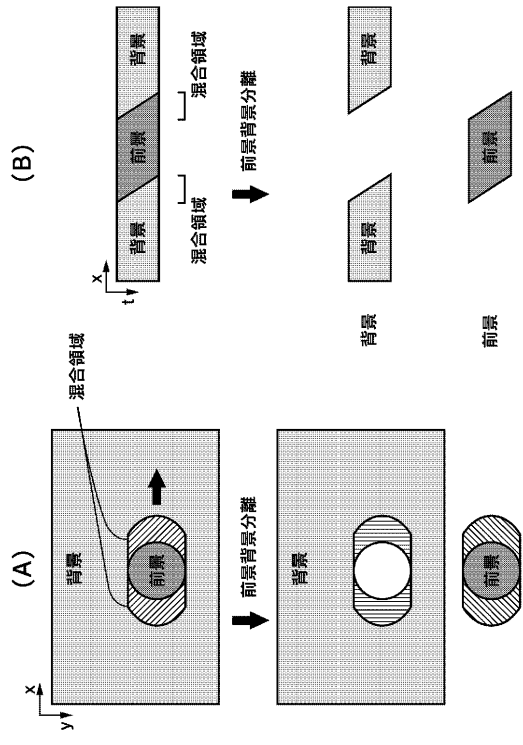


図62

【 6 3 】

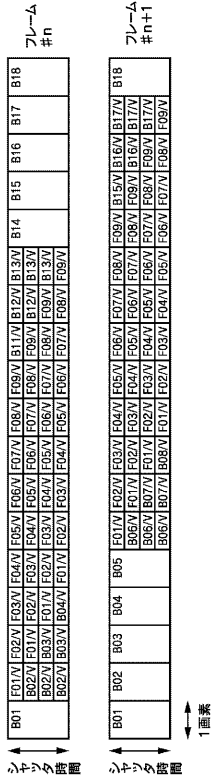


図 63

【 6 4 】

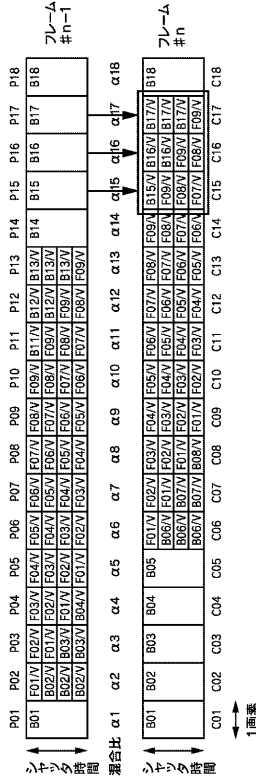


図 64

【 6 5 】

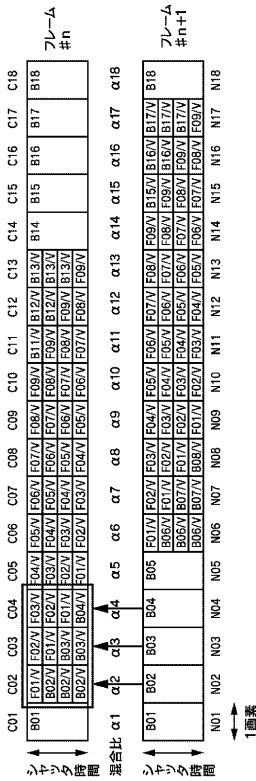


図 65

【 6 6 】

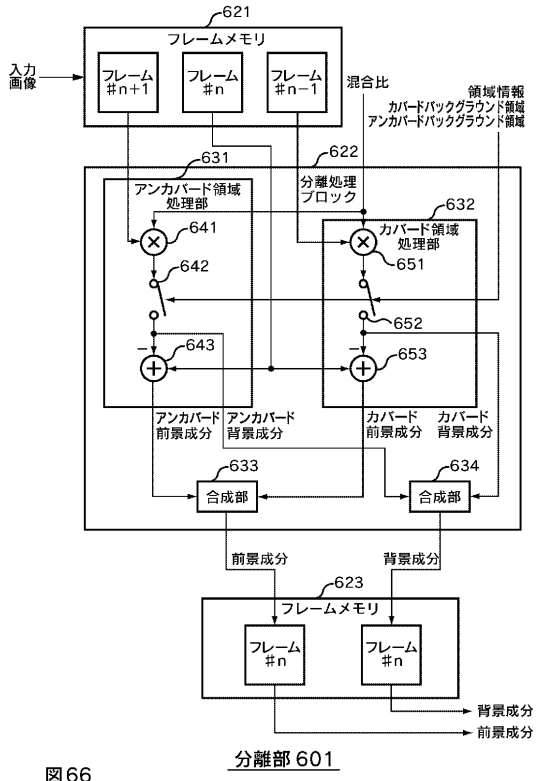
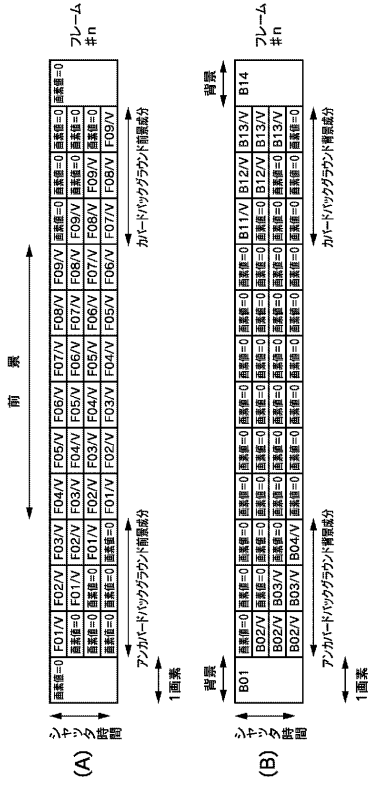


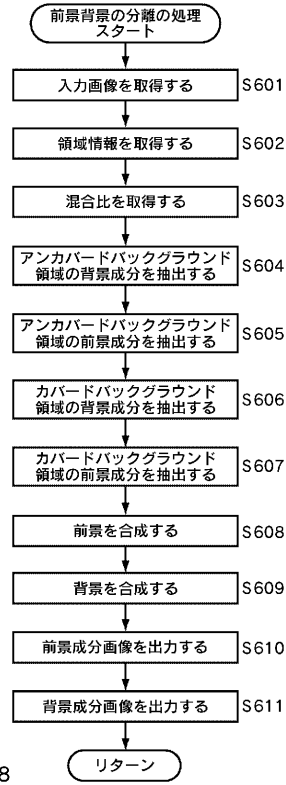
図 66

分離部 601

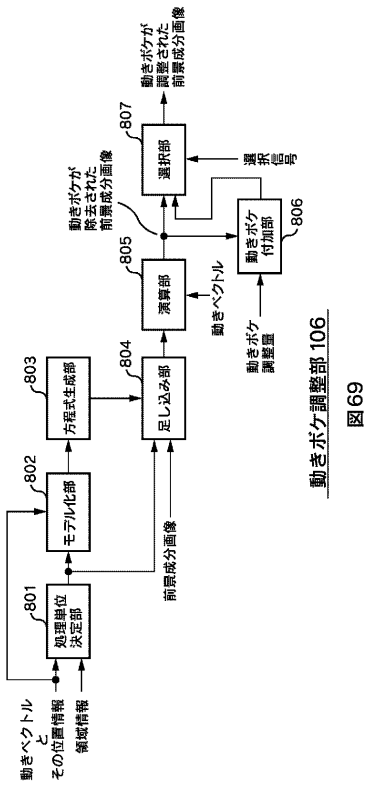
【 図 67 】



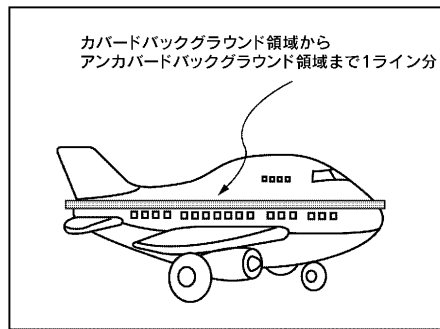
【 図 68 】



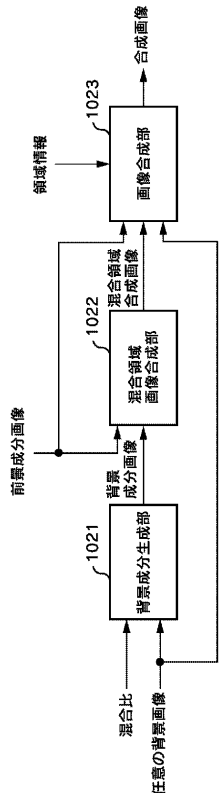
【 図 69 】



【 図 70 】



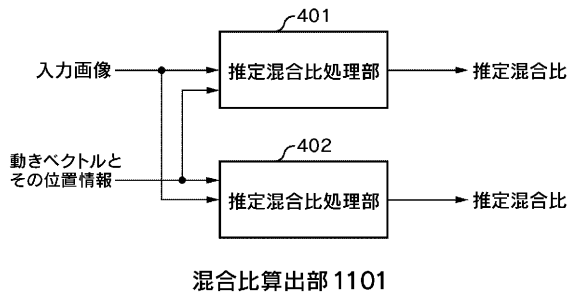
【図83】



合成部 1001

図83

【図85】



混合比算出部 1101

図85

【図84】

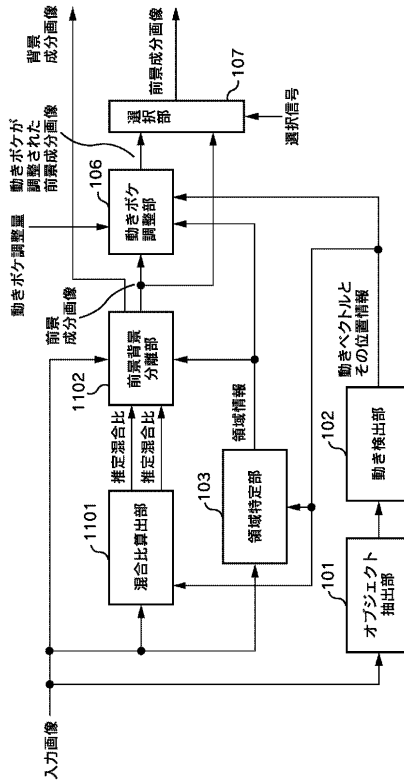
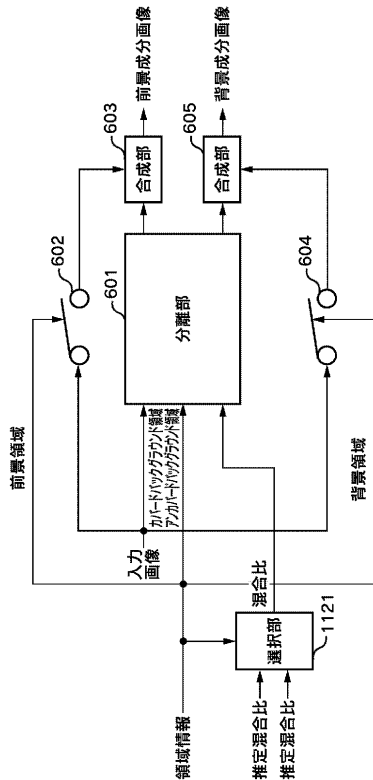


図84

【図86】



前景背景分離部 1102

図86

【図 87】

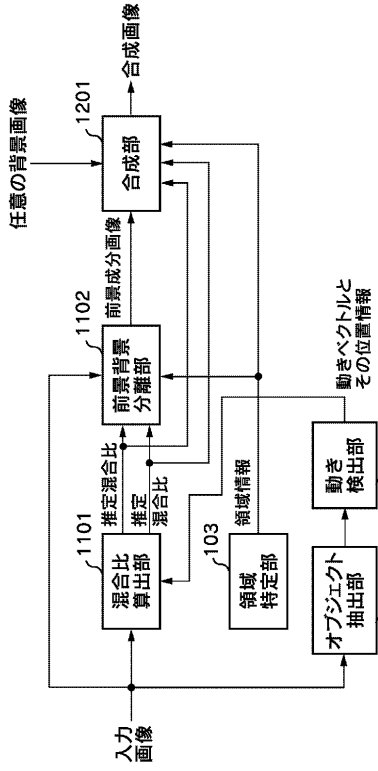
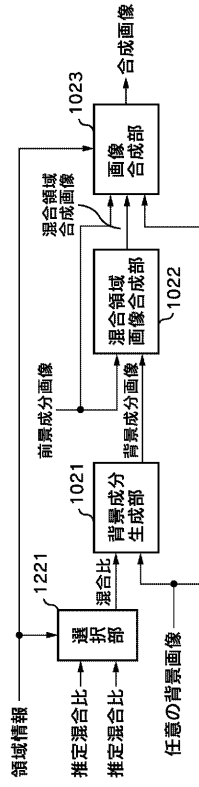


図 87

【図 88】



合成部 1201

図 88

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2002-366949(JP,A)
特開2003-006650(JP,A)
特開2003-006651(JP,A)
特開2003-006652(JP,A)
特開2003-006656(JP,A)
特開2003-006658(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)