

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報 ( B 2 )

(11)特許番号

第 2 5 2 3 2 8 6 号

(45)発行日 平成8年(1996)8月7日

(24)登録日 平成8年(1996)5月31日

(51)Int. Cl.<sup>6</sup> 識別記号 庁内整理番号 F I 技術表示箇所  
G 1 0 L 9/18 G 1 0 L 9/18 E

発明の数 2

(全 6 頁)

(21)出願番号 特願昭61-181770

(22)出願日 昭和61年(1986)8月1日

(65)公開番号 特開昭63-37400

(43)公開日 昭和63年(1988)2月18日

特許法第30条第1項適用申請有り 電子通信学会技術研究報告 V o l . 86 N o . 77 S P 86 - 16 音声のベクトル符号化の考察

(73)特許権者 999999999

日本電信電話株式会社  
東京都新宿区西新宿3丁目19番2号

(72)発明者 守谷 健弘

武蔵野市緑町3丁目9番11号 日本電信電話株式会社基礎研究所内

(72)発明者 誉田 雅彰

武蔵野市緑町3丁目9番11号 日本電信電話株式会社基礎研究所内

(74)代理人 弁理士 草野 卓

審査官 渡邊 聡

(54)【発明の名称】音声符号化及び復号化方法

1

(57)【特許請求の範囲】

【請求項 1】音声信号のサンプル値系列を一定の個数ごとに1フレームとし、その1フレームごとに直交変換してスペクトルを求め、そのスペクトルを量子化する音声符号化方法において、

上記スペクトルを平坦化する処理と、

上記平坦化されたスペクトルを1フレームごとに周波数方向でスペクトルの成分を予め定められた方法で並べ替える処理と、

その並べ替えられた平坦化スペクトルを1フレームごとに複数のベクトルに分割する処理と、

これら複数のベクトルのそれぞれを、そのスペクトル包絡値で重みをつけて符号帳の符号ベクトルとの距離を計算して、最も距離が小さくなる符号ベクトルを上記符号帳から選択する処理と、

2

その選択された符号ベクトルの番号とスペクトル包絡値の補助情報とを出力する処理と、  
を有する音声符号化方法。

【請求項 2】上記スペクトルの並べ替えは、上記1フレームの並べ替えられるべきスペクトルの各サンプルに周期的に繰り返した番号を順次付与し、その同一番号のサンプルを集めて1つのベクトルを構成して行うことを特徴とする特性請求の範囲第1項記載の音声符号化方法。

【請求項 3】複数のインデックスよりなる波形情報と補助情報とを入力し、

上記波形情報の各インデックスと対応するスペクトル値よりなる符号ベクトルを符号帳よりそれぞれ読み出す処理と、

1フレーム内に読み出された複数の符号ベクトル中のスペクトル値を予め決められた手法により周波数方向でな

らべかえる処理と、  
上記ならべかえられた符号ベクトルのスペクトル値を逆直交変換して音源信号を得る処理と、  
上記補助情報からスペクトル包絡値を再生する処理と、  
上記再生されたスペクトル包絡値によりフィルタ係数が制御され、上記音源信号を入力して線形予測合成して再生音声信号を得る処理と、  
を有する音声復号化方法。

【発明の詳細な説明】

「産業上の利用分野」

この発明は、音声信号を周波数領域に変換し、波形歪を小さくおさえて量子化する音声符号化方法に関する。

「従来の技術」

この種の符号化方法には特許1258025号「音声の適応変換符号化方式」が知られている。この方法は第3図に示すように入力端子11から入力される音声信号は、一般にアナログ音声信号を一定周期でサンプリングし、そのサンプリング値をデジタル信号としたものであり、この音声信号は分析フレーム単位で線形予測分析部12へ入力され、線形予測分析され、その予測係数とパワとがベクトル量子化部13でベクトル量子化され、補助情報として出力される。その補助情報は局部復号化部14で逆量子化されて復号され、その復号出力により逆フィルタ15のフィルタ係数に制御される。この逆フィルタ15に入力端子11からの音声信号が入力されて線形予測分析部12での予測残差が抽出される。この予測残差信号は直交変換部16で離散的コサイン変換や離散的フーリエ変換などにより周波数領域のサンプルに変換され、次にその周波数領域の信号をブロック分割部17で低周波成分から一定個数ずつとり出して、ベクトルを構成する。これらはベクトル量子化部18でベクトル単位に符号帳との照合を行なうことで量子化される。

入力音声信号のスペクトル包絡が例えば第4図Aに示す状態であり、これを4つを帯域 $F_1 \sim F_4$ に分割して、予測残差信号についてベクトル量子化したとする。この時、この例では低い周波数帯 $F_1$ では振幅が大きく、高い周波数帯 $F_3, F_4$ で振幅が小さく、このような振幅となるように復号器側で線形予測合成フィルタを周波数領域で制御する必要がある。つまりこの時復号器側で線形予測合成フィルタにおける周波数領域でのサンプル点の増幅率が異なる。すなわち、最終的波形歪を最小とするために、ベクトル単位の量子化の歪を制御する必要がある。実際には局部復号化部14で復号されたスペクトル包絡値からベクトル量子化部18での各ベクトル（周波数領域）に対する最適な情報配分を適応情報割当部19で分析フレームごとに計算して決定する。例えば第4図Aの場合第4図Bに示すように帯域 $F_1$ に最も多くビットを割当て、帯域 $F_3, F_4$ は最も少なく、 $F_1$ はその中間とする。これが適応情報割当てであり、これは波形歪を小さくするのに非常に有効な手段である。

ベクトル量子化部13,18でそれぞれ量子化された符号は復号側へ送られる。復号側では第3図に示すようにベクトル量子化部13よりの符号がスペクトル包絡再生部21で復号されてスペクトル包絡を再生され、これを示す予測係数で線形予測合成フィルタ22のフィルタ係数が制御される。これと共に再生されたスペクトル包絡から、適応情報割当部19でのビット割当てを算出し、これにより、残差スペクトル再生部23で、ベクトル量子化部18の量子化符号を各帯域ごとに取り出し、各符号を復号して予測残差の周波数成分を得る。これを逆変換部24で時間領域の予測残差信号に変換して線形予測合成フィルタ22へ音源信号として供給する。そのフィルタ出力が合成音声信号として出力端子25に得られる。

ところが、この種のデジタル符号化を実用化する際、伝送路で誤りが生じる場合がある。特に移動無線の用途では避けられない問題である。ところが適応情報割当てを用いる符号化では、符号誤りに対して大きな被害を受ける。デジタル伝送では例えば第5図に示すように1分析フレームごとに送信される。各フレームの中はスペクトル包絡を示す符号、つまり量子化部13からの符号、必要に応じてパワ情報を含む補助情報31と、量子化部18から符号、つまり波形情報32とからなる。

復号側ではこのフレームと同期をとりまず補助情報31が復号化される。これによりスペクトル包絡を示す情報が決定され、フレームごとに異なる波形情報32に対する情報（ビット）割当て方法が判明する。この割当ての拘束に従って波形情報32が復号化される。

ところがもし、補助情報31に符号誤りが生じると、スペクトル包絡の特性が正しく伝えられないだけでなく、波形情報32のビット割当てに誤りが生じる。そうなる情報と情報の大部分を占める波形情報32の各ベクトルに対する情報の境界を誤り、フレーム全体でほとんどの情報内容が失われてしまう。

このため、実用的には波形情報32を削って補助情報31に対して十分な誤り訂正符号を付加せざるを得なかった。それでも一定以上の伝送路誤りが生じると復号ができず、音声出力が得られないという問題があった。

この発明の目的は、音声信号を周波数領域で量子化する際に、伝送路符号誤りに対して弱い適応情報割当てで波形歪を小さくするのではなく、情報量固定割当てのまま波形歪を小さくする音声符号化方法を提供することにある。

「問題点を解決するための手段」

第一発明によれば、音声信号のサンプル値系列を一定の個数ごとに1フレームとし、その1フレームごとに直交変換してスペクトルを求め、そのスペクトルを量子化する符号化方法において、スペクトルの包絡を平坦化し、その平坦化されたスペクトルを、周波数領域で一定の規則で並べかえ、その並べかえたスペクトルを複数のベクトルに分割し、その各ベクトルを対応するスペクト

ル包絡値で重みつき距離尺度でベクトル量子化をおこなう。この並べかえの規則は重みすなわちスペクトル包絡値の和がベクトルごとにはほぼ等しくなるように決められる。そして各ベクトルに対する情報量（ビット数）は一定に割り当てられる。適応的情報の割り当てにより波形歪を制御する従来の方法と異なり、固定情報割り当てのまま、ベクトル内の重みつき照合で波形歪が制御される。

第 2 発明によれば複数のインデックスよりなる波形情報と補助情報とを入力し、波形情報の各インデックスと対応するスペクトル値よりなる符号ベクトルを符号帳よりそれぞれ読み出し、1 フレーム内に読み出された複数の符号ベクトル中のスペクトル値を予め決められた手法により周波数方向でならべかえ、そのならべかえられた符号ベクトルのスペクトル値を逆直交変換して音源信号を得、上記補助情報からスペクトル包絡値を再生し、この再生されたスペクトル包絡値によりフィルタ係数が制御され、上記音源信号を入力して線形予測合成して再生音声信号を得る。

【実施例】

第 1 図に第 2 発明の実施例を示し、第 3 図と対応する部分に同一符号を付けてある。この発明ではスペクトル（変換係数）が平坦化され、その平坦化されたスペクトル包絡を複数の帯域に分割し、それぞれについて量子化する。スペクトルを平坦化することは時間領域で逆フィルタ15を通すことで行われる。更にこの実施例では並べかえブロック化部41でサンプルの並べ換えにより行う。これは複数のベクトルに対し、各ベクトルごとにサンプルに対応するスペクトル包絡値の平均値ができるだけ一定になるようにするためである。並べ換えの方法は例えば第 2 図に示すようにスペクトル包絡値（同図 A）を一定値で 1 ~ 4 の番号を順次付けることを繰返し、ベクトル # 1 はその番号 1 の各サンプルを集め、つまり同一番号のサンプルをそれぞれ集めてベクトル # 1 ~ # 4 とする。このようにすると十分小さい幅で番号付けすると、スペクトル包絡の大きい部分、小さい部分、何れの部分も、各ベクトルに分散され、その結果、各ベクトルのスペクトル包絡値の平均値はほぼ等しくなる。

次にこのようにして作った各ベクトルに対し、スペクトル包絡値  $W_i$  の重みつきベクトル量子化を重みつきベクトル量子化部42で行なう。つまり各ベクトル内でレベルが大きいサンプルには大きな重みを付ける。具体的には周波数領域の入力ベクトル

$$F = (F_1, F_2, \dots, F_m)$$

に対し、次式の D を最小とする符号帳のベクトル

$$C = (C_1, C_2, \dots, C_m)$$

を検索し、そのインデックスを情報（符号）として伝送する。

$$D = \sum_{i=1}^m W_i (F_i - C_i)^2$$

m はベクトルの次元数、重み  $W_i$  は第 2 図 C に示すように同一分析フレーム内では各ベクトルに対して同一でよいが、重み  $W_i$  はスペクトル包絡値に依存してフレームごとに変化する。しかし、各ベクトルに対して配分する情報量（ビット数）は第 2 図 D に示すようにスペクトル包絡値と無関係に固定してよい。重み  $W_i$  は局部復号化部14より復号したスペクトル包絡を用いて決定する。

またベクトル量子化の符号帳は平均的な重み  $W_i$  のついた尺度あるいは均一の重みで学習しておいてもよいし、パワーを正規化したガウス雑音そのものの、あるいは雑音から重みに合わせて選択したものでよい。

第 5 図と同様にフレームごとの、符号帳よりのインデックスを波形情報とし、これと、量子化された予測係数及びパワーの補助情報とを伝送し、第 1 図に示すように復号側では補助情報、波形情報、更に波形情報内の各帯域に対する各情報量（ビット数）が予め固定的に知られているから、これらを分離して、同じ符号帳を使ってベクトルを再生し、その波形情報についての復号したスペクトル信号を、第 2 図から明らかのように 1 フレームごとにもとの順序に並べかえ部44で並べかえ、それを逆直交変換して線形予測合成フィルタ22へ供給して出力音声を得る。

復号側でベクトルを再生するとき、ベクトルに対する情報の境界はスペクトル包絡に無関係に固定できる。また、重み  $W_i$  もインデックスが決まれば自動的に決まり重み  $W_i$  についての情報を送る必要はない。従って補助情報が誤っても合成フィルタ22の入力信号すなわちもとの残差信号が正しく復号される。一般に残差信号だけでもかなり了解性があり、合成フィルタ22の特性が正しく制御されなくとも、ある程度の品質の音声出力が得られる。

この実施例の符号化を線形予測分析の中でピッチ予測を行なう符号化法や特願昭59-173903の符号化に適用することもできる。また逆フィルタの代りに、入力音声信号をそのスペクトル包絡で割算してもよい。

「発明の効果」

以上説明したようにこの発明によれば重みつきベクトル量子化で波形歪の制御を行ない、適応情報割り当てと同程度に全体の波形歪を小さくすることができる。同時に固定情報割り当てであるため、補助情報とは独立に波形情報を復号できる利点がある。このため、伝送路符号誤りによって補助情報が正しく伝えられない場合でも、波形情報は復号でき、出力音声の品質劣化はわずかで済む。このため、伝送路符号誤りが避けられない、移動無線の用途等ではきわめて有効な符号化方法となる。

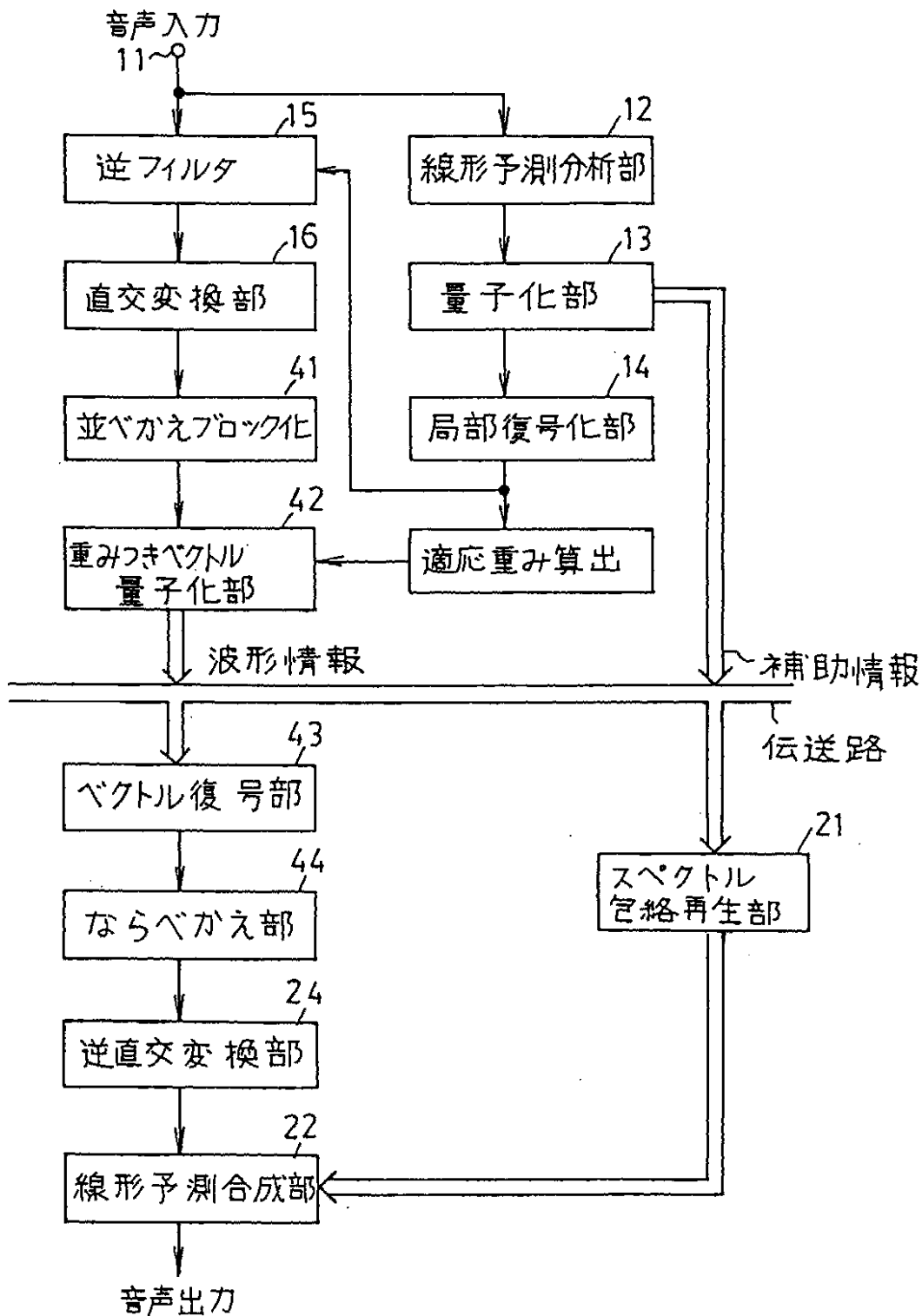
【図面の簡単な説明】

第 1 図はこの発明の音声符号化方法の一例を機能的に示すブロック図、第 2 図はスペクトル包絡と、並べ換え

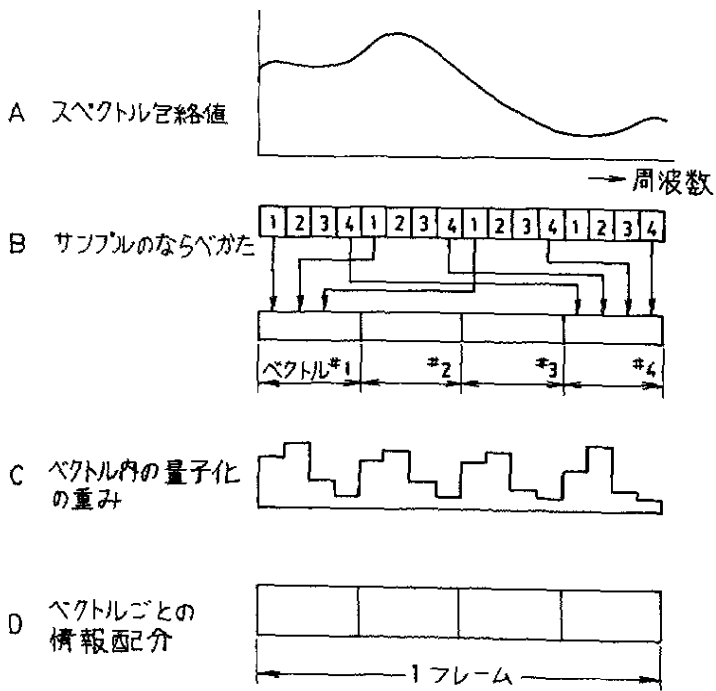
と、そのベクトルと、ベクトル内の量子化の重みと、ベクトルの情報配分との例を示す図、第3図は従来の適応情報割り当て音声符号化方法を機能的に示すブロック

図、第4図はスペクトル包絡とベクトルの情報配分との例を示す図、第5図は従来の適応情報割当て時の1フレーム内の情報配置例を示す図である。

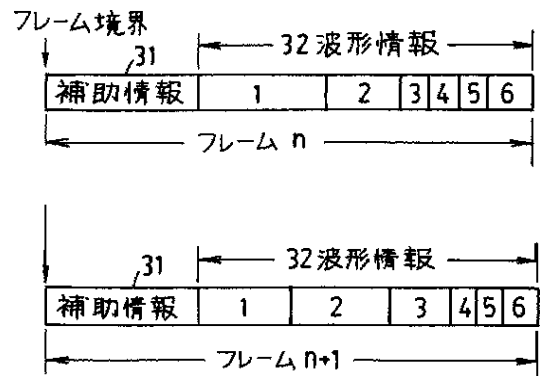
【第1図】



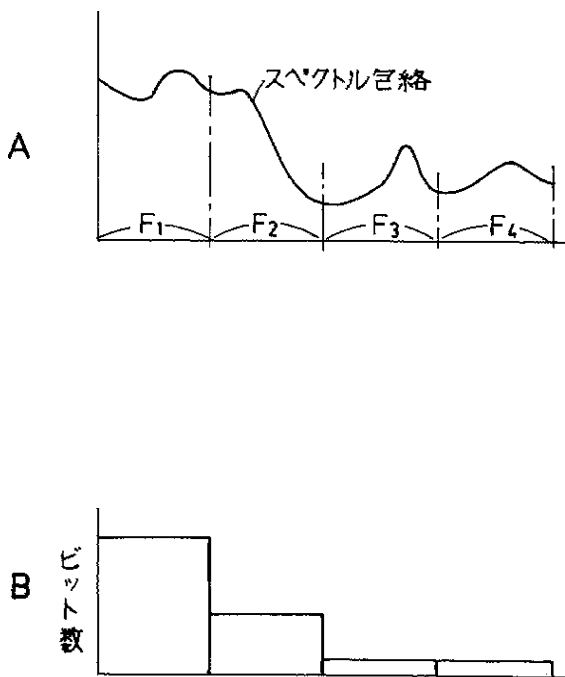
【第 2 図】



【第 5 図】



【第 4 図】



【第3図】

