

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報 (B 2)

(11)特許番号

特許第 3 3 6 7 9 3 1 号

(P 3 3 6 7 9 3 1)

(45)発行日 平成15年1月20日(2003.1.20)

(24)登録日 平成14年11月8日(2002.11.8)

(51)Int. Cl.⁷

識別記号

F I

H 0 3 M 7/30

H 0 3 M 7/30

B

G 1 0 L 19/00

G 1 0 L 9/18

E

請求項の数 4

(全 8 頁)

(21)出願番号 特願2000-60058(P2000-60058)

(73)特許権者 000004226

日本電信電話株式会社

(22)出願日 平成12年3月6日(2000.3.6)

東京都千代田区大手町二丁目3番1号

(65)公開番号 特開2001-251192(P2001-251192A)

(72)発明者 岩上 直樹

(43)公開日 平成13年9月14日(2001.9.14)

東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日本

電信電話株式会社内

審査請求日 平成12年12月14日(2000.12.14)

(72)発明者 守谷 健弘

東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日本

電信電話株式会社内

(74)代理人 100066153

弁理士 草野 卓 (外1名)

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

1

(57)【特許請求の範囲】

【請求項 1】N1個のコードベクトルを格納した第1コードブックと、N2個のコードベクトルを格納した第2コードブックのそれぞれから取り出した二つのコードベクトルの合成ベクトルと目標ベクトルに対する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コードブックを分割し、N1/M1個のコードベクトルを格納したサブコードブックをM1個得る第1の段階と、分割したM1個のサブコードブックのそれぞれについて、最適なコードベクトルを1個ずつ選び出し、M1個の候補ベクトルとする第2の段階と、

第2コードブックを分割し、N2/M2個のコードベクトルを格納したサブコードブックをM2個得る第3の段階と、分割したM2個のサブコードブックのそれぞれにつ

2

いて、最適なコードベクトルを1個ずつ選び出し、M2個の候補ベクトルとする第4の段階と、第1のコードブックから選び出したM1個の候補ベクトルと第2のコードブックから選び出したM2個の候補ベクトルの組み合わせのうち、その合成ベクトルの目標ベクトルに対する量子化誤差が最小となるものを選択する第5の段階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】請求項1に記載の共役構造ベクトル量子化方法において、

上記第1の段階は、第1コードブックを構成するコードベクトルを並び替える第6の段階と、並び替えたコードブックをN1/M1個ずつ切り分けることによって分割する第7の段階を含み、

上記第4の段階は、第2コードブックを構成するコード

ベクトルを並び替える第 8 の段階と、並び替えたコードブックを $N2 / M2$ 個ずつ切り分けることによって分割する第 9 の段階を含むことを特徴とする共役構造ベクトル量子化方法。

【請求項 3】請求項 1 または 2 に記載の共役構造ベクトル量子化方法において、

上記第 2 および第 4 の段階は、サブコードブック中の全てのコードベクトルについて、目標ベクトルの r 倍 (r は定数) との距離を計算する第 10 の段階と、第 10 の段階で計算した距離が最小となるコードベクトルを選択する第 11 の段階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 4】請求項 3 に記載の共役構造ベクトル量子化方法において、

上記第 10 の段階は、サブコードブック中のコードベクトルと、目標ベクトルの要素のうち一部を用いて距離計算することを特徴とする共役構造ベクトル量子化方法。

【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・オーディオや画像の高効率圧縮符号化の分野で広く利用されているベクトル量子化方法に関するものである。

【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、入力サンプルをそのコードベクトル番号で表わす符号化方法である。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効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を大きく、またコードベクトルのサンプル数 (コードベクトル長) を大きくした方が効率が良い。

【0003】しかし、コードブック規模は、コードベクトル長に比例し、2 の量子化ビット数だけのべき乗に比例するため、量子化効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 1 に示す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 10、11 からの各コードベクトルを加算部 12 で加え合わせ、再生信号を得る。この再生信号と目標ベクトルとの距離を距離計算部 13 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探索部 14 でコードブック 10、11 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効率をあげることができる。

【0004】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 2 に示すようにコードブック 10、11 をそれぞれ予備選択部 15、16 により独立に検索し、もっともらしい複数の候補ベクトルを予備選択して小コードブック 17、18 を構成し、本選択部 19 において、小コードブック 0 : 17 と小コードブック 1 : 18 の中から最適な組み合わせを検索し、選ばれた 2 つのコードベクトル番号を最適コードベクトル番号として出力するという手法が用いられる。

【0005】このうち、本選択部 19 では、図 1 で示された選択方法と同様に、小コードブック 0 : 17 と小コードブック 1 : 18 に含まれるコードベクトルの全ての組み合わせについて、小コードブック 0 からのコードベクトル 0 と小コードブック 1 からのコードベクトル 1 を加え合わせ、得られた再生信号と目標ベクトルとの距離を計算し、最小の距離を与えるコードベクトル 0 とコードベクトル 1 のコードベクトル番号 0 とコードベクトル番号 1 を出力する方法が一般的である。この本選択をさらに高速に行なう方法が、特願平 9 - 3 5 7 1 5 9 号 (特開平 11 - 1 9 1 7 3 9 号公報 参照。) において、出願されている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】上記記載の方法を本選択に適用すると、相対的に予備選択の演算量がベクトル量子化全体の演算量に占める割合が増し、ベクトル量子化を高速に動作させる場合に予備選択の演算量が問題となってくる。ベクトル量子化の予備選択は、図 2 中のコードブック 0、1 : 10、11、予備選択部 15、16、小コードブック 17、18 を使用して、図 3 のフローチャートのように動作する。この処理では、全てのコードベクトルについて、目標ベクトルの r 倍 (r は定数) とコードベクトルの距離 d^2 を計算し、小コードブックの末尾よりも小さいものであれば、小コードブック中で、距離が昇順に並ぶ位置を検索し、そこに新たにコードベクトルを挿入する。この小コードブック更新の操作のためには、最近傍点の検索・小コードブックのシフトの操作が必要であり、これらの操作が演算量に負担をかける。予備選択数 (小コードブックのサイズ) が大きくなるほど、この負担は大きくなる。

【0007】そこで、この発明は、共役構造ベクトル量子化において、予備選択を高速に行なう方法を提供することを目的とする。

【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器の二つのコードブックの各々から M 個の候補ベクトルを予備選択する際、図 4 に示されるようにコードブックを予備選択数 M と同じ個数に分割し、 M

個のサブコードブックを得た後、各々のサブコードブックについて、目標ベクトルとの距離が最も小さいコードベクトルを1つだけ検索し、選ばれたM個のコードベクトルを候補ベクトルとする。また、コードブックを分割する際、あらかじめコードベクトルを並び替えておいても良い。

【0009】

【作用】上記手段のように予備選択を行なう場合の予備選択の手順の流れは図5のフローチャートに示されたようになる。この処理と図3に示される従来の予備選択の流れとを比較すると、手順S4及び手順S22における距離計算の演算量は等しく、また、手順S5及び手順S23における条件判断の演算量も等しいが、手順S24ないし手順S26の処理Aと、手順S6及び手順S7の処理Bとを比較すると、1回の演算量は処理Bの方がはるかに小さい。このことにより、従来法よりも予備選択の演算量を少なく抑えることができる。

【0010】また、この方法を用いると、コードブックの分割により能率が低下する可能性があるが、あらかじめコードブックを並び替えておくことにより、分割による能率の低下を最小に抑えることができる。

【0011】

【発明の実施の形態】この発明の実施例におけるベクトル量子化の構成は、図2に示す通り共役構造ベクトル量子化器であり、コードブック0、1:10、11、予備選択部0、1:15、16、小コードブック0、1:17、18、本選択部19で構成されていて、従来の予備選択を用いた共役構造ベクトル量子化の構成と同様である。この発明により新規に導入される部分は、予備選択部0、1:15、16における予備選択の方法である。

【0012】この実施例では、コードブック0:10、コードブック1:11を構成するコードベクトルの数はどちらもNである。コードブックを予備選択して小コードブックに格納するコードベクトルの数、すなわち予備選択数はMである。コードブック0、1:10、11中のコードベクトルには格納順に番号が付与されており、その値はそれぞれidx0、idx1で表記する。図4に示される予備選択部0:15は、1個のコードブック分割部21と、M個の最適コードベクトル探索部で構成され、コードブック0:10からのコードベクトルを入力し、最適コードベクトル候補を選択し、小コードブック0:17へ出力する。また、予備選択部1:16の構成は予備選択部0:15の構成と等しい。ただし、入力

$$d^2[isub][idxs]$$

$$= \sum_{ielem=0}^{len_d-1} (cvs[isub][idxs][ielem] - r \cdot x[ielem])^2 \quad (3)$$

ブック1:11から行なわれ、出力は小コードブック1:18へ行なわれる。

【0013】コードブック分割部21では、コードブックを大きさN/MのM個のサブコードブックに分割する。すなわち、コードブック中のコードベクトルをベクトルcv[idxs]、分割されたサブコードブックの番号をisub、各々のサブコードブック中のコードベクトルをベクトルcvs[isub][idxs]で表記すると、下記の規則に従ってコードブックを分割して行く。

【0014】

【数1】

$$\vec{cvs}[isub][idxs] = \vec{cv}[isub \cdot N/M + idxs],$$

$$\text{for } isub = 0 \text{ to } M - 1, idxs = 0 \text{ to } N/M - 1 \quad (1)$$

【0015】コードベクトルcvs[isub][idxs]について、同じisubの値をもつコードベクトルは同じisub番目のサブコードブックに属する。また、別の分割方法として、コードブックをあらかじめ定義されたマッピングテーブルを用いて並び替えてから分割しても良い。この場合、コードブックの分割規則は下記ようになる。

【0016】

【数2】

$$\vec{cvs}[isub][idxs] = \vec{cv}[map[isub \cdot N/M + idxs]],$$

$$\text{for } isub = 0 \text{ to } M - 1, idxs = 0 \text{ to } N/M - 1 \quad (2)$$

【0017】マッピングテーブルの定義の一例として、マッピングテーブルをコードベクトル長と同じ数だけ用意しておき、各コードベクトルの任意の要素の値がソートされるようにマッピングテーブルを定義しておくことと良好な結果が得られる。このようにして分割されたコードブックの各々のコードベクトルは最適コードベクトル探索部に送られる。M個ある内、isub番目の最適コードベクトル探索部では、isub番目のサブコードブック中から目標ベクトルとの距離がもっとも小さいコードベクトルを探索する。各々のコードベクトルcvs[isub][idxs]の要素をcvs[isub][idxs][ielem]、目標ベクトルの各要素をx[ielem]で表記すると、全てのidxsについて下記のよう

【0018】

【数3】

【0019】ここで、rは定数であり、0.5程度に選ぶと良好な結果が得られる。len_dの値は、目標ベクトルのベクトル長lengthでも良いし、下記の条件を満たす最*

* 小の値でも良い。

【0020】

【数4】

$$\sum_{i=0}^{len_d-1} (x[i])^2 > k \cdot \sum_{i=0}^{length-1} (x[i])^2 \quad (4)$$

【0021】ここで、kは、0から1までの定数であり、0.9程度に選ぶと良好な結果が得られる。コードベクトルに符号情報を加える形態のベクトル量子化では、距離計算は、(3)式のように行なう代わりに、全ての

idxsとisignの組み合わせについて次式のように行う。

【0022】

【数5】

$$d^2 [isub][idxs] = \sum_{ielem=0}^{len_d-1} (sign[isign] \cdot cvs[isub][idxs][ielem] - r \cdot x[ielem])^2$$

for idxs = 0 to N/M - 1, sign = 0, 1

(5)

【0023】sign[i]は、符号情報を表わし、インデックスiは、0または1の値をとる。値は、sign[0] = 1、sign[1] = - 1である。このようにして計算したd²[isub][idxs]のうち、最小の値を与えるコードベクトルcvs[isub][idxs]をisub番目の候補ベクトルとして選択し、小コードブックのisub番目に格納する。コードベクトルに符号情報を加える形態のベクトル量子化では符号も小コードブックに格納する。

20 ・手順S6では、idxs番目のコードベクトルを小コードブック0に格納し、手順S7に進む。

・手順S7では、最小距離d²minの値としてd²の値を設定することにより、最小距離d²minを更新し、手順S8に進む。

・手順S8では、コードベクトルの番号idxsに1を加え、手順S9に進む。

・手順S9では、idxsの値を調べ、サブコードブックの大きさN/Mと等しければ手順S10に進み、そうでなければ手順S4に進む。

【0024】以上の最適コードベクトル探索部の手順は全てのisubについて行なわれる。上記の予備選択部0：15の手順の流れを図5のフローチャートに示す。図4においてM個だけある最適コードベクトル探索部22は、順次行なっても並行して行なっても良いが、ここでは順次行なう場合の例を示す。

30 ・手順S10では、サブコードブックの番号isubに1を加え、手順S11に進む。

・手順S11では、isubの値を調べ、サブコードブックの数Mと等しければ予備選択部0：15の処理を終了し、そうでなければ手順S2に進む。

・手順S1では、isubを0に設定することにより、サブコードブックの番号を初期化し、手順S2に進む。

・手順S2では、式(1)や式(2)などの例に挙げた分割規則に従って、コードブック0をisub番目のサブコードブックに分割し、手順S3に進む。

・手順S3では、サブコードブック中のコードベクトルの番号idxsを0に設定するとともに、最小距離d²minの値をとり得る最大値に設定することによりisub番目のサブコードブックにおける最適コードベクトル探索を初期化し、手順S4に進む。

40 【発明の効果】この発明を用いると、共役構造ベクトル量子化において、少ない演算量で予備選択を行なうことができ、結果として共役構造ベクトル量子化の演算量を低減することが出来る。

【図面の簡単な説明】

【図1】共役構造ベクトル量子化器の構成を示すブロック図。

【図2】予備選択付き共役構造ベクトル量子化器の構成を示すブロック図。

・手順S4では、サブコードブック中のidxs番目のコードベクトルと、目標信号のr倍との距離d²を、式(3)や式(5)などの例に挙げた計算方法に従って求めた後、手順S5に進む。

・手順S5では、距離d²を最小距離d²minと比較し、小さい場合手順S6に進み、そうでない場合、手順S8に進む。

50 【図3】共役構造ベクトル量子化器における予備選択の従来法を示すフローチャート。

【図4】この発明の第1及び第3の実施例を示すブロック図。

【図5】共役構造ベクトル量子化器における予備選択のこの発明の方法を示すフローチャート。

【符号の説明】

- 10、11 コードブック
- 12 加算部

- 13 距離計算部
- 14 最適コードベクトル探索部
- 15、16 予備選択部
- 17、18 小コードブック
- 21 コードブック分割部
- 22 最適コードブック探索部

【図1】

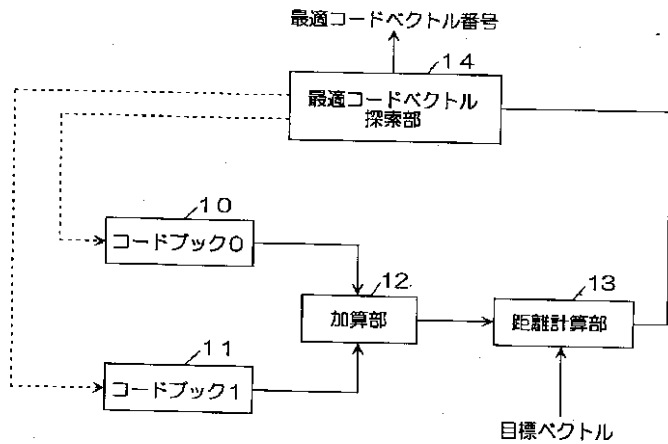


図1

【図2】

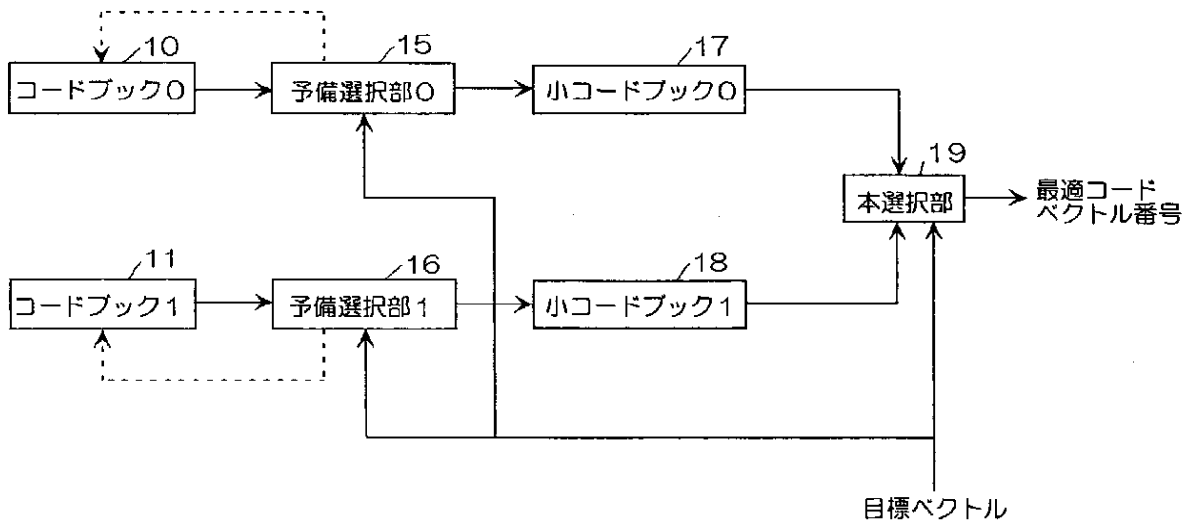


図2

【図 3】

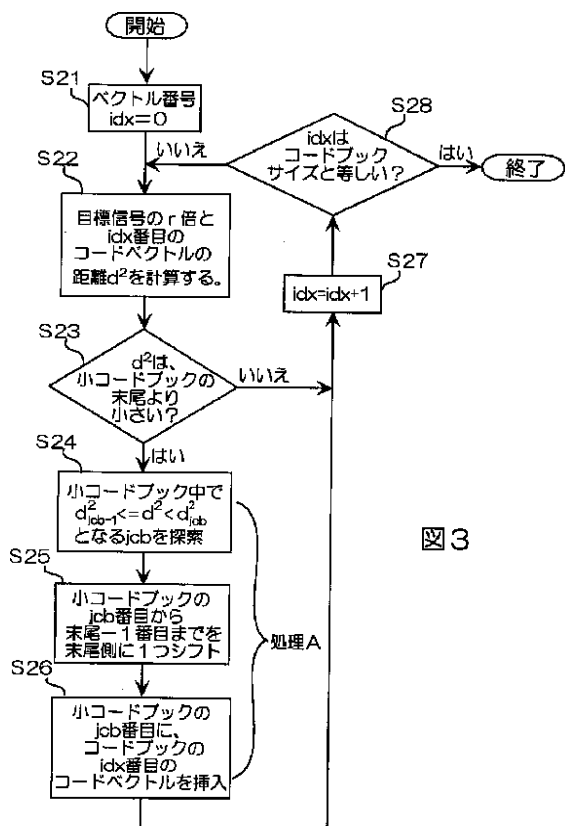


図 3

【図 5】

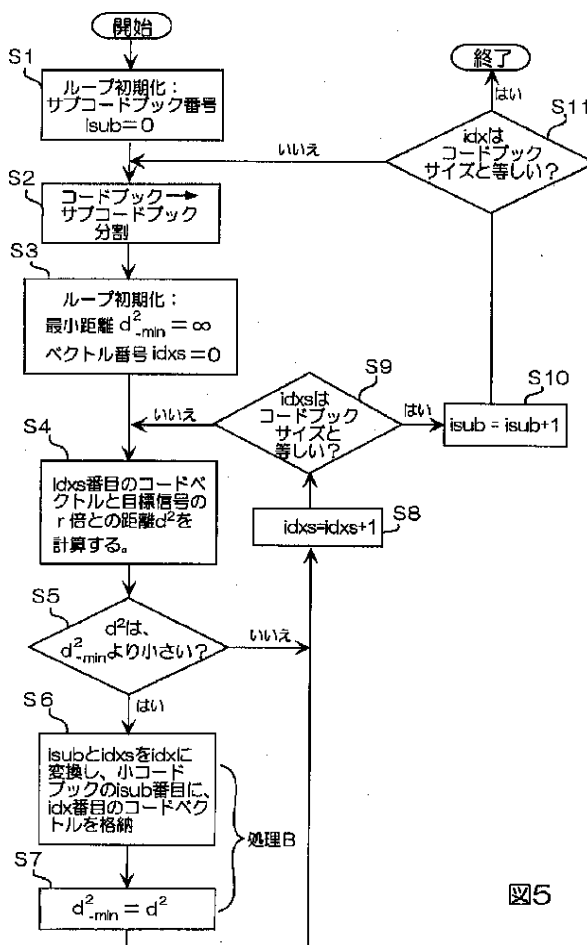


図 5

(7)

【図 4】

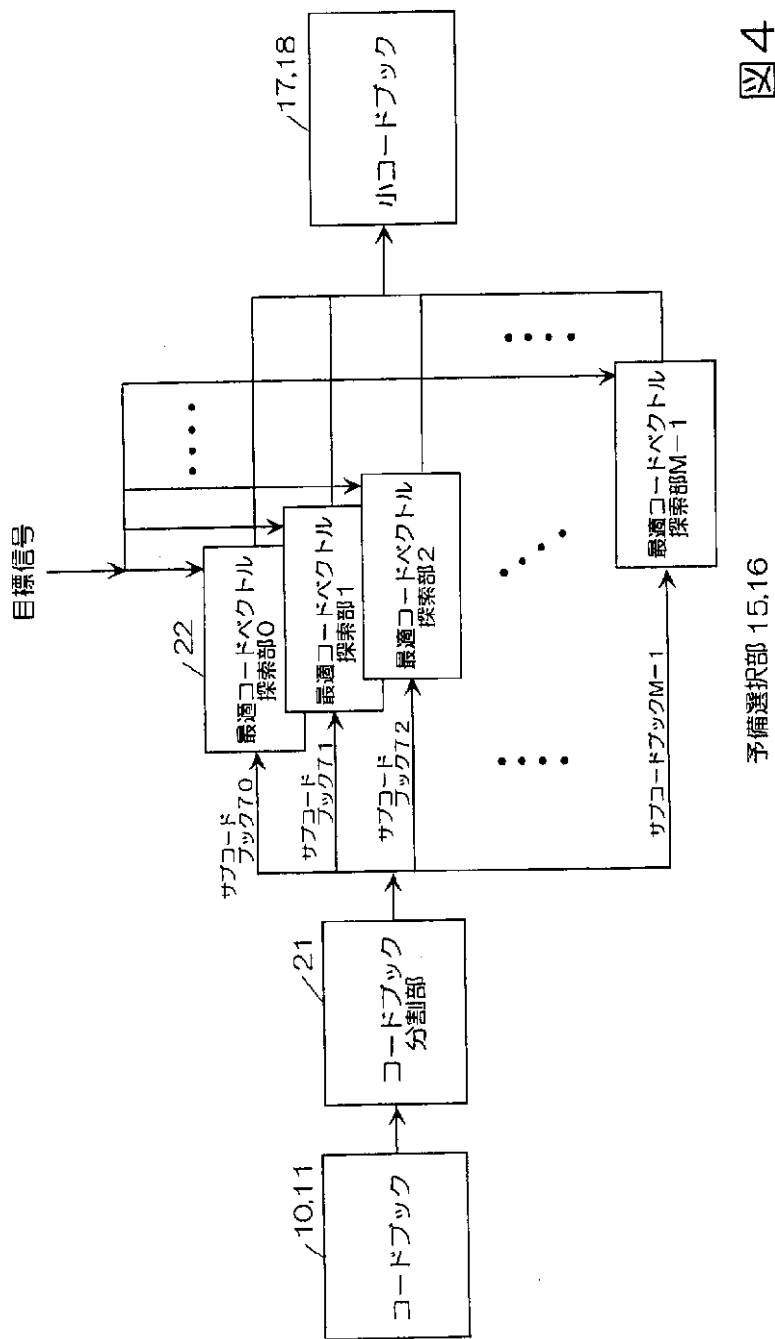


図 4

フロントページの続き

(56)参考文献 特開 平 6 - 282298 (J P , A)
特開 平 8 - 123493 (J P , A)
特開 平 9 - 120299 (J P , A)
特開 平 9 - 62299 (J P , A)
特開 平 11 - 191739 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl.⁷, D B 名)

H03M 7/30

G10L 19/00