

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2008-109632
(P2008-109632A)

(43) 公開日 平成20年5月8日(2008.5.8)

(51) Int.Cl.
H04N 7/32 (2006.01)

F I
H04N 7/137 Z

テーマコード(参考)
5C059

審査請求 未請求 請求項の数 16 O L (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願2007-190776 (P2007-190776)
(22) 出願日 平成19年7月23日(2007.7.23)
(31) 優先権主張番号 特願2006-265847 (P2006-265847)
(32) 優先日 平成18年9月28日(2006.9.28)
(33) 優先権主張国 日本国(JP)

(71) 出願人 000003078
株式会社東芝
東京都港区芝浦一丁目1番1号
(74) 代理人 100059225
弁理士 蔦田 璋子
(74) 代理人 100076314
弁理士 蔦田 正人
(74) 代理人 100112612
弁理士 中村 哲士
(74) 代理人 100112623
弁理士 富田 克幸
(72) 発明者 児玉 知也
東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内

最終頁に続く

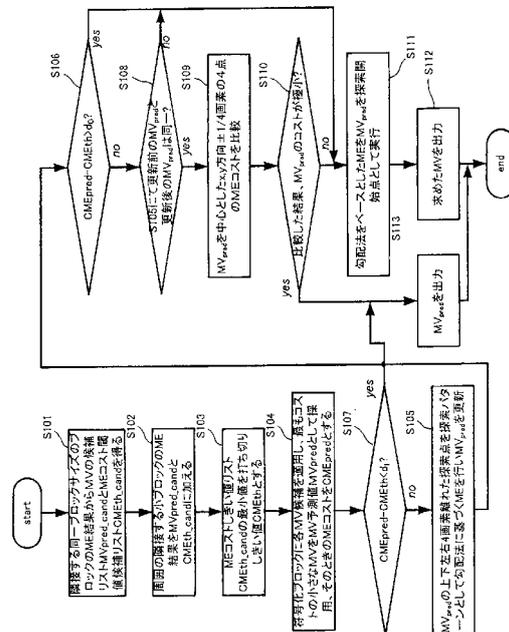
(54) 【発明の名称】 動きベクトル検出装置及びその方法

(57) 【要約】

【課題】MPEG-4 AVC/H.264で使われる複数ブロックサイズの動きベクトル探索において、必要となる処理量を大幅に削減する動きベクトル検出装置を提供する。

【解決手段】対象ブロックに隣接する同一サイズの動きベクトルと、対象ブロックに隣接して右または下方方に位置する小ブロックサイズの動きベクトルの両方を使って動きベクトルを予測する。予測した動きベクトルのSADまたは動き補償残差コストが十分に小さいか、予測した動きベクトルが周囲±1/4画素の範囲で極小であれば、予測動きベクトルを当該対象ブロックの動きベクトルとして出力する。

【選択図】 図4



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

動画像におけるフレームを複数のブロックに分割し、それぞれの動きベクトルを求める動きベクトル検出装置において、

前記動きベクトルを求める対象となる対象ブロックの各々に隣接するブロックの動きベクトルの中から、

(1) 前記対象ブロックと同じサイズのブロックである第1ブロックの第1動きベクトル、及び、

(2) 前記対象ブロックより小さいブロックである第2ブロックの第2動きベクトル

を含む複数の動きベクトル候補を抽出する候補抽出部と、

前記複数の動きベクトル候補の中から、前記対象ブロックの動きベクトルの予測値である第1予測動きベクトルを選択するベクトル選択部と、

前記第1予測動きベクトルが指し示す点から所定の範囲内にある複数の近傍探索点に対応する複数の近傍動きベクトルの残差コストを算出する候補残差コスト算出部と、

前記複数の近傍動きベクトルの中から最小の残差コストを有する第2予測動きベクトルを選択する最小の残差コスト選択部と、

前記最小の残差コストを有する第2予測動きベクトルと前記第1予測動きベクトルとが同じであるか否かを比較する第1ベクトル比較部と、

前記最小の残差コストを有する第2予測動きベクトルが前記第1予測動きベクトルと同じときは、前記第1予測動きベクトルを前記対象ブロックの動きベクトルとして検出する検出部と、

前記最小の残差コストを有する第2予測動きベクトルが前記第1予測動きベクトルと異なるときは、前記第1予測動きベクトルの指し示す点を中心とした任意の探索範囲の動きベクトルを、ブロックマッチングによって求めることにより、前記動きベクトルを探索する第1探索部と、

を有する動きベクトル検出装置。

【請求項 2】

前記候補抽出部は、

前記対象ブロックより小さいブロックのうち、

(1) ブロックサイズが最大である、

(2) 重心が前記対象ブロックに最も近い、及び、

(3) 前記対象ブロックの左側に隣接するブロックのうち最も下にある、または、前記対象ブロックの上側に隣接するブロックのうち最も右にある、

という条件を満たす第2ブロックを抽出するブロック抽出部を有する、

請求項1記載の動きベクトル検出装置。

【請求項 3】

前記ベクトル選択部は、

前記動きベクトル候補の各々を用いた前記対象ブロックの動き補償予測による予測残差を求め、

これら予測残差に基づく前記各動きベクトル候補の残差コストを求め、

前記動きベクトル候補の中から前記残差コストが最小となる動きベクトル候補を前記第1予測動きベクトルとして決定する、

請求項1記載の動きベクトル検出装置。

【請求項 4】

前記複数の動きベクトル候補に対応する周囲の隣接ブロックの画素あたりに換算された残差コストの最小値から算出される第1閾値を求める第1閾値算出部と、

前記第1閾値と前記第1予測動きベクトルの残差コストとを比較する第1コスト比較部と、

前記第1閾値よりも前記第1予測動きベクトルのコストが小さい場合には、前記第2予

10

20

30

40

50

測動きベクトルの残差コストの算出を行わずに、前記第 1 予測動きベクトルを前記対象ブロックの動きベクトルに決定する動きベクトル決定部と、

をさらに有する請求項 1 記載の動きベクトル検出装置。

【請求項 5】

前記第 1 閾値よりも前記第 1 予測動きベクトルの残差コストが大きい場合には、前記周囲の隣接ブロックの画素当たりに換算された残差コストの最小値から算出される第 2 閾値を求める第 2 閾値算出部と、

前記第 2 閾値と前記第 1 予測動きベクトルの残差コストとを比較する第 2 コスト比較部と、

前記第 2 閾値よりも前記第 1 予測動きベクトルの残差コストが大きい場合には、前記複数の近傍動きベクトルの残差コストの算出を行わずに、前記第 1 探索部と同じ探索処理を行う第 1 判断処理部と、

をさらに有する請求項 4 記載の動きベクトル検出装置。

【請求項 6】

前記複数の動きベクトル候補に対応する周囲の隣接ブロックの画素当たりに換算された残差コストの最大値から算出される第 3 閾値を求める第 3 閾値算出部と、

前記第 3 閾値と前記第 1 予測動きベクトルの残差コストとを比較する第 3 コスト比較部と、

前記第 3 閾値よりも前記第 1 予測動きベクトルの残差コストが大きい場合には、前記複数の近傍動きベクトルの残差コストの算出を行わずに、前記第 1 探索部と同じ探索処理を行う第 2 判断処理部と、

を有する請求項 1 記載の動きベクトル検出装置。

【請求項 7】

前記第 1 予測動きベクトルの周囲を 3 画素以上の精度で残差コストに基づいた粗い動き探索を行う第 3 探索部と、

前記探索された動きベクトル候補を第 1 予測動きベクトルと決定する第 2 決定部と、

前記精度で粗い動き探索を行った後、前記第 1 予測動きベクトルと前記動き探索前のベクトルが同一か否かを比較する第 2 ベクトル比較部と、

前記第 1 予測動きベクトルと前記動き探索前のベクトルが異なる場合には、前記第 1 探索部と同じ探索処理を行う第 3 判断処理部と、

を有する請求項 1 記載の動きベクトル検出装置。

【請求項 8】

前記複数の近傍動きベクトルの残差コストは、

(1) 当該動きベクトルが指し示す点に基づく領域と前記対象ブロックの対応画素間の差分絶対値和と、(2) 当該動きベクトルを符号化した場合に必要とする符号量に所定の係数を乗じた値と、を加算した値であり、

前記各動きベクトル候補の残差コストと前記第 3 探索部で用いる残差コストは、前記動きベクトルが指し示す点に基づく領域と前記対象ブロックの対応画素間の差分絶対値和によって計算される、

請求項 7 記載の動きベクトル検出装置。

【請求項 9】

動画像におけるフレームを複数のブロックに分割し、それぞれの動きベクトルを求める動きベクトル検出方法において、

前記動きベクトルを求める対象となる対象ブロックの各々に隣接するブロックの動きベクトルの中から、

(1) 前記対象ブロックと同じサイズのブロックである第 1 ブロックの第 1 動きベクトル、及び、

(2) 前記対象ブロックより小さいブロックである第 2 ブロックの第 2 動きベクトル、

を含む複数の動きベクトル候補を抽出する候補抽出ステップと、

10

20

30

40

50

前記複数の動きベクトル候補の中から、前記対象ブロックの動きベクトルの予測値である第1予測動きベクトルを選択するベクトル選択ステップと、

前記第1予測動きベクトルが指し示す点から所定の範囲内にある複数の近傍探索点に対応する複数の近傍動きベクトルの残差コストを算出する候補残差コスト算出ステップと、

前記複数の近傍動きベクトルの中から最小の残差コストを有する第2予測動きベクトルを選択する最小の残差コスト選択ステップと、

前記最小の残差コストを有する第2予測動きベクトルと前記第1予測動きベクトルとが同じであるか否かを比較する第1ベクトル比較ステップと、

前記最小の残差コストを有する第2予測動きベクトルが前記第1予測動きベクトルと同じときは、前記第1予測動きベクトルを前記対象ブロックの動きベクトルとして検出する検出ステップと、

10

前記最小の残差コストを有する第2予測動きベクトルが前記第1予測動きベクトルとが異なるときは、前記第1予測動きベクトルの指し示す点を中心とした任意の探索範囲の動きベクトルを、ブロックマッチングによって求めることにより、前記動きベクトルを探索する第1探索ステップと、

を有する動きベクトル検出方法。

【請求項10】

前記候補抽出ステップは、

前記対象ブロックより小さいブロックのうち、

(1) ブロックサイズが最大である、

(2) 重心が前記対象ブロックに最も近い、及び、

(3) 前記対象ブロックの左側に隣接するブロックのうち最も下にある、または、前記対象ブロックの上側に隣接するブロックのうち最も右にある、

20

という条件を満たす第2ブロックを抽出するブロック抽出ステップを有する、

請求項9記載の動きベクトル検出方法。

【請求項11】

前記ベクトル選択ステップは、

前記動きベクトル候補の各々を用いた前記対象ブロックの動き補償予測による予測残差を求め、

これら予測残差に基づく前記各動きベクトル候補の残差コストを求め、

30

前記動きベクトル候補の中から前記残差コストが最小となる動きベクトル候補を前記第1予測動きベクトルとして決定する、

請求項9記載の動きベクトル検出方法。

【請求項12】

前記複数の動きベクトル候補に対応する周囲の隣接ブロックの画素当たりに換算された残差コストの最小値から算出される第1閾値を求める第1閾値算出ステップと、

前記第1閾値と前記第1予測動きベクトルの残差コストとを比較する第1コスト比較ステップと、

前記第1閾値よりも前記第1予測動きベクトルのコストが小さい場合には、前記第2予測動きベクトルの残差コストの算出を行わずに、前記第1予測動きベクトルを前記対象ブロックの動きベクトルに決定する動きベクトル決定ステップと、

40

をさらに有する請求項9記載の動きベクトル検出方法。

【請求項13】

前記第1閾値よりも前記第1予測動きベクトルの残差コストが大きい場合には、前記周囲の隣接ブロックの画素当たりに換算された残差コストの最小値から算出される第2閾値を求める第2閾値算出ステップと、

前記第2閾値と前記第1予測動きベクトルの残差コストとを比較する第2コスト比較ステップと、

前記第2閾値よりも前記第1予測動きベクトルの残差コストが大きい場合には、前記複数の近傍動きベクトルの残差コストの算出を行わずに、前記第1探索ステップと同じ探索

50

処理を行う第 1 判断処理ステップと、

をさらに有する請求項 1 2 記載の動きベクトル検出方法。

【請求項 1 4】

前記複数の動きベクトル候補に対応する周囲の隣接ブロックの画素当たりに換算された残差コストの最大値から算出される第 3 閾値を求める第 3 閾値算出ステップと、

前記第 3 閾値と前記第 1 予測動きベクトルの残差コストとを比較する第 3 コスト比較ステップと、

前記第 3 閾値よりも前記第 1 予測動きベクトルの残差コストが大きい場合には、前記複数の近傍動きベクトルの残差コストの算出を行わずに、前記第 1 探索ステップと同じ探索処理を行う第 2 判断処理ステップと、

を有する請求項 9 記載の動きベクトル検出方法。

【請求項 1 5】

前記第 1 予測動きベクトルの周囲を 3 画素以上の精度で残差コストに基づいた粗い動き探索を行う第 3 探索ステップと、

前記探索された動きベクトル候補を第 1 予測動きベクトルと決定する第 2 決定ステップと、

前記精度で粗い動き探索を行った後、前記第 1 予測動きベクトルと前記動き探索前のベクトルが同一か否かを比較する第 2 ベクトル比較ステップと、

前記第 1 予測動きベクトルと前記動き探索前のベクトルが異なる場合には、前記第 1 探索ステップと同じ探索処理を行う第 3 判断処理ステップと、

を有する請求項 9 記載の動きベクトル検出方法。

【請求項 1 6】

前記複数の近傍動きベクトルの残差コストは、

(1) 当該動きベクトルが指し示す点に基づく領域と前記対象ブロックの対応画素間の差分絶対値和と、(2) 当該動きベクトルを符号化した場合に必要とする符号量に所定の係数を乗じた値と、を加算した値であり、

前記各動きベクトル候補の残差コストと前記第 3 探索ステップで用いる残差コストは、前記動きベクトルが指し示す点に基づく領域と前記対象ブロックの対応画素間の差分絶対値和によって計算される、

請求項 1 5 記載の動きベクトル検出方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、動画像符号化を行う際に必要な動きベクトル検出装置及びその方法に関するものである。

【背景技術】

【0002】

動画像符号化においては、フレーム間の冗長性を利用したフレーム間動き補償が用いられている。動き補償に必要な動きベクトル検出処理は、必要演算量が大きいたことが知られており、その高速化方法は古くから様々な方法が提案されている。また、高速なアルゴリズムを採用した際の動きベクトル検出精度を向上させる方法も提案されている。

【0003】

例えば、特許文献 1 に示される方法では、MPEG-4 AVC/H.264 に代表される複数のブロック分割サイズを選択可能な符号化方式における動きベクトル検出において、ベクトル検出対象ブロックが内包するより小さなブロックサイズの動きベクトルを参照し、探索中心点を定める方法が提示されている。

【0004】

この方法では、例えば、図 9 に示すように、より小さなブロックサイズ(例えば、4 × 4 画素のブロック)の動きベクトルを予め求めておき、これから動き検出を行う対象ブロック(例えば 8 × 8 画素のブロック)の動きベクトル探索のときには、当該ブロックが内

10

20

30

40

50

包する小ブロックに対応する MV_A , MV_B , MV_C , MV_D の 4 種類の動きベクトルの中央値を探索中心点として動きベクトル探索を行う。

【0005】

また、特許文献 2 では、対象となるブロックの周囲に位置するブロックの動きベクトルに対応する予測残差コスト（当該周囲ブロックとその動きベクトルが指し示す参照ブロックとの画素間の差分に基づく評価値であり、各差分の絶対値を累積加算した $SAD =$ 差分絶対値和がよく用いられる）から対象ブロックの予測残差コストの閾値を定め、動きベクトル探索中の予測残差コストが当該閾値を下回った時点で処理を打ち切る方法が提示されている。

【0006】

例えば、図 10 に示すように、動きベクトル検出対象ブロックの周囲にあるブロック A, B 及び C の動きベクトル MV_A , MV_B , MV_C と、その動きベクトルの予測残差コスト SAD_A , SAD_B , SAD_C を用い、最初に探索を打ち切る閾値を例えば最小値 $SAD_{TH} = \min(SAD_A, SAD_B, SAD_C)$ を用いて設定する。次に、周囲の動きベクトル MV_A , MV_B , MV_C の最頻値 (2.75, 0) を探索中心として、非特許文献 1 に示されるようなダイヤモンドサーチを用いて動き検出を行う。ダイヤモンドサーチは、探索中心点から勾配法的に各探索点の予測残差コストを求め、それが ± 2 画素の範囲で収束するまで探索を続ける方法である。

【0007】

そして、特許文献 2 の方法では、収束前でも当該予測残差コストが前記閾値を下回ったところでその先の探索を打ち切るため、従来よりも探索に要する演算量を削減することができる。

【特許文献 1】特開 2005 - 323299 号公報

【特許文献 2】特開 2001 - 145109 号公報

【非特許文献 1】S. Zhu and K. K. Ma, 'A new diamond search algorithm for fast block matching motion estimation,' IEEE Trans. on Image Processing, vol. 9, no. 2, pp. 287-290, Feb. 2000

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

しかしながら、特許文献 1 に示される方法は、動きベクトルの誤検出を誘発する危険性を有するという問題点がある。

【0009】

また、特許文献 2 に示される方法は、必ずしも常に演算量を効果的に削減することができないという問題点がある。

【0010】

ところで、先述の SAD という指標は、ブロック内の画素数が少なければ少ないほどノイズなどの外乱の影響を受けやすくなる。画素間のノイズが無相関の場合、 SAD を求める際に累積加算した分だけ SAD の値は大きくなるが、そこに含まれるノイズ成分の大きさは互いに打ち消しあう作用が働くために増大しない。このため、画素を数多く加算した方が、言い換えれば面積の大きなブロックの SAD の方が相対的にノイズの影響を受けにくくなる。したがって、小さなブロックサイズの動きベクトルの信頼性は必ずしも高くない。また、対象ブロックに内包される小ブロックの動きベクトルは、その対象ブロックの部分集合である小ブロックだけについて SAD を求めれば必ず周囲の探索点と比較して極小となる。例えば、図 9 に示した例では、 MV_B と MV_D に等しい動きベクトルが予測ベクトルとして採用される。

【0011】

このとき、ブロックを構成する A, B, C, D のそれぞれの領域のうち小ブロック B 及び小ブロック D の領域における SAD は、その周囲に存在する探索点の中で極小となる。したがって、本来あるべき動きベクトルが異なる位置にある場合でも、領域 B, D の領域

10

20

30

40

50

の極小性を領域 A 及び C の S A D で打ち消すことができなければ、ダイヤモンドサーチにおける探索を継続させることはできない。すなわち、非特許文献 1 にあるような、周囲の探索点との極小性に基づく動きベクトル検出とは、本方法とは相性が悪く、ベクトルの誤検出を生む原因となる。このようにして誤った動きベクトルが求められてしまうと、特許文献 2 に示した方法もさらに適用させた場合に、設定する閾値自体が本来よりも大きくなってしまふことも考えられ、相乗的に動きベクトルの探索精度を低下させることも考えられる。

【 0 0 1 2 】

また、特許文献 2 に示される打ち切り方法は、周囲のブロックに動き補償を施した際の残差コストが、対象ブロックの動き補償後の残差コストと相関が高い、すなわち周囲のブロックの動きが対象ブロックの動きに類似していることを前提としており、動きやテクスチャが複雑なシーンではこの前提が必ずしも成り立たないため、符号化効率を低下させる原因となる。

10

【 0 0 1 3 】

図 1 1 は、映像情報メディア学会発行の標準テレビジョン方式・システム評価用標準動画像 (<http://www.nes.or.jp/gijutsu/kyoiku/ichiran.html> (2006 年 9 月現在) あるいは、<http://www.nes.or.jp/standardimage/imagelist.html> (2007 年 7 月現在) を参照) に含まれる 3 種類の画像 (No. 10 の「路面電車」、No. 35 の「競馬」、No. 37 の「走る自動車」) の最初の 6 フレームに対して、非特許文献 1 に記載のダイヤモンドサーチをベースとした動きベクトル検出を行ったときに、周囲のブロックから求められる予測動きベクトルを対象ブロックに適用したときの S A D と前述の閾値との差分の頻度を求めたものである。

20

【 0 0 1 4 】

画像「競馬」と「路面電車」については、設定した閾値で約半数のブロックの探索打ち切りが可能である。しかしながら、画像「走る自動車」の場合には、打ち切り可能数が 30 % 前後と大幅に減少する。「走る自動車」に関しては、ほかの画像に比べて明らかに分布が広範囲にわたっており、これはすなわち、周囲ブロックから求める閾値と、実際に打ち切りを行わずに動きベクトルを求めた際の S A D との相関が低いことを意味している。したがって、このような画像に対して、より打ち切りの頻度を上げるべく閾値を大きく設定してしまえば、符号化効率に深刻な影響を与えてしまうことは明確である。すなわち、「走る自動車」のような画像に対して、より効果的な探索の打ち切り処理を導入するためには、前述の閾値だけでなく他の評価指標が必要となる。

30

【 0 0 1 5 】

そこで本発明は、上記問題点に鑑みてなされたものであり、動きベクトルを求める際の演算量を削減しつつその精度を向上させることを目的とする動きベクトル検出装置及びその方法を提供する。

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 1 6 】

本発明は、動画像におけるフレームを複数のブロックに分割し、それぞれの動きベクトルを求める動きベクトル検出装置において、前記動きベクトルを求める対象となる対象ブロックの各々に隣接するブロックの動きベクトルの中から、(1) 前記対象ブロックと同じサイズのブロックである第 1 ブロックの第 1 動きベクトル、及び、(2) 前記対象ブロックより小さいブロックである第 2 ブロックの第 2 動きベクトル、を含む複数の動きベクトル候補を抽出する候補抽出部と、前記複数の動きベクトル候補の中から、前記対象ブロックの動きベクトルの予測値である第 1 予測動きベクトルを選択するベクトル選択部と、前記第 1 予測動きベクトルが指し示す点から所定の範囲内にある複数の近傍探索点に対応する複数の近傍動きベクトルの残差コストを算出する候補残差コスト算出部と、前記複数の近傍動きベクトルの中から最小の残差コストを有する第 2 予測動きベクトルを選択する最小の残差コスト選択部と、前記最小の残差コストを有する第 2 予測動きベクトルと前記第 1 予測動きベクトルとが同じであるか否かを比較する第 1 ベクトル比較部と、前記最小

40

50

の残差コストを有する第2予測動きベクトルが前記第1予測動きベクトルと同じときは、前記第1予測動きベクトルを前記対象ブロックの動きベクトルとして検出する検出部と、前記最小の残差コストを有する第2予測動きベクトルが前記第1予測動きベクトルとが異なるときは、前記第1予測動きベクトルの指し示す点を中心とした任意の探索範囲の動きベクトルを、ブロックマッチングによって求めることにより、前記動きベクトルを探索する第1探索部と、を有する動きベクトル検出装置である。

【発明の効果】

【0017】

本発明によれば、少ない演算量でより本来の動きを追いやすい動きベクトル検出が、可能となる。

10

【発明を実施するための最良の形態】

【0018】

以下、本発明の一実施形態の動きベクトル検出装置について図面に基づいて説明する。

【0019】

(1) 動きベクトル検出装置の構成

図1は、本実施形態の動きベクトル検出装置の構成を示すブロック図である。

【0020】

動きベクトル検出装置は、ノイマン型のコンピュータに画像の入出力回路を付加したものであり、CPU1、RAM3、ROM4、画像入力回路5、符号化画像出力回路6がバス2で接続される構成となっている。ROM4の内部には、動きベクトル検出のためのプログラムが格納されており、CPU1がROM4からプログラムを逐次読み出して動きベクトル検出を行う。

20

【0021】

画像は、画像入力回路5を通して入力され、一時的にRAM3に保存される。CPU1は、保存された画像情報を元にプログラムにしたがって動きベクトル検出を行うことになる。動きベクトル検出が終了すると、ROM4の別の領域に記憶されている符号化プログラムがCPU1に逐次読み込まれ、動き補償、2次元周波数変換、量子化、エントロピー符号化などの処理を経て符号化処理が行われ、その結果生成される符号化画像情報が、符号化画像出力回路6を介して外部へ出力される。

【0022】

画像入力回路5は、例えば、カメラから出力される画像信号をデジタル/アナログ変換して得られるデジタル信号入力回路や、予め画像情報を保存しておいたハードディスクドライブや光ディスクなどで構成される。

30

【0023】

同様に、符号化画像出力回路6は、ネットワークインタフェースでも良いし、画像入力回路5と同一のハードディスクドライブや光ディスクなどで構成しても良い。CPU1は、動きベクトル検出において繰り返し演算されるSAD(差分絶対値和)を高速に実行できるSIMD命令を備えたものが好ましい。しかし、対象画像の解像度が低い場合やフレームレートが低い場合には、安価に供給されている組み込み向けCPUで構成することもできる。

40

【0024】

(2) 動きベクトルを求めるブロック

MPEG-4 AVC/H.264では、動画像を構成する1枚のフレームをマクロブロックと呼ばれる16×16画素のブロックに分割し、それを単位として符号化が行われる。さらに、マクロブロックは4×4、4×8、8×4、8×8、8×16、16×8、16×16画素の小ブロックに分割することができ、これら様々なブロックサイズを組み合わせた分割パターンを混在させてマクロブロックを構成するような制御が行われる。

【0025】

動きベクトルは、この小ブロック毎に独立して割り当てることになるため、最も単純には、これらの分割パターンに含まれる小ブロックそれぞれに対して動きベクトル検出を行

50

い、その中から最良の分割パターンを選ぶことになる。

【 0 0 2 6 】

本実施形態では、単純化のため、これらのうち図 2 に示すような 4 個の 8 × 8 画素ブロック、2 個の 8 × 16 画素ブロック、2 個の 16 × 8 画素ブロック、さらに 1 個の 16 × 16 画素ブロックの動きベクトルをそれぞれ求めるものとする。

【 0 0 2 7 】

(3) 動きベクトル検出の処理

動きベクトル検出の流れを示すフローチャートを図 3 に示す。

【 0 0 2 8 】

S 2 0 1 で 8 × 8 画素ブロックの動きベクトルを求める。

10

【 0 0 2 9 】

S 2 0 2 で 8 × 16 画素ブロックの動きベクトルを求める。

【 0 0 3 0 】

S 2 0 3 で 16 × 8 画素ブロックの動きベクトルを求める。

【 0 0 3 1 】

S 2 0 4 で 16 × 16 画素ブロックの動きベクトルを求める。

【 0 0 3 2 】

この中で、ステップ 2 0 1、S 2 0 2、S 2 0 3 で複数の小ブロックの動きベクトルを求めるときには、図 2 のそれぞれ (a)、(b)、(c) で示した番号の順序で動きベクトルを求めるものとする。すなわち、1 つのマクロブロック内での小ブロックの動き検出は左上から右下へのラスタスキャンで行われる。

20

【 0 0 3 3 】

(4) 各画素ブロックの動きベクトルを求める処理

図 4 は、各画素ブロックの動きベクトルを求める際の処理の流れを示すフローチャートである。図 4 は図 3 に示した各ステップの 1 個のブロックに対して動きベクトル検出を行う際の処理手順を示したものである。

【 0 0 3 4 】

図 4 のフローチャートに従った処理を説明するため、図 2 (c) に示される 16 × 8 画素上側のブロックに対して動きベクトル検出を行う場合について述べる。

【 0 0 3 5 】

30

(4 - 1) ステップ 1 0 1

まず、ステップ 1 0 1 では、対象ブロックに隣接する同一ブロックサイズのブロックの動きベクトル (M V) と残差コスト (C M E) をそれぞれ予測 M V 候補、閾値候補として取得する。

【 0 0 3 6 】

その例を図 5 に示す。但し、残差コスト C M E とは参照ブロックと対象ブロックとの画素値差分絶対値和 (S A D) に、予測 M V 候補を符号化したときの符号量 R M V に所定の係数を乗じたものを加えたものとし、次式で定義されるものとする。

【 数 1 】

40

$$CME = SAD + \lambda \times RMV$$

$$= \sum_{x,y \in block} |R(x,y) - C(x,y)| + \lambda \times RMV \quad \dots (1)$$

【 0 0 3 7 】

ここで R (x , y) は M V が指し示す参照ブロック上の座標 (x , y) 上の画素値、C (x , y) は対象ブロック上の座標 (x , y) 上の画素値を示す。

【 0 0 3 8 】

対象ブロック 3 0 1 に隣接する同一ブロックサイズのブロックの中で、既に探索済みの中から 3 0 2、3 0 3、3 0 4 の各ブロックを抽出する。その結果、予測 M V 候補 M V p

50

red_candは

$$\text{MVpred_cand} = \{ (2.5, 0.5), (2.75, 0.5), (3.25, 1.0) \}$$

閾値候補CMEth_candは

$$\text{CMEth_cand} = \{ 123, 122, 120 \}$$

となる。

10

【0039】

(4-2)ステップ102

ステップ102では、さらに対象ブロックよりも小さなブロックサイズの隣接ブロックから予測MV候補、閾値候補を取得する。対象ブロックに接している小ブロックは、図6に示す351, 352, 353の3種類であるが、ここではこの中でさらに次のいずれかの条件を満たすものだけを抽出する。

【0040】

対象ブロックの上側に接する小ブロックのうち最も右にあるもの、対象ブロックの左側に接する小ブロックのうち最も下にあるもの。

【0041】

図6の例で言えば、小ブロック351と353が選択される。その結果、予測MV候補MVpred_candは以下のリストとなる。但し、重複するものは一つにまとめる。

20

【0042】

$$\text{MVpred_cand} = \{ (2.5, 0.5), (2.75, 0.5), (2.75, 1.0), (3.25, 1.0) \}$$

また、閾値候補CMEth_candにも小ブロック351と353の情報を加えるが、これら2つの小ブロックは、対象ブロックに比べ面積が1/2であるので、動きベクトルを対象ブロックに適用した場合を考え、CMEのうちSADに相当する項(式(1)における第1項)を2倍にしたものをリストに加える。例えば、小ブロック353の場合、SADが57であるので、リストに加える値は次式で計算される。

30

【0043】

$$\text{SAD} \times 2 + \text{RMV} = 57 \times 2 + (61 - 57) = 118$$

ここでも重複するものは一つにまとめる。

【0044】

40

$$\text{CMEth_cand} = \{ 123, 122, 120, 118 \}$$

(4-3)ステップ103

ステップ103では、求めた閾値リストCMEth_candから次式に従って閾値CMEthを算出する。

【0045】

$$\text{CMEth} = \min(\text{CMEth_cand}) = 118 \quad \dots (2)$$

(4-4)ステップ104

50

ステップ104では、これまでのステップで求めた予測MV候補を対象ブロックに適用して、その残差の大きさであるSADに基づいて予測MVを選択する。

【0046】

図7に例を挙げる。この例では、 $MV = (3.25, 1.0)$ のときがSADが最も小さく (118) 、その意味で $MV = (3.25, 1.0)$ が真の動きベクトルに最も近いと考えられる。そこで、予測MVとして $MV_{pred} = (3.25, 1.0)$ を採用する。

【0047】

なお、ここで式(1)に定義された残差コストではなく、SADを用いて候補を選択することで、周囲の動きベクトルとの類似性は加味せず、純粋に残差の大きさだけを評価しているが、これにより、本来の動きにより近い予測MVを選択することができる。また、このときのCME値 (126) を CME_{pred} として保持する。すなわち、 MV_{pred} とは周囲に存在する大小両方のブロックから予測される動きベクトルであり、 CME_{pred} は、その動きベクトルを当該動きベクトル検出対象のブロックに適用したときの残差コストである。

【0048】

もし、 CME_{pred} が CME_{th} よりも小さいかそれほど変わらない場合、 MV_{pred} は最適な動きベクトルに十分近づいていると考えられる。そこで、先述の特許文献2と同様、この場合には探索を打ち切っても動き補償残差は十分に小さいので、処理を打ち切って MV_{pred} を動きベクトルとして出力する。

【0049】

(4-5)ステップ107

すなわち、ステップ107では次式が成り立つかどうかを判定し、成り立つ場合には MV_{pred} を対象ブロックの動きベクトルとして出力する。

【0050】

$$CME_{pred} - CME_{th} < d1$$

但し、 $d1$ は十分に小さな正の定数とする。

【0051】

(4-6)ステップ105

次に、ステップ105では、求めた MV_{pred} の周囲を ± 4 画素の精度で粗く探索を行う。

【0052】

前述したように、複雑な動きを持った画像シーケンスなどにおいては、隣接するブロックから求めた予測動きベクトルが対象ブロックの動きベクトルから遠く離れ、予測が合いにくい場合がある。そのため、非特許文献1に示される探索パターンをさらに倍の大きさに拡大した上、斜め方向の探索点を省略した図8に示されるような探索パターンで、ダイヤモンドサーチと同様の動きベクトル探索を行うことでより広大な範囲を高速に探索することができる。また、この探索を行う際の動きベクトルの評価には、式(1)に定義された残差コストではなくSADを用いることで、本来の動きに対する追従性を高めることができる。このようにして得られた、更新された予測動きベクトルを MV_{pred} として保持する。また、元の MV_{pred} を MV_{pred0} として保持する。併せて更新された MV_{pred} に対応する残差コストを CME_{pred} として保持する。

【0053】

このようにして求めた CME_{pred} が、未だに周囲のブロックから求めた閾値 CME_{th} よりも十分に大きい場合、最適な動きベクトルはこれまで探索してきた探索点以外に存在することが考えられる。ステップ105では4画素単位での探索しか行っていないので、元々の予測ベクトルから4画素おきに存在する探索点以外にも、探索点は数多く存在する。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 4 】

(4 - 7) ステップ 1 0 6

そこでステップ 1 0 6 では、もし次式を満足するならば、 MV_{pred} を動きベクトルとして採用することを中止してステップ 1 1 1 にジャンプする。

【 0 0 5 5 】

$$CME_{pred} - CME_{th} > d_0 \quad \dots (3)$$

但し、 d_0 は十分に大きな定数とする。

【 0 0 5 6 】

(4 - 8) ステップ 1 0 8

ステップ 1 0 8 では、 MV_{pred} と MV_{pred_0} の同一性をテストする。

【 0 0 5 7 】

もし、周囲ブロックからの動きベクトル予測がうまく働いていた場合、 MV_{pred} は小数画素精度 (MPEG-4/H.264 ならば $1/4$ 画素精度、MPEG-1/2 では $1/2$ 画素精度) で求められており、また、 MV_{pred} と MV_{pred_0} は同一のはずである。

【 0 0 5 8 】

一方、予測がうまく働いていなかった場合には MV_{pred} と MV_{pred_0} は異なり、かつ、 MV_{pred} は 4 画素単位の精度しか持たない。この場合には、 MV_{pred} を中心に改めて整数精度、小数精度の動きベクトル検出を行ってより精度の高い動きベクトルを求める必要があると考えられる。

【 0 0 5 9 】

一方、 $MV_{pred} = MV_{pred_0}$ の場合には、 CME_{pred} こそある程度大きな値を持っているものの、対象ブロックにとって最適なベクトルである可能性はまだ残されている。そこで、 MV_{pred} と MV_{pred_0} が異なる場合には、 MV_{pred} を動きベクトルとして採用することをあきらめてステップ 1 1 1 にジャンプすることで、次のステップで行われる $\pm 1/4$ 画素の CME 算出処理をキャンセルする。

【 0 0 6 0 】

(4 - 9) ステップ 1 0 9

ステップ 1 0 9 では、 MV_{pred} の上下左右 $1/4$ 画素の探索点をテストして MV_{pred} の極小性を判定する。すなわち、 MV_{pred} が指し示す探索点の周囲 $\pm 1/4$ 画素の各探索点において、 CME を求める。 MV_{pred} の CME と、これら $\pm 1/4$ 画素の各探索点の CME とを比較する。そして、 MV_{pred} の CME が $\pm 1/4$ 画素の範囲で極小であることは、 MV_{pred} が最適な動きベクトルを示している可能性が高いと考えることができる。

【 0 0 6 1 】

(4 - 1 0) ステップ 1 1 0

そこで、ステップ 1 1 0 において、ステップ 1 0 9 にて MV_{pred} が極小と判定された場合には、ステップ 1 1 3 に進み、 MV_{pred} を動きベクトルとして出力する。一方、極小と判定されなかった場合には、ステップ 1 1 1 に進む。

【 0 0 6 2 】

(4 - 1 1) ステップ 1 1 1、S 1 1 2

以上のようなステップを経て、それでも MV_{pred} が動きベクトルとして十分でないと判断された場合に実行されるのがステップ 1 1 1 である。

【 0 0 6 3 】

ステップ 1 1 1 では、 MV_{pred} を探索中心点とし、非特許文献 1 に記載のダイヤモンドサーチによって動きベクトル探索を行う。この結果、ステップ 1 1 2 に進み、求められた動きベクトルを、対象ブロックの動きベクトルとして出力する。

【 0 0 6 4 】

10

20

30

40

50

(5) 効果

以上説明したように本実施形態によれば、動きベクトルを予測する際に、隣接する同一ブロックサイズと隣接する小ブロックサイズの動きベクトルの両方を使って予測動きベクトルを求める。隣接同一サイズブロックの動きベクトルはノイズに対してロバストである一方で、ブロックの重心が小ブロックと比べて離れているために動きへの追従性に劣る。一方、隣接小ブロックサイズの動きベクトルは、ノイズに対して脆弱であるが、動きに対しては敏感であるために動きへの追従性が高い。

【0065】

また、参照するブロックを対象ブロックが内包していないため、さらに予測ベクトルの残差コストから動きベクトルの符号量を取り除いたSADだけで評価するために、予測動きベクトルがローカルミニマムに陥る可能性を低減でき、より正確な動きベクトルを検出することができる。

10

【0066】

また、予測ベクトルに対してSADに基づいた粗い動き予測を行うことは、予測ベクトルが誤っている場合の補正を行うことに相当するので、さらに前述のローカルミニマムに陥る可能性を低減することができる。

【0067】

また、予測ベクトルに対応するCMEの大小と極小性に基づいて2段階の処理打ち切りを行うことで、従来法に比べより多くの処理打ち切りを行うことができる。

【0068】

極小性に基づく打ち切り方法は、予測ベクトルに対するCMEの大小に基づく打ち切りに比べ、多くの場合動きベクトルの精度を維持したまま打ち切り割合を高めることができる。しかし、極小性を判定するためには、例えば予測動きベクトルの周囲1/4画素の探索点についてCMEの計算を行わなければならない、余分に計算量を消費する。この判定処理を予測ベクトルに対応するCMEの大小に応じてスキップすることで、閾値処理と極小性判定処理という単一の打ち切り方法を単純に足し合わせた以上の処理量削減と正確な動きベクトル検出を両立できる。

20

【0069】

(6) 変更例

本発明は上記実施形態に限らず、その主旨を逸脱しない限り種々に変更することができる。

30

【0070】

(6-1) 変更例1

上記実施形態のステップ104において、対象ブロック16×8には、小ブロックが8×8が接していた。しかし、対象ブロックが16×16で、小ブロックとして8×8に加えて16×8、または、8×16も接する場合には、予測MV候補、閾値候補を取得する条件としては、

- ・対象ブロックの上側に接する小ブロックのうち、最も右にあり、かつ、サイズが最大であり、かつ、重心の位置が対象ブロックに最も近いもの、

- ・対象ブロックの左側に接する小ブロックのうち、最も下にあり、かつ、サイズが最大であり、重心の位置が対象ブロックに最も近いもの、

40

となる。

【0071】

(6-2) 変更例2

上記実施形態において、ステップ105では、求めたMVpredの周囲を±4画素の精度で粗く探索を行った。しかし、±3画素以上で粗い探索を行えばよい。

【0072】

(6-3) 変更例3

上記実施形態のステップ106では、周囲のブロックが持つ残差コストCME_{th} andの最小値から閾値を求めていた。しかし、代わりにステップ103において、CM

50

E t h _ c a n d の最小値だけでなく最大値 :

$$C M E t h 2 = m a x (C M E t h _ c a n d) = 1 2 3$$

を求めておき、式 (3) に述べた判定式を次のように変更しても良い。

【 0 0 7 3 】

$$C M E p r e d - C M E t h 2 > d 3$$

但し、d 3 は正の定数とする。

10

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 7 4 】

【 図 1 】 本発明の実施例における動きベクトル検出装置の構成を表すブロック図である。

【 図 2 】 マクロブロックの構成とその分割パターンである。

【 図 3 】 動きベクトルを求める順序をあらわすフローチャートである。

【 図 4 】 動きベクトル検出方法を示すフローチャートである。

【 図 5 】 同一ブロックサイズの隣接ブロックである。

【 図 6 】 隣接する小ブロックである。

【 図 7 】 予測 M V 候補を対象ブロックに適用した場合の C M E の例である。

【 図 8 】 ステップ 1 0 5 で探索を行う探索点である。

20

【 図 9 】 小さな分割パターンからの動きベクトル予測の例である。

【 図 1 0 】 残差閾値の設定方法の例である。

【 図 1 1 】 予測ベクトルを用いた際の S A D と閾値とのずれのブロック毎の出現頻度である。

【 符号の説明 】

【 0 0 7 5 】

1 C P U

2 バス

3 R A M

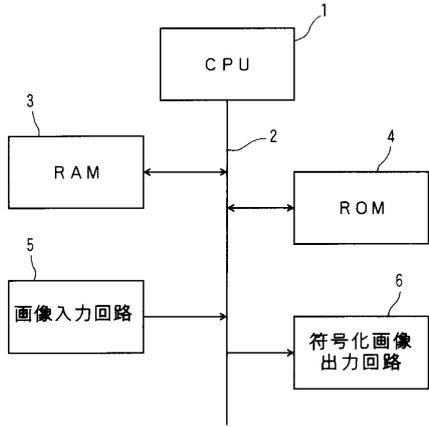
4 R O M

30

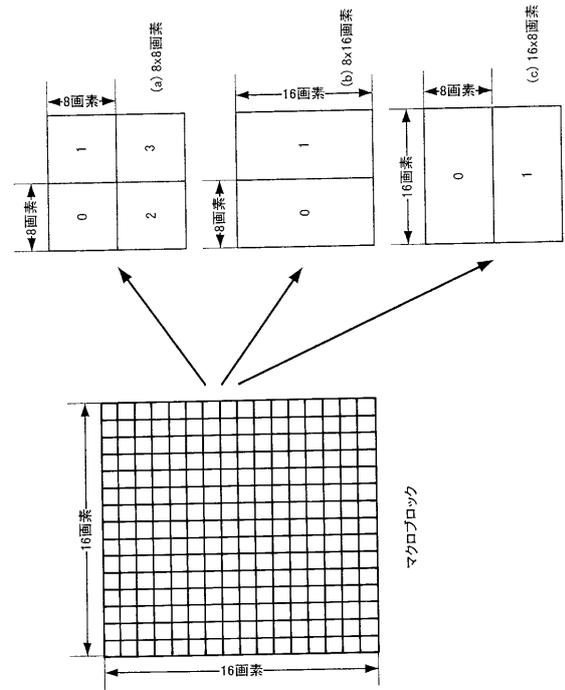
5 画像入力回路

6 符号化画像出力回路

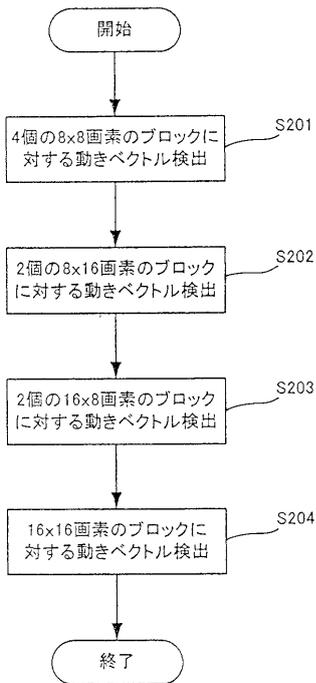
【図1】



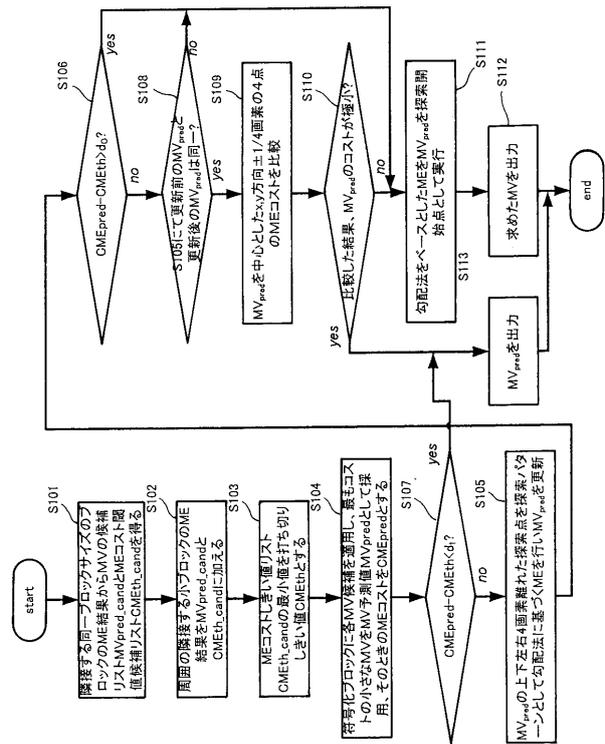
【図2】



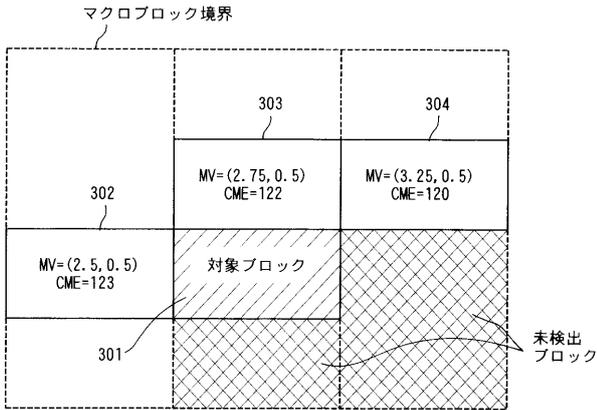
【図3】



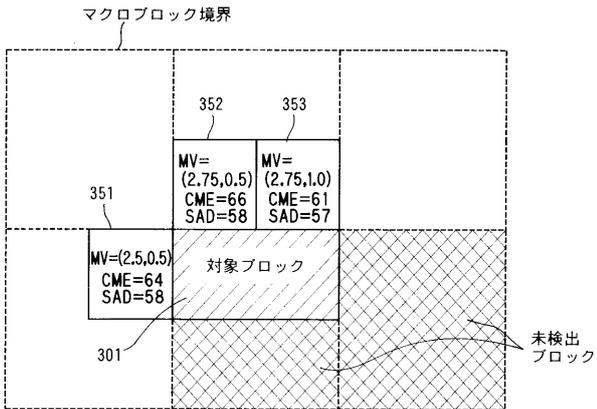
【図4】



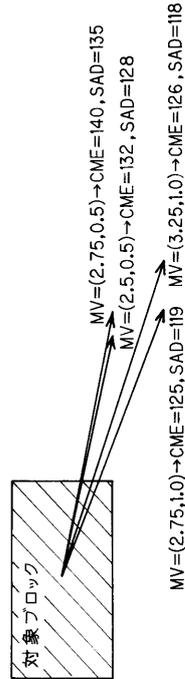
【 図 5 】



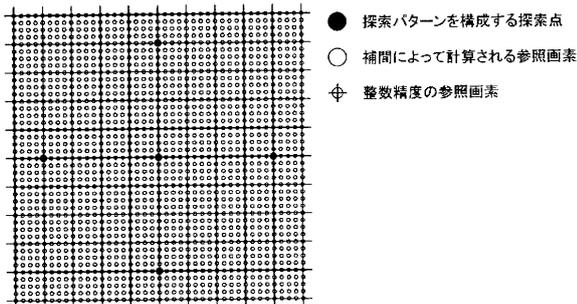
【 図 6 】



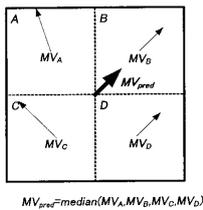
【 図 7 】



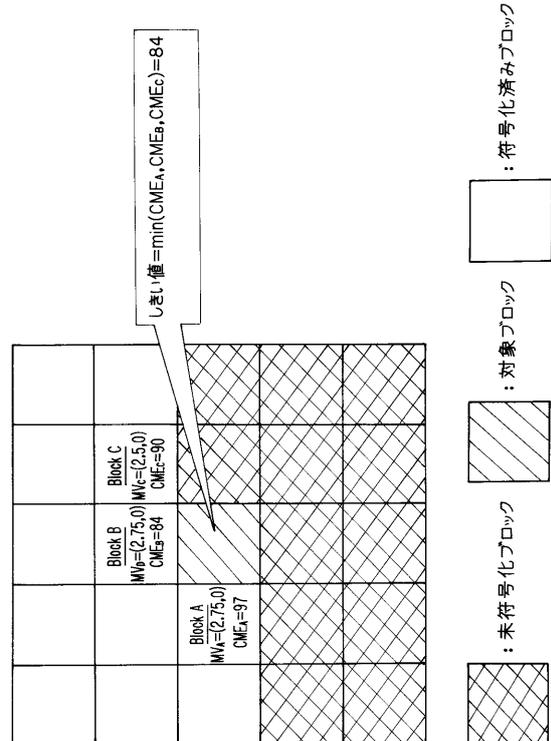
【 図 8 】



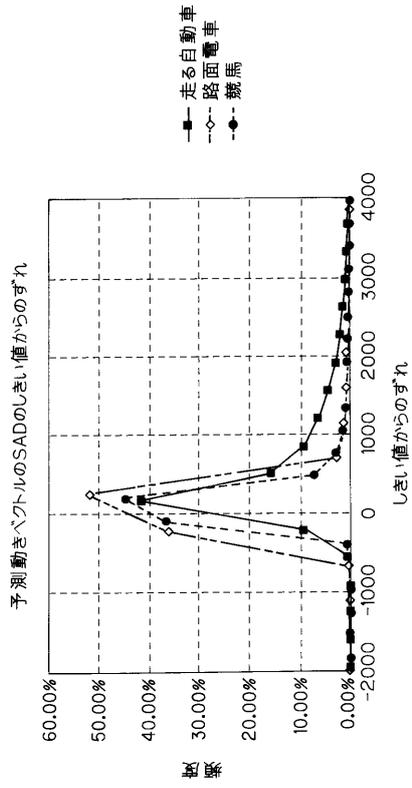
【 図 9 】



【 図 10 】



【 図 1 1 】



フロントページの続き

Fターム(参考) 5C059 KK15 KK19 MA05 NN02 NN05 NN09 NN10 NN11 NN14 NN28
PP04 TA00 TA62 TA64 TB08 TC03 TC18 TC42 TD06 TD12
UA02