

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報 (B 2)

(11)特許番号

特許第 3 4 1 2 1 1 8 号

(P 3 4 1 2 1 1 8)

(45)発行日 平成15年6月3日(2003.6.3)

(24)登録日 平成15年3月28日(2003.3.28)

(51)Int. Cl.⁷
H 0 3 M 7/30

識別記号

F I
H 0 3 M 7/30

B

請求項の数 8

(全 8 頁)

(21)出願番号 特願平9-357159
(22)出願日 平成9年12月25日(1997.12.25)
(65)公開番号 特開平11-191739
(43)公開日 平成11年7月13日(1999.7.13)
審査請求日 平成13年5月16日(2001.5.16)

(73)特許権者 000004226
日本電信電話株式会社
東京都千代田区大手町二丁目3番1号
(72)発明者 岩上 直樹
東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本
電信電話株式会社内
(72)発明者 守谷 健弘
東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本
電信電話株式会社内
(74)代理人 100066153
弁理士 草野 卓

審査官 石井 研一

最終頁に続く

(54)【発明の名称】共役構造ベクトル量子化方法、その装置及びプログラム記録媒体

1

(57)【特許請求の範囲】

【請求項 1】 互いに共役構造のコードベクトルを格納した第 1、第 2 コードブックからそれぞれ取出した二つのコードベクトルの合成が目標ベクトルに対し量子化誤差が最小のものを選択する共役構造ベクトル量子化方法において、
第 1、第 2 コードブック中の各コードベクトルごとに、目標ベクトルと平行な成分の大きさを求める段階と、
第 1 コードブックのコードベクトルごとに、その平行成分と第 2 コードブックのコードベクトルの平行成分との
組み合わせのうち、その組み合わせの合成ベクトルと目標ベクトルとの誤差が所定の範囲内のものを有効な組み合わせとして選び出す段階と、
その選び出されたコードベクトルの有効な組み合わせ同士との合成と、目標ベクトルとの量子化誤差が最小な組み

2

合わせを示すコードインデックスを検索する段階とからなることを特徴とする共役構造ベクトル量子化方法。
【請求項 2】 上記コードインデックスを検索する段階は、
コードベクトルの組み合わせごとに現在の最小量子化誤差を示すコードインデックスを求め、上記所定の範囲は上記現在の最小量子化誤差であり、検索すべき第 1 コードブック中のコードベクトルが残っている限り上記第 2 コードブック中のコードベクトルとの有効な組み合わせを
求める処理を継続し、残っていない場合現在の最小量子化誤差を示すコードインデックスを出力コードインデックスとすることを特徴とする請求項 1 記載の共役構造ベクトル量子化方法。
【請求項 3】 上記第 1、第 2 コードブックは、それぞれ第 1、第 2 コードブックよりそれぞれ多くのコードベ

10

クトルを有する第 1、第 2 大コードブックから予備選択したコードベクトルの集合からなる小コードブックであることを特徴とする請求項 1 又は 2 記載の共役構造ベクトル量子化方法。

【請求項 4】 互いに共役構造のコードベクトルを格納した第 1、第 2 コードブックからそれぞれ取り出した二つのコードベクトルの合成が目標ベクトルに対し、量子化誤差が最小な組合せをコードインデックスとするベクトル量子化装置において、

上記目標ベクトルの大きさを計算する目標ベクトル振幅計算手段と、

上記目標ベクトルの大きさを記憶する目標ベクトル大きさ記憶手段と、

上記第 1 コードブック中の各コードベクトルの目標ベクトルと平行な成分の大きさを第 1 平行成分として求める第 1 平行ベクトル振幅計算手段と、

上記第 2 コードブック中の各コードベクトルの目標ベクトルと平行な成分の大きさを第 2 平行成分として求める第 2 平行ベクトル振幅計算手段と、

上記第 1 平行成分、上記第 2 平行成分をそれぞれ記憶する第 1、第 2 平行成分記憶手段と、

現在の最小量子化誤差を記憶する誤差記憶手段と、

上記第 1 コードブックの各コードベクトルごとに、その第 1 平行成分と、上記第 2 平行成分と上記現在の最小量子化誤差と上記目標ベクトルの大きさから第 2 コードブック中の有効な組合せとなるコードベクトル候補を求める候補選択手段と、

上記第 1 コードブックのコードベクトルを、これと対応する上記候補選択手段で選択された第 2 コードブックの各コードベクトル候補との量子化誤差を計算する誤差計算手段と、

誤差計算手段で計算された量子化誤差と上記現在の量子化誤差とを比較する比較手段と、

上記現在の最小量子化誤差が得られたコードベクトルの組合せインデックスを記憶するインデックス記憶手段と、

上記比較結果が、計算された量子化誤差の方が小さければ、その計算された量子化誤差に上記現在の最小量子化誤差を更新し、かつ上記インデックス記憶手段のインデックスを更新する更新手段と、

上記候補選択手段、上記誤差計算手段、上記比較手段、上記更新手段を、上記第 1 コードブックの全てのコードベクトルについて実行する繰返し手段と、

上記繰返し手段の実行が終了すると、上記インデックス記憶手段のインデックスを量子化出力として出力する出力手段とを具備することを特徴とする共役構造量子化装置。

【請求項 5】 上記第 2 平行成分を、その大きさ順に並べ替える並べ替え手段とを備え、

上記第 2 平行成分記憶手段は、上記並べ替えられたもの

を記憶する手段であり、

上記候補選択手段は、上記目標ベクトルの大きさから対象第 1 平行成分を差し引いた値に対し、現在の最小量子化誤差の平方根を加減算して有効上限値、有効下限値を演算する手段と、

上記第 2 平行成分記憶手段中の上記有効上限値より小さい第 2 平行成分中の最大のものの番号 $m_{\max}(n)$ と、上記有効下限値より大きい第 2 平行成分中の最小のものの番号 $m_{\min}(n)$ とを求め、番号 $m_{\max}(n)$ 、番号 $m_{\min}(n)$ の範囲の各番号と対応する第 2 コードブックのコードベクトルを上記コードベクトル候補とする候補範囲決定手段とよりなることを特徴とする請求項 4 記載の共役構造ベクトル量子化装置。

【請求項 6】 互いに共役構造のコードベクトルを格納した第 1、第 2 コードブックからそれぞれ取り出した二つのコードベクトルの合成が目標ベクトルに対し、量子化誤差が最小のものを選択するベクトル量子化装置の処理を行うプログラムを記録した記録媒体であって、上記プログラムは、

目標ベクトルの大きさを求める第 1 過程と、

上記第 1、第 2 コードブック中の各コードベクトルの上記目標ベクトルと平行な成分の大きさを求める第 2 過程と、

第 1 コードブックのコードベクトルについて、その順次指定されるコードベクトルごとに、その平行成分の大きさと、上記目標ベクトルの大きさと、上記第 2 コードブック中の各コードベクトルの上記平行成分の大きさと、現在の最小量子化誤差をもとに、上記第 2 コードブック中のコードベクトルから、上記指定されたコードベクトルとの有効な組み合わせの候補のコードベクトルを求める第 3 過程と、

上記指定されたコードベクトルと上記各候補のコードベクトルとの量子化誤差を計算する第 4 過程と、

その第 4 過程で求めた量子化誤差と上記現在の最小量子化誤差とを比較する第 5 過程と、

第 5 過程の比較において第 4 過程で求めた量子化誤差の方が小さければ、その量子化誤差に上記現在の最小量子化誤差を更新し、かつ保持コードインデックスを上記第 4 過程で求めた量子化誤差が得られた両コードベクトルのコードインデックスに更新する第 6 過程と、

上記第 3 過程でのコードベクトルの指定が全て終わったかを判定する第 7 過程と、

その第 7 過程で指定が終わっていなければ上記第 6 過程の後、又は上記第 5 過程の比較において第 4 過程で求めた量子化誤差の方が大きければ、上記第 3 過程の上記指定コードベクトルを変更して上記第 3 過程に戻る第 8 過程と、

上記第 7 過程で、全てのコードベクトルに対する指定が終了すると判定されると、上記保持しているコードインデックスを量子化結果として出力する第 9 過程と、

を実行することを特徴とするコンピュータ読出し可能な記録媒体。

【請求項 7】 上記プログラムは上記第 2 過程で求めた第 2 コードブックの上記各平行成分の大きさを昇順に並べ替える第 1 0 過程を実行し、

上記第 3 過程は、上記目標ベクトルの大きさから、上記指定されたコードベクトルの上記平行成分を差し引いた値に対して、上記現在の最小量子化誤差の平方根を加減算して有効上限値、有効下限値を計算する第 1 1 過程と、

上記昇順に並べた平行成分の大きさから、上記有効上限値より小さい平行成分中の最大のものの番号 $m_{\max}(n)$ と、上記有効下限値より大きい平行成分中の

最小のものの番号 $m_{\min}(n)$ を求める第 1 2 過程と、上記番号 $m_{\max}(n)$ 、番号 $m_{\min}(n)$ の範囲の各番号と対応する第 2 コードブックのコードベクトルを上記候補のコードベクトルとする第 1 3 過程とを含むことを特徴とする請求項 6 記載の記録媒体。

【請求項 8】 上記プログラムは上記第 1、第 2 コードブックよりそれぞれコードベクトルの数が多い第 1、第 2 大コードブックからそれぞれ予備選択して上記第 1、第 2 コードブックを得る第 1 4 過程を実行することを特徴とする請求項 6 又は 7 記載の記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、音声・オーディオや画像などの高能率圧縮符号化の分野で広く利用され、互いに共役構造関係にある二つのコードブックのコードベクトルを組合せて目標ベクトルをベクトル量子化する方法、その装置及びプログラム記録媒体に関する。

【0002】

【従来の技術】ベクトル量子化は、信号の符号化において、複数の入力サンプルをまとめて目標ベクトルとし、あらかじめ用意したコードベクトル一覧であるコードブックの中から、目標ベクトルにもっとも近いコードベクトルを選び、複数の入力サンプルをそのコードベクトル番号で表す符号化方法である。

【0003】この方法は、入力サンプルの分布に一定の傾向がある場合、入力サンプルの分布傾向と同じ分布傾向をもつコードブックを用意しておけば高い能率で符号化ができる。またベクトル量子化においては、符号化に用いることのできる情報量が等しい場合、ベクトル量子化の量子化ビット数、つまりコードベクトルの数を大きく、またコードベクトルのサンプル数、すなわちコードベクトル長を大きくした方が能率が良い。

【0004】しかし、コードブックの規模は、コードベクトル長に比例し、量子化ビット数の 2 乗に比例するため、量子化能率をあげようとする、コードブックを記憶しておくのに必要なメモリが大規模になりすぎてしまうという欠点を持つ。この問題を解決するために、図 4

A のような共役構造ベクトル量子化方法が提案されている。この方法では、小規模な二つのコードブック 1 0、1 1 からの各コードベクトルを加算部 1 3 で加えあわせ、再生信号を得る、この再生信号と目標信号との距離を距離計算部 1 3 で求め、その距離が最小となるように最適コードベクトル検索部 1 4 でコードブック 1 0、1 1 の各コードベクトルを選択する。このようにすると、あまりメモリ量を増やすことなくベクトル量子化の能率を上げることができる。

10 【0005】ベクトル量子化を大規模にすると生じるもう一つの欠点は、最適なコードベクトルを検索するのに大きな演算量がかかるということである。共役構造ベクトル量子化では、演算量を削減するために、図 5 に示すようにコードブック 1 0、1 1 のコードベクトルを互いに共役構造ベクトルとし、おのおののコードブック 1 0、1 1 をそれぞれ予備選択部 1 5、1 6 により独立に検索し、もっともらしい候補ベクトルをいくつか予備選択して小コードブック 1 7、1 8 を構成し、小コードブック 1 7、1 8 の中から最適な組み合わせを検索する手法が用いられる。

20 【0006】この方法では、予備選択時の候補数が小さいほど高い演算量削減効果が得られるが、その反面、予備選択では組み合わせる対向側の情報を用いないため、予備選択の候補数が少ないほど量子化の能率が悪化するという問題点をもつ。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】この発明は、共役構造ベクトル量子化において、高い量子化能率を保ったまま少ない演算量で量子化する方法、その装置およびプログラム記録媒体を提供する。

【0008】

【課題を解決するための手段】この発明では、共役構造ベクトル量子化の組み合わせ検索の際、一方のコードブック中の各コードベクトルと、他方のコードブック中のコードベクトルと有効な複数のものとの組み合わせのグループを選び、その各グループにおける両コードブックの各コードベクトルの組み合わせ合成と目標ベクトルとの量子化誤差が最小になるようにする。

40 【0009】前記一方のコードブックの各コードベクトルと、他方のコードブック中のコードベクトルとの有効な複数のものとの組み合わせのグループを選ぶためには、例えばコードベクトルを、目標ベクトルとの近さを評価できる一次元の評価値に変換し、この値を用いて、共役ベクトル（他方のコードブックのコードベクトル）との有効な組み合わせを探し出す。一次元の評価値として、コードベクトルの、目標ベクトルとの平行成分の大きさを用いると効果が高い。

作用

50 共役構造ベクトル量子化では、図 4 B に示すように、コードブック 1 0 中のコードベクトル v_0 とコードブック

1 1 中のコードベクトル v_1 との合成と、目標ベクトル t との距離 R を計算して、そのうちの最小値 R_{min} となる組み合わせを選択する。従来法では、考えられる全ての組み合わせについて距離計算・最小値との比較を行うが、この発明では、例えば図 1 に示すように、コードベクトル v_0, v_1 の各目標ベクトル t との平行成分 C_0 と C_1 の合成 $C_0 + C_1$ と目標ベクトル t との誤差 R_p が現在の最小誤差範囲 $R_{p, min}$ におさまっている組み合わせについてのみ距離計算を行う。このようにすると、距離計算・最小値との比較を行う必要がない組み合わせについてはこれを省略することができ、演算量を軽減することができる。一次元値は、昇順または降順の並べ替えや、値の検索などの処理を少ない演算量で施すことができるので、距離計算の省略のための前処理の演算量は少なく押さえることができる。

【0010】また、この発明方法においては、量子化誤差

$$C^a(n) = v_a(n) \cdot t / T$$

$$T = t$$

n はコードベクトル v のコードブック中のインデックス番号、 a は、コードブック 10 と 11 との識別番号を表し、値は 0 または 1 である。つまり $v_a(n)$ と t との内積を t の大きさ（振幅）で割算して平行成分の大きさを求める。これらは平行成分記憶部 21a, 21b (図 3A) に記憶される。また目標ベクトルの大きさ t が記憶部 22 に記憶される。

【0013】手順 2 では、 N 個からなる一方のコードブック 11 を、平行成分の大きさ C^1 が昇順になるように並べ替える。この並べ替えを高速に行うアルゴリズムは、様々なものが提案されており、一例としてヒープソートが挙げられる。記憶部 21b の内容がこの並べ替え

$$C^1_{min}(n) = t - C^0(n) - d^2_{min}$$

$$C^1_{max}(n) = t - C^0(n) + d^2_{min} \quad (2)$$

ここで、 C^1_{min} は、コードブック 11 中のコードベクトルの平行成分の、組み合わせで有効な下限の値、 C^1_{max} は、コードブック 11 中のコードベクトルの平行成分の、組み合わせで有効な上限の値、 d^2_{min} は量子化誤差の最小値である。つまり、目標ベクトル t の大きさ t からコードブック 10 中のコードベクトルの平行成分の大きさ $C^0(n)$ と量子化誤差の最小値 d^2_{min} の平方根を引いた値が $C^1_{min}(n)$ 以上であり、かつ t からコードブック 10 のコードベクトルの平行成分の大きさ $C^0(n)$ を引いた値に d^2_{min} を加算した値が $C^1_{max}(n)$ 以下のものを、各コードベクトル $v_0(n)$ ごとに、コードブック 11 中のコードベクトルを探せばよいことを示している。

【0015】そこで、 $C^1_{min}(n) < C^1(m) < C^1_{max}(n)$ となる m の範囲を検索する。 m は昇順に並べられた $C^1(n)$ の順番の番号を示す。コードブック 11 は手順 2 において、 C^1 が昇順となるように並べ替えられているので、 C^1 が、 C^1_{min} 以上の最小値 m

* 差が現在の最小値を必ず越える場合を除外するという手法をとっているので、この方法を適用することによる量子化能率の低下は全くない。

【0011】

【発明の実施の形態】実施例 1

図 2 にこの発明の実施例 1 を示す。この実施例 1 ではコードブック 10 の各コードベクトルに対するコードブック 11 中のコードベクトルの有効な組み合わせの選択のために、目標ベクトルとの近さをコードベクトルの、目標ベクトルとの平行成分の大きさをを用いて判定して行う場合である。コードブック 10、コードブック 11 を構成するコードベクトルの数はどちらも N である。

【0012】手順 1 では、コードブック 10, 11 中の各コードベクトル $v_a(n)$ の、目標ベクトル t との平行成分の大きさ $C^a(n)$ を (1) 式のように計算する。

$$(1)$$

たものとされる。手順 3 では、目標ベクトルと現在までの最小量子化誤差をもとに、 N 個からなる他方のコードブック 0 中の各コードベクトルの平行成分の大きさ $C^0(n)$ ごとに、コードブック 11 中の組み合わせるべきコードベクトル $v^1(n)$ の範囲（グループ）を決定する。そのため現在の最小量子化誤差記憶部 23 が設けられる (図 3A)。

【0014】まず最初に、コードブック 10 中の指定されたコードベクトル $v_0(n)$ の平行成分の大きさ $C^0(n)$ に対し、コードブック 11 中の組み合わせで有効なコードベクトルの平行成分の範囲を決定する。

C^1_{min} と C^1_{max} 以下の最大値 m_{max} となる m の値をそれぞれ検索すれば、 m の範囲 ($m_{min}(n), m_{max}(n)$) を指定することができる。例えば図 3B に示すように、ある $C^0(n)$ について $C^1(n)$ が大きい順に $C^1_1(n), C^1_2(n), \dots, C^1_N(n)$ と並んでおり、 $C^1_2(n) > C^1_{max}(n)$ で $C^1_3(n) < C^1_{max}(n)$ であれば、 $m_{max} = 3$ であり、 $C^1_i(n) > C^1_{min}(n)$ で $C^1_{i+1}(n) < C^1_{min}(m)$ であれば $m_{min} = i$ となる。

【0016】この手順は、 n の値ごとに行う。すなわち、コードブック 10 のコードベクトル $v^0(n)$ ごとに行い、 n の値は 0 から始まり、 $m_{min}(n), m_{max}(n)$ を決定してから、 n を 1 ずつ加えて更新してゆくが、更新する前に手順 4 に進む。手順 4 の後、プロセスは手順 5 に進行するが、手順 5 が終了したのちにプロセスは手順 3 に戻る。手順 3 はコードブック 10 中の各コードベクトルに対し、それぞれ、コードブック 11 中の有効な組み合わせとなるコードベクトルの候補を選択し

ていることになる。

【0017】手順4では、手順3で求めた有効な組み合わせの範囲内の各コードベクトル $v_i(m)$ と、コード*

$$d^2(m, n) = \|t - \{v_o(n) + v_i(m)\}\|^2, \\ m_{min}(n) \leq m \leq m_{max}(n) \quad (3)$$

nは手順3で用いた値

手順5では、手順4で求めた量子化誤差 $d^2(m, n)$ と、現在記録している量子化誤差の最小値 d^2_{min} とを比較し、 $d^2(m, n)$ の方が小さければその値に記憶部23の d^2_{min} を更新し、また記憶部24のコードインデックスm, nの値を更新する(5a)。この更新手順は、手順4で量子化誤差を計算する度に行う。手順4・5で量子化誤差計算・比較が終了した後、nを+1し(5b)、まだ処理を行うべきコードブック0のコードインデックスnが残っているかを調べ(5c)、残っている場合には、手順3に進む。残っていない場合には、現在記録しているコードインデックスを量子化インデックスとして出力する(5d)。ここで、コードブック0のインデックスnはそのまま出力するが、コードブック1のインデックスmは、手順2での並べ替え前のインデックスに直してから出力する。

実施例2

実施例2は、実施例1の拡張である。手順1の入力にコードブック10とコードブック11を用いる代わりに、おのおののコードブックを予備選択して得られた小コードブック0と小コードブック1を用いる。この予備選択は図5に示した従来法と同様に行えばよいが、従来より予備選択の候補数を多くして量子化効率を下げないようにする。

【0018】上述の説明から明らかなように、この発明による量子化装置としてはコードブック10, 11、目標ベクトル振幅計算手段と、その計算結果 t を記憶する記憶部22、各コードベクトルの目標ベクトルと平行な成分の大きさを計算する平行ベクトル振幅計算手段と、それらの平行成分の大きさを記憶する記憶部21a, 21bと、記憶部21bの記憶内容を昇順に並べ替える並べ替え手段と、コードブック10中の指定されたコードベクトルについて式(2)により有効下限値、有効上限値を求める手段と、この有効下限値、有効上限値に応じて有効な組み合わせとなるコードブック11中のコードベクトル候補を求める手段と、これらコードベクトル候補と、コードブック10中の指定されたコードベクトルとの量子化誤差を計算する手段と、その計算された量子化誤差と記憶部23の現在の最小量子化誤差と比較する手段と、その比較で計算された量子化誤差の方が小さい場合は、その量子化誤差で記憶部23の最小量子化誤差を更新し、またその最小量子化誤差を生成する、両コードベクトルのコードインデックスで記憶部24のコードインデックスn, mを更新する手段と、コードブック10の全てのコードベクトルに対する指定を行った

*ベクトル $v_o(n)$ の合成の、目標ベクトル t に対する量子化誤差を計算する。

か否かを判定し、残ったコードベクトルがあれば、前記有効上限値、有効下限値を求める手段、コードベクトル候補を求める手段、量子化誤差を求める手段、比較手段を行う繰返し手段と、コードブック10中の全てのコードベクトルに対する指定が残っていなければ、その時の記憶部24中のコードインデックスを量子化出力として出力する手段と、上記各手段を制御し、処理を実行させる制御手段とを具備することは明らかであろう。

【0019】またこの量子化装置の処理は一般にはプログラムを解読実行して行われる。更に上述において、コードベクトル11の平行成分の大きさを昇順に並べかえて処理したが、そのようなことをすることなく、要は指定されたコードベクトルの平行成分の大きさと、目標ベクトルとの大きさと、現在の最小量子化誤差とから、指定されたコードベクトルと、コードブック11のコードベクトル中の有効な組み合わせとなる候補を求めればよい。コードブック10中の各コードベクトルについて、これと、コードブック11中のコードベクトルとの組み合わせで有効なものを候補として選び出し、そのコードブック10中のコードベクトルと、これと対応する有効な組み合わせの各候補との合成と、目標ベクトルとの量子化誤差が最小となるコードベクトルの組み合わせのコードインデックスを量子化出力とすればよい。

【0020】

【発明の効果】以上述べたように、この発明を用いると、共役構造ベクトル量子化において、少ない演算量でコードベクトル10とコードベクトル11の無駄な組み合わせを予測することができる。コードブック中のコードベクトルの数が64程度で、コードベクトルの長さが20程度である場合、約10分の1の演算量削減が期待される。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の共役構造ベクトル量子化における目標ベクトルの大きさと、これと平行な二つの共役構造ベクトルの成分とにより、有効な組み合わせとなり得るか否かを説明するための図。

【図2】この発明の方法を適用した機能構成と手順の例を示す図。

【図3】Aはこの発明装置に用いられる各記憶手段を示す図、Bは有効下限値と有効上限値と、有効な組み合わせの候補範囲を説明するための図である。

【図4】Aは従来の共役構造ベクトル量子化の機能構成を示す図、Bは通常の共役構造ベクトル量子化の距離計算の模式図である。

【図5】従来の共役構造ベクトル量子化の演算量削減を

行った機能構成を示す図。

【図1】

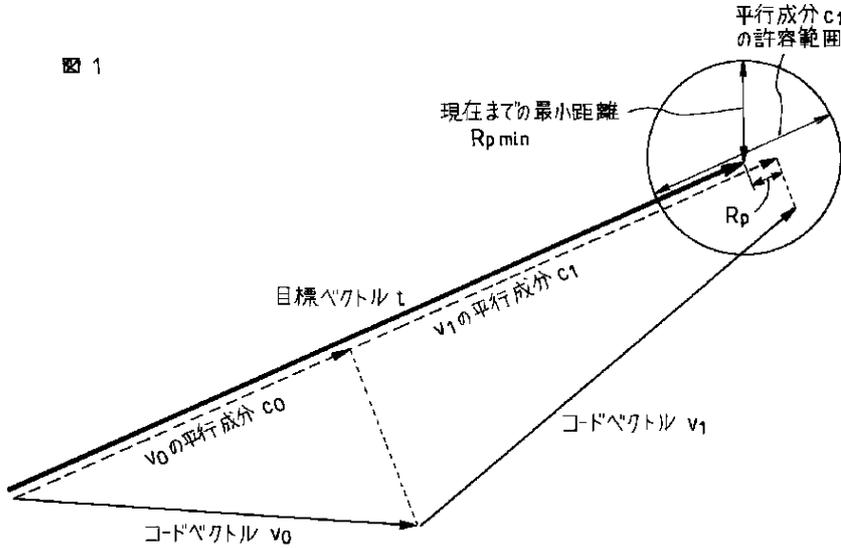


図 1

【図2】

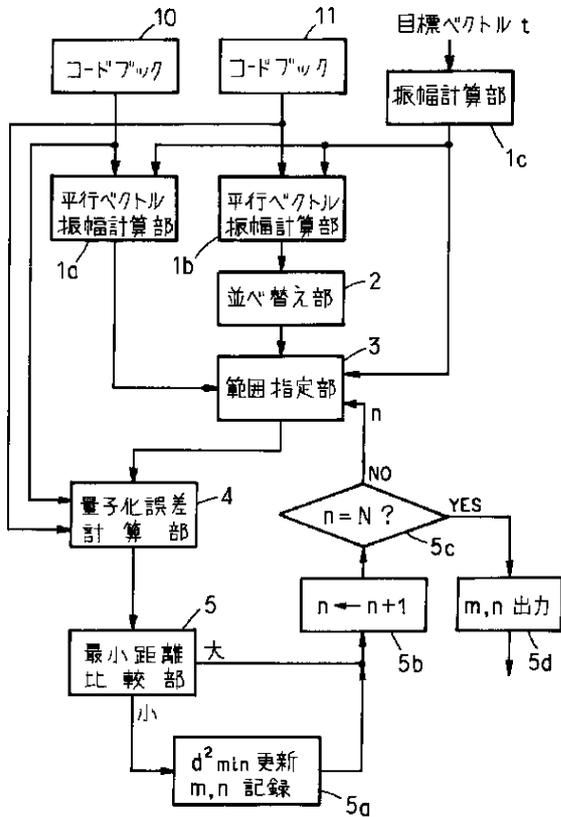


図 2

【図3】

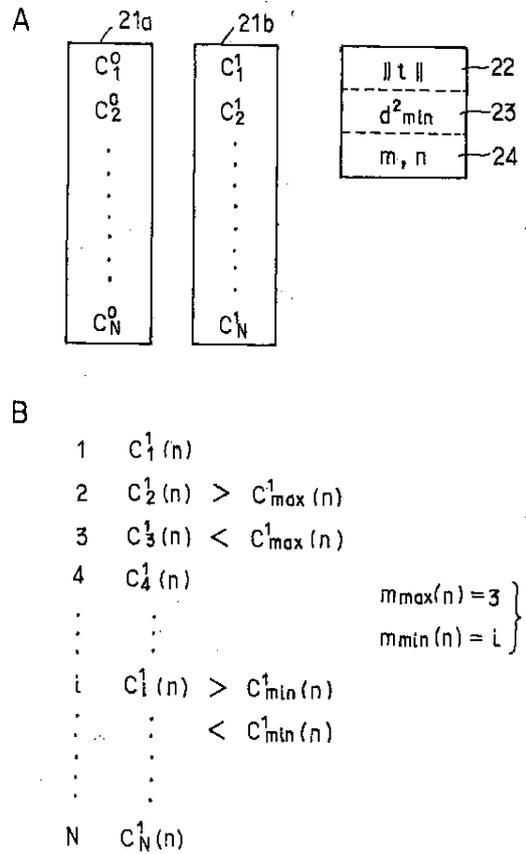


図 3

【図 5】

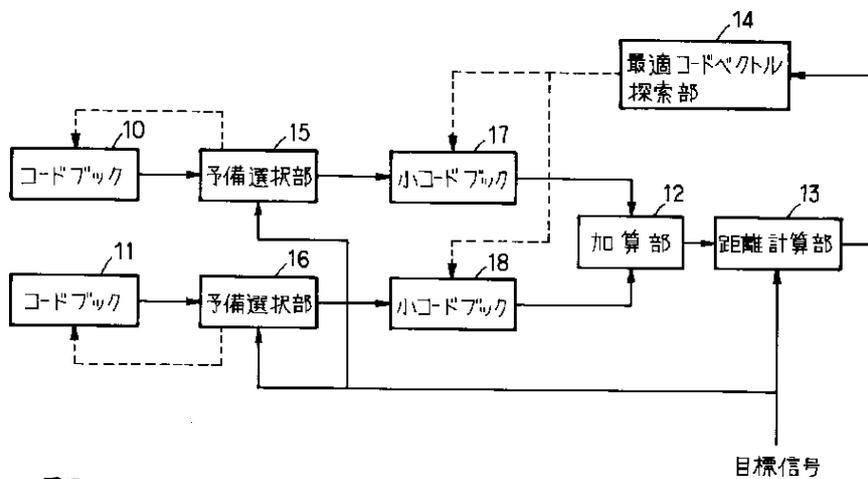


図 5

【図 4】

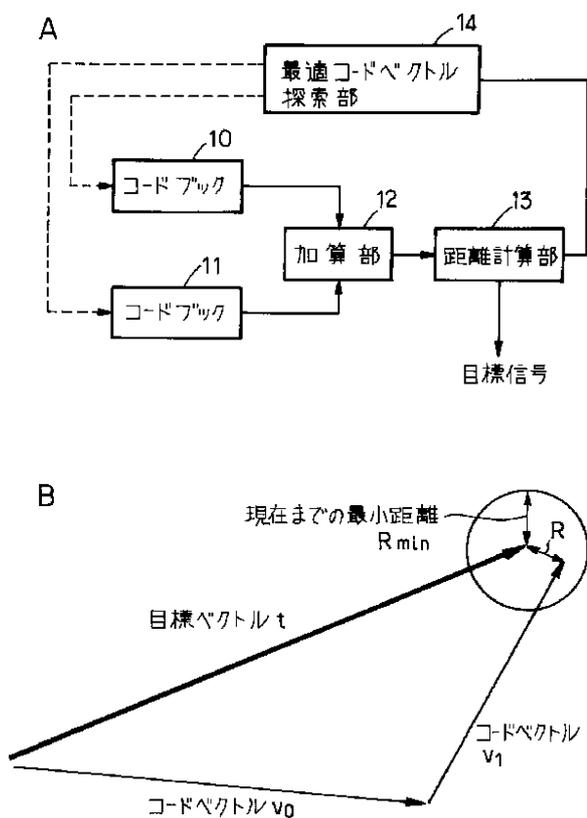


図 4

フロントページの続き

(56)参考文献 特開 平8 - 123493 (J P , A)
特開 平6 - 282298 (J P , A)
特開 平9 - 120299 (J P , A)
特開 平10 - 154000 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl.⁷, D B名)
H03M 7/30