

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2004-509367  
(P2004-509367A)

(43) 公表日 平成16年3月25日(2004.3.25)

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>	F I	テーマコード (参考)
G 1 0 L 19/04	G 1 0 L 9/14 J	5 D 0 4 5
G 1 0 L 19/08	G 1 0 L 9/14 G	

審査請求 未請求 予備審査請求 有 (全 44 頁)

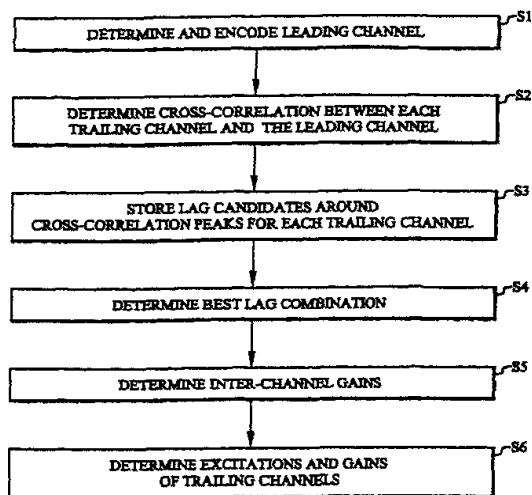
(21) 出願番号	特願2002-527493 (P2002-527493)	(71) 出願人	590003353
(86) (22) 出願日	平成13年9月5日 (2001.9.5)		テレフオンアクチーボラゲット エル エム エリクソン
(85) 翻訳文提出日	平成15年3月14日 (2003.3.14)		スウェーデン国エス-126 25 ストックホルム (番地なし)
(86) 国際出願番号	PCT/SE2001/001886	(74) 代理人	100109726
(87) 国際公開番号	W02002/023529		弁理士 園田 吉隆
(87) 国際公開日	平成14年3月21日 (2002.3.21)	(74) 代理人	100101199
(31) 優先権主張番号	0003287-0		弁理士 小林 義教
(32) 優先日	平成12年9月15日 (2000.9.15)	(72) 発明者	ミンデ, トール, ビョルン
(33) 優先権主張国	スウェーデン (SE)		スウェーデン国 エス-954 32 ガンメルスタッド, ゲドヴィクスヴェーイエン 19

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 複数チャネル信号の符号化及び復号化

(57) 【要約】

複数チャネル線形予測分析合成信号符号化方法が、先頭チャネルを決定し ( S 1 )、組み込まれたビットストリームとして該先頭チャネルを符号化する。従って、後続チャネルは、先頭チャネルに対する相互相関を活用する無視可能なビットストリームとして符号化される。



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

先頭チャンネルと少なくとも 1 つの後続チャンネルを決定するステップと；  
組み込まれたビットストリームとして該先頭チャンネルを符号化するステップと；  
後続チャンネルを無視できるビットストリームとして符号化するステップ  
を含む複数チャンネル線形予測分析合成信号符号化方法。

**【請求項 2】**

該先頭チャンネルとのチャンネル間相関に応じて、後続チャンネル符号化モードを選択するステップを含む、請求項 1 に記載の方法。

**【請求項 3】**

選択可能な符号化モードでは、結果として固定された総ビットレートが得られる、請求項 2 に記載の方法。

**【請求項 4】**

選択可能な符号化モードでは、結果として可変的総ビットレートが得られうる、請求項 2 に記載の方法。

**【請求項 5】**

低チャンネル間相関のために、チャンネル特定 L P C フィルタを使用するステップと；  
高チャンネル間相関のために該先頭チャンネル L P C フィルタを共有するステップを含む、請求項 2 ないし 4 のいずれか 1 項に記載の方法。

**【請求項 6】**

低チャンネル間相関のために、チャンネル特定固定コードブックを使用するステップと；  
高チャンネル間相関のために該先頭チャンネル固定コードブックを共有するステップを含む、請求項 2 ないし 4 のいずれか 1 項に記載の方法。

**【請求項 7】**

該先頭チャンネル固定コードブックから各後続チャンネルまでのチャンネル間遅延を使用するステップを含む、請求項 6 に記載の方法。

**【請求項 8】**

チャンネル間相関に応じて、後続チャンネル固定コードブックと該先頭チャンネル固定コードブックとにビットを適応的に配分するステップを含む、請求項 2 ないし 4 のいずれか 1 項に記載の方法。

**【請求項 9】**

低チャンネル間相関のために、チャンネル特定適応コードブック遅延を使用するステップと；  
高チャンネル間相関のために共有適応コードブック遅延を使用するステップを含む、請求項 2 ないし 4 のいずれか 1 項に記載の方法。

**【請求項 10】**

該先頭チャンネル適応コードブックから各後続チャンネルまでのチャンネル間適応コードブック遅延を使用するステップを含む、請求項 9 に記載の方法。

**【請求項 11】**

先頭チャンネルと少なくとも 1 つの後続チャンネルを決定する手段と；  
組み込まれたビットストリームとして該先頭チャンネルを符号化する手段と；  
後続チャンネルを無視できるビットストリームとして符号化する手段  
を含む複数チャンネル線形予測分析合成信号符号器。

**【請求項 12】**

該先頭チャンネルとのチャンネル間相関に応じて、後続チャンネル符号化モードを選択する手段を含む、請求項 11 に記載の符号器。

**【請求項 13】**

低チャンネル間相関のためのチャンネル特定 L P C フィルタと；  
高チャンネル間相関のための共有先頭チャンネル L P C フィルタを含む、請求項 12 に記載の符号器。

**【請求項 14】**

10

20

30

40

50

低チャンネル間関連のためのチャンネル特定固定コードブックと；

高チャンネル間関連のための共有先頭チャンネル固定コードブックを含む、請求項 1 2 に記載の符号器。

【請求項 1 5】

該先頭チャンネル固定コードブックから各後続チャンネルまでのチャンネル間遅延を含む、請求項 1 4 に記載の符号器。

【請求項 1 6】

チャンネル間関連に応じて、後続チャンネル固定コードブックと該先頭チャンネル固定コードブックとにビットを適応的に配分するための手段を含む、請求項 1 2 に記載の符号器。

【請求項 1 7】

低チャンネル間関連のためのチャンネル特定適応コードブック遅延と；

高チャンネル間関連のための共有適応コードブック遅延を含む、請求項 1 2 に記載の符号器。

【請求項 1 8】

該先頭チャンネル適応コードブックから各後続チャンネルまでのチャンネル間適応コードブック遅延を含む、請求項 1 7 に記載の符号器。

【請求項 1 9】

先頭チャンネルと少なくとも 1 つの後続チャンネルを決定する手段と；

組み込まれたビットストリームとして該先頭チャンネルを符号化する手段と；

後続チャンネルを無視できるビットストリームとして符号化する手段

を含む複数チャンネル線形予測分析合成信号符号器を具備した端末。

【請求項 2 0】

該先頭チャンネルとのチャンネル間関連に応じて、後続チャンネル符号化モードを選択する手段を含む、請求項 1 9 に記載の端末。

【請求項 2 1】

低チャンネル間関連のためのチャンネル特定 L P C フィルタと；

高チャンネル間関連のための共有先頭チャンネル L P C フィルタを含む、請求項 2 0 に記載の端末。

【請求項 2 2】

低チャンネル間関連のためのチャンネル特定固定コードブックと；

高チャンネル間関連のための共有先頭チャンネル固定コードブックを含む、請求項 2 0 に記載の端末。

【請求項 2 3】

該先頭チャンネル固定コードブックから各後続チャンネルまでのチャンネル間遅延を含む、請求項 2 2 に記載の端末。

【請求項 2 4】

チャンネル間関連に応じて、後続チャンネル固定コードブックと該先頭チャンネル固定コードブックとにビットを適応的に配分するための手段を含む、請求項 2 0 に記載の端末。

【請求項 2 5】

低チャンネル間関連のためのチャンネル特定適応コードブック遅延と；

高チャンネル間関連のための共有適応コードブック遅延を含む、請求項 2 0 に記載の端末。

【請求項 2 6】

該先頭チャンネル適応コードブックから各後続チャンネルまでのチャンネル間適応コードブック遅延を含む、請求項 2 5 に記載の端末。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、ステレオ音響信号等の複数チャンネル信号の符号化と復号化に関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術及び発明が解決しようとする課題】

10

20

30

40

50

従来の音声符号化方法は、単一チャネルの音声信号を基本としているのが一般的である。常設の電話機と携帯電話機との間の接続において利用される音声符号化はその一例である。音声符号化は、周波数が制限された空中電波インタフェース上で帯域幅利用を縮減するために無線リンク上で利用される。よく知られた音声符号化の例としては、PCM (Pulse Code Modulation)、ADPCM (Adaptive Differential Pulse Code Modulation)、サブ-バンド符号化 (sub-band coding)、変換符号化 (transform coding)、LPC (Linear Predictive Coding) の音声作動符号化、及びハイブリッド符号化、例えば CELP (Code-Excited Linear Predictive) 符号化のようなものなどがある [参考文献 1 - 2]。

10

**【0003】**

例えばステレオのスピーカと2つのマイクロホン (ステレオ・マイクロホン) を有するコンピュータ・ワークステーションのように、音響/音声通信で一入力信号より多くの入力信号を使う環境においては、ステレオ信号を伝送するために2つの音響/音声チャネルが必要とされる。複数チャネルを使う環境の他の例としては、2チャネル、3チャネル若しくは4チャネルの入力/出力を備えた会議室が挙げられることになる。この種のアプリケーションは、インターネット上や第3世代の携帯電話システムにおいて利用されることが予想されている。

**【0004】**

通信システムにおいては、音声符号器のために利用可能な総ビットレートは、異なるリンクの能力に応じて定められる。無線リンクの高インタフェースまたは固定リンクのネットワークオーバーロードなどある特定の状況においては、利用可能なビットレートが減少する場合がある。ステレオ通信状態では、これは、パケットロス/誤ったフレームまたはマルチモード符号器については両チャネルのビットレートの低下を意味し、いずれの場合においても、両チャネルの質の低下を意味する。

20

**【0005】**

さらなる問題は、ステレオ可能端末の配置である。全ての音響通信端末は、アダプティブマルチレート (AMR) 音声符号化/復号化等の単一チャネルを使用し、ステレオ端末のフォールバックモードは、単一チャネルである。関係者が複数のステレオ会議 (例えばマルチキャストセッション) において1つの単一端末だと、相互運用性が必要となるため、ステレオ符号化の利用と高品質は制限されるであろう。

30

**【0006】**

複数チャネルの線形予測合成分析 (LPAS) 信号符号化/復号化のための一般的な原則が参考文献3に記載されている。しかし、記載された符号器には上記の問題に対応できるほどの柔軟性がない。

**【課題を解決するための手段】****【0007】**

本発明の目的は、チャネル間信号相関を活用し、組み込まれたビットストリームを維持する、効率的な複数チャネル LPAS 音声符号化構造を見出すことである。

**【0008】**

さらなる目的は、任意の平均ビットレートで同一またはより良い音質を維持しつつ、Mチャネル音声信号につき、平均して、単一チャネル音声符号器のビットストリームをM倍少ないビットストリームを作成することである。

40

**【0009】**

他の課題は、合理的実施と、該構造の中で符号器を実現するための計算の複雑性である。

**【0010】**

上記の目的は、付属の請求項により解決される。

**【0011】**

簡潔に言えば、本発明は、複数チャネル符号化ビットストリームに単一チャネルを組み込み、様々なリンク品質等が原因する様々な総ビットレートに関連する品質上の課題を克服

50

することに関する。これらの構成により、総ビットレートを減少させる必要性があれば、組み込まれた単一チャンネルビットストリームが維持され、他方のチャンネルが無視される。すると、通信は、より低い総ビットレートを有する単一符号化操作へ「バックオフ」することになるが、依然として高い単一クオリティを維持し続ける。いかなる通信地点においても「ステレオ」ビットを落とすことは可能であるし、無線通信シナリオでのより高い信頼性のためにより多くのチャンネル符号化ビットを付加することができる。「ステレオ」ビットは、受信側の能力に応じて落とすこともできる。複数関係者による会議における一関係者の受信側に単一復号器がある場合、もう一方の側のビットストリームを落とすことによって、組み込まれた単一ビットストリームを使用できる。

【0012】

10

以下の添付図面と共に述べられる説明を参照すれば、本発明を最もよく理解することができる。また、これと同時に、本発明のさらなる目的と有効性についても、以下の添付図面と共に述べられる説明を参照することによって最もよく理解することができる。

【0013】

以下の説明において、同等または類似の要素には同一の参照番号を付した。

【0014】

【発明の実施の形態】

従来単一チャンネルの線形予測合成分析(LPAA)音声符号器と一般的な複数チャンネル線形予測合成分析音声符号器(参考文献3)の説明を通じて本発明を説明していく。

【0015】

20

図1は、従来単一チャンネルLPAA音声符号器のブロック図である。この符号器は、2つの部分、すなわち、合成部と分析部とを具備している(これに対応する復号器は、合成部のみを有する)。

【0016】

合成部は、LPC合成フィルタ12を具備しており、そのLPC合成フィルタ12は、励振信号 $i(n)$ を受けて合成音声信号 $s^{\wedge}(n)$ を出力する(ここで、「 $s^{\wedge}(n)$ 」は、上に $\wedge$ を付した $s$ と $(n)$ とを併記した図中の符号を指す)。励振信号 $i(n)$ は、2つの信号 $u(n)$ と $v(n)$ を加算器22で加算することによって形成される。信号 $u(n)$ は、固定コードブック(fixed codebook)16からの信号 $f(n)$ をゲイン要素20におけるゲイン $g_F$ でスケールリングすることによって形成される。信号 $v(n)$ は、適応コードブック(adaptive codebook)14からの励振信号 $i(n)$ の(遅延“lag”で)遅延されたものをゲイン要素18におけるゲイン $g_A$ でスケールリングすることによって形成される。適応コードブックは、遅延要素24を含むフィードバック・ループによって形成され、その遅延要素24が励振信号 $i(n)$ を一サブフレームの長さ $N$ だけ遅延させるものとなっている。これにより、適応コードブックは、コードブック内にシフトされた過去の励振信号 $i(n)$ を有することになる(最も古い励振はコードブック外へシフトされて破棄される)。LPC合成フィルタのパラメータは、一般に20ms~40msのフレーム毎にアップデートされるのに対し、適応コードブックは、5ms~10msのサブフレーム毎にアップデートされる。

30

【0017】

40

LPAA符号器の分析部は、入来する音声信号 $s(n)$ のLPC分析を実行し、かつ、励振分析も実行する。

【0018】

LPC分析はLPC分析フィルタ10によって実行される。このフィルタは、音声信号 $s(n)$ を受け、その信号のパラメトリック・モデル(parametric model)をフレームベースで構築する。モデルのパラメータは、実際の音声フレームのベクトルとモデルによって生成される対応信号のベクトルとの差で形成される残差ベクトルのエネルギーを最小とすように選択される。モデルの各パラメータは、分析フィルタ10のフィルタ係数によって表される。それらのフィルタ係数は、フィルタの伝達関数 $A(z)$ を定める。合成フィルタ12の伝達関数は少なくとも近似的には $1/A(z)$ に等しいため

50

、それらのフィルタ係数はさらに、破線の制御線で示したように、合成フィルタ 1 2 を制御するものとなっている。

【0019】

励振分析は、音声信号ベクトル  $\{s(n)\}$  と最も適した合成信号ベクトル  $\{s^{\wedge}(n)\}$  を生じさせる、固定コードブックベクトル(コードブックのインデックス)、ゲイン  $g_F$ 、適応コードブックベクトル(遅延)及びゲイン  $g_A$  の、最良の組合せを決定するために実行される(ここで、 $\{\}$  は、ベクトルないしフレームを形成するサンプルを収集したものを表す)。これは、それらのパラメータのすべての可能な組合せをテストする全数探索においてなされる(いくつかのパラメータを他のパラメータとは独立して定め、かつ、残ったパラメータの探索中それらを固定しておく準最適(sub-optimal)探索方式を採用することも可能である)。合成ベクトル  $\{s^{\wedge}(n)\}$  が対応する音声ベクトル  $\{s(n)\}$  にどのくらい近いかをテストするため、(加算器 26 で形成された)差ベクトル  $\{e(n)\}$  のエネルギーをエネルギー計算器 30 で計算することとしてもよい。しかし、重み付けされた誤差信号のベクトル  $\{ew(n)\}$  においては、大きい誤差を大きい振幅の周波数帯域(large amplitude frequency bands)によってマスクするような形態で誤差が再配分(re-distribute)されており、この重み付けされた誤差信号のベクトル  $\{ew(n)\}$  のエネルギーを考慮する方がより効率的である。これは、重み付けフィルタ 28 で行われる。

10

【0020】

次に、図 1 の単一チャンネル L P A S 符号器を参考文献 3 の記載に基づいて複数チャンネル L P A S 符号器とする変形について、図 2 ~ 図 3 を参照して説明する。音声信号として 2 つのチャンネルの(ステレオの)音声信号を想定して説明を行うが、2 つより多くのチャンネルについて同様の原理を利用することとしてもよい。

20

【0021】

図 2 は、参考文献 3 に記載の複数チャンネル L P A S 音声符号器の分析部の一実施形態を示したブロック図である。図 2 においては、入力信号が信号成分  $s_1(n)$ 、 $s_2(n)$  で示されているように複数チャンネルの信号となっている。図 1 における L P C 分析フィルタ 10 は、マトリクス値伝達関数行列  $A(z)$  を有する L P C 分析フィルタ・ブロック 10 M で置き換えられている。同様に、加算器 26、重み付けフィルタ 28、エネルギー計算器 30 は、それぞれ対応する複数チャンネル用のブロック 26 M、28 M、30 M によって置き換えられている。

30

【0022】

図 3 は、参考文献 3 に記載の複数チャンネル L P A S 音声符号器の合成部の一実施形態を示したブロック図である。複数チャンネルの復号器もまた、このような合成部によって構成することとしてもよい。ここでは、図 1 における L P C 合成フィルタ 12 が、マトリクス値伝達関数行列  $A^{-1}(z)$  を有する L P C 合成フィルタ・ブロック 12 M で置き換えられている。この伝達関数行列  $A^{-1}(z)$  は、(その表記文字記号が示すように)少なくとも近似的には行列  $A(z)$  の逆行列に等しいものとなっている。同様に、加算器 22、固定コードブック 16、ゲイン要素 20、遅延要素 24、適応コードブック 14、ゲイン要素 18 は、それぞれ対応する複数チャンネル用のブロック 22 M、16 M、24 M、14 M、18 M によって置き換えられている。

40

【0023】

本発明に従って組み込まれた複数チャンネル L P A S 符号器のついで以下の記載により、様々なブロックにおいて符号化の柔軟性がどのように改善されたかが明らかにされている。しかし、全てのブロックを記載された方法で構成しなくてはならないわけではない。符号化の柔軟性と複雑性とのバランスは個別の符号器の態様に依りて定められなくてはならない。

【0024】

図 4 は、本発明の複数チャンネル L P A S 音声符号器の合成部の実施態様の一例を示したブロック図である。

50

## 【0025】

符号器の本質的特徴は、マルチパート固定コードブックの構造である。それには各チャンネルについての個別の固定コードブックFC1、FC2が含まれている。典型的には、固定コードブックは、代数的なコードブックを具備し、該コードブックにおいて、ある規則に従ってそれぞれのベクトルに配分されたユニットパルスにより励振ベクトルが形成される（これは当業者にとって周知であるから、本書ではさらに詳述しない）。各固定コードブックFC1、FC2は、個別のゲイン $g_{F1}$ 、 $g_{F2}$ に関連している。本発明の本質的な特徴は、固定コードブックの一つ、典型的には最も強いまたは先頭の（単一の）チャンネルに関連しているコードブックが、一遅延要素D（整数または分数であってもよい）にわたるより弱いまたは後続のチャンネルと、チャンネル間のゲイン $g_{F12}$ とによって共有される点である。

10

## 【0026】

各チャンネルが同一信号をスケールリングし変換したチャンネルからなる理想的な場合（エコーがない空間）、先頭チャンネルの共有コードブックが必要とされるのみであり、遅延値Dは、音伝搬時間に直接対応している。チャンネル間の相互相関が非常に低い、上記と反対の場合では、後続チャンネルのための個別の固定コードブックが必要とされる。

## 【0027】

固定コードブックにクロスチャンネルブランチが1つだけの場合、先頭チャンネルと後続チャンネルはフレームごとに定められなければならない。先頭チャンネルは変わりうるので、遅延Dとゲイン $g_{F12}$ を適切なチャンネルに関連させるための同調的に制御されたスイッチSW1とSW2がある。図4の構成では、チャンネル1が先頭チャンネルであり、チャンネル2が後続チャンネルである。両スイッチSW1とSW2をそれらの正反対の状態に切り替えることによって、役割が逆転される。先頭チャンネルの重たい切り替えを回避するために、多数の連続フレームのために同一の先頭チャンネルが選択されている場合のみ変更を可能とすることが必要となる。

20

## 【0028】

あるいは、後続チャンネル固定コードブックのためのパルスの使用を先頭チャンネル固定コードブックのパルスより少なくしてもよい。この実施態様では、固定コードブックの長さは、チャンネルが後続チャンネルに降格すると小さくなり、先頭チャンネルに戻ると当初の大きさに戻される。

30

## 【0029】

図4は、2チャンネル固定コードブック構造を図示しているが、各コードブックの数と遅延及びチャンネル間のゲインの数を増加させることによって、この概念はより多くのチャンネルに対して容易に一般化できることが理解されなければならない。

## 【0030】

先頭チャンネルと後続チャンネルの固定コードブックは、典型的には連続して順番に調べられる。好適な順序としては、第一に先頭チャンネル固定コードブック励振ベクトル、遅延及びゲインを決定し、その後、後続チャンネルの個別の固定コードブックベクトルとゲインを決定する。

## 【0031】

図5は、本発明のマルチパート固定コードブックの実施態様のフローチャートである。ステップS1は（最大のフレームエネルギーを有するチャンネル）先頭チャンネル、典型的には最も強いチャンネルを判断し符号化する。ステップS2は、所定の間隔（例えば完全なフレームの一部分）の各後続チャンネルと先頭チャンネルの間の相互相関を判断する。ステップS3は、各後続チャンネルについての遅延候補を記憶する。これらの遅延候補は、多数の最高の相互相関のピークの位置と、各後続チャンネルについての各ピークのまわりの最も近傍の位置によって定義される。例えば3つの最高ピークを選択し、各ピークの両側の最も近い位置を付加することによって、後続チャンネルについて総計9つの遅延候補を与えることになる。高分解（分数）遅延を使用した場合は、各ピークのまわりの候補数を、例えば5ないし7に増加できる。より高い分解は入力信号のアップサンプリングによって得ること

40

50

ができる。ステップ S 4 は、最高の遅延組み合わせを選択する。ステップ S 5 は、最適のチャンネル間ゲインを判断する。最後にステップ S 6 は、後続チャンネルの励振とゲインを判断する。

【 0 0 3 2 】

固定コードブックゲインについては、各後続チャンネルは、先頭チャンネル固定コードブックに対して 1 チャンネル間ゲインを必要とし、個別コードブックについては 1 ゲインを必要とする。これらのゲインは、典型的にはチャンネル間で著しい相関関係を有している。これらはまた適応コードブックのゲインと相関付けられる。従ってこれらのゲインのチャンネル間予測が可能である。

【 0 0 3 3 】

図 4 に戻り、マルチパート適応コードブックは、各チャンネルにつき 1 つの適応コードブック A C 1、A C 2 を含む。マルチパート適応コードブックは複数チャンネル符号器において多数の方法で構成されうる。例えば：

1 . 全てのチャンネルはシングルピッチの遅延を共有する。各チャンネルは、予測を改善するために個別にピッチゲイン  $g_{A 1 1}$ 、 $g_{A 2 2}$  を有してもよい。共有ピッチの遅延は、閉じられたループの態様で先頭 ( 単一 ) チャンネルで探索され、その後後続チャンネルで使用される。

2 . チャンネルは、個別のピッチの遅延  $P_{1 1}$ 、 $P_{2 2}$  を有する。後続チャンネルのピッチ遅延値は、先頭チャンネルのピッチ遅延と異なるように、または独立して、符号化されうる。後続チャンネルのピッチ遅延の探索は、先頭 ( 単一 ) チャンネルのピッチ遅延値の周りでなされる。

3 . 励振履歴をチャンネル横断の態様で使用することができる。遅延距離  $P_{1 2}$  で先頭チャンネル 1 からの励振履歴を有する予測チャンネル 2 等の 1 個のチャンネル横断励振プランチを使用することができる。同調的に制御されたスイッチ S W 3 と S W 4 は、どのチャンネルが先頭なのかに応じて、チャンネル横断励振を適切な加算器 A A 1、A A 2 に、チャンネル横断ゲイン  $g_{A 1 2}$  を通じて接続する。

【 0 0 3 4 】

固定コードブックに関する場合のように、記載された適応コードブックの構造は非常に柔軟で、マルチモード操作に適している。共有ピッチ遅延または個別のピッチ遅延を使用するか否かの選択は残差信号エネルギーに基づいてもよい。第一のステップでは、最適な共有ピッチ遅延の残差エネルギーが決定される。第二のステップでは、最適な個別のピッチ遅延の残差エネルギーが決定される。共有ピッチ遅延の場合の残差エネルギーが個別のピッチ遅延の場合の残差エネルギーよりも所定量超過している場合、個別のピッチ遅延が使用される。そうでない場合は、共有ピッチ遅延が使用される。希望であれば、決定を円滑にするためにエネルギー差の平均移動を用いてもよい。

【 0 0 3 5 】

この方策は、共有ピッチ遅延か個別のピッチ遅延かを決定するための「閉ループ」方法と考えることができる。あるいは、チャンネル間相関等に基づく「開ループ」方法も可能である。この場合、チャンネル間相関が所定の閾値を越える場合、共有ピッチ遅延が使用される。そうでない場合は、個別のピッチ遅延が使用される。

【 0 0 3 6 】

チャンネル間のピッチ遅延を使用するか否かを決定するために同様の方法を使用することができる。

【 0 0 3 7 】

さらに、異なるチャンネル間の適応コードブックゲインの間で重要な相関が期待されている。これらのゲインは、チャンネルの内部ゲイン履歴から、他のチャンネルに属する同一フレームのゲインから、及び固定コードブックゲインからも予測されうる。

【 0 0 3 8 】

図 4 の L P C 合成フィルタ・ブロック 1 2 M では、各チャンネルは個別の L P C ( 線形予測符号化 ) フィルタを使用する。これらのフィルタは、単一チャンネルの場合と同様の方法で

10

20

30

40

50

個別に駆動することができる。しかし、チャンネルの一部または全部が同一LPCフィルタを共有することもできる。これによって、LPCスペクトル間のスペクトル距離等の信号特性に応じて、複数フィルタモードと単一フィルタモードとを切り替えることができる。チャンネル間予測をLSP(線スペクトル対)パラメータのために使用すると、該予測は低相関モードのために停止されるかまたは低減される。

#### 【0039】

図6は、本発明の複数チャンネルLPAS音声符号器の分析部の実施態様の一例を示すブロック図である。図1と図2を参照しながらすでに説明したブロックに加えて、図6に記載の分析部は、複数モード分析ブロック40を含む。ブロック40は、先頭チャンネルの固定コードブック、遅延D及びゲイン $g_{F12}$ のみを使用した後続チャンネルの符号化を正当化するのに後続チャンネルと先頭チャンネルの間に十分な相関があるか否かを判断するために、チャンネル間の相関を判断する。もしそうでない場合は、後続チャンネルのために個別の固定コードブックとゲインを使用することが必要となるであろう。該相関は、時間ドメインにおける通常の相関、つまり、第二のチャンネル信号を第一の信号に最も良く適合するまでシフトすることによって判断することができる。2つ以上のチャンネルが存在する場合には、最小相関値が所定の閾値を超過したときに先頭チャンネル固定コードブックが共有固定コードブックとして使用されることになる。あるいは、先頭チャンネルに対する相関が所定の閾値を超過するチャンネルのために共有固定コードブックを使用し、残りのチャンネルのために個別の固定コードブックを使用してもよい。正確な閾値はリスニングテストによって判断される。

10

20

#### 【0040】

本発明の上記に記載の実施態様の様々な要素の機能は、典型的には一または複数のマイクロプロセッサまたはマイクロ/信号プロセッサの組合せ、及びこれに対応するソフトウェアによって実行される。

#### 【0041】

図面において、幾つかのブロック及びパラメータは任意のものであり、複数チャンネル信号の特性及び音声品質の全体的な要求基準に応じて使用することができる。符号器のビットは、それらが最も必要とされている所に割り当てることができる。符号器は、フレームごとを選択してLPC部分、適応及び固定コードブックの間に様々なビットを分配する。これは、チャンネル内マルチモード操作の一例である。

30

#### 【0042】

マルチモード操作のさらなる例は、符号器のビットをチャンネル間に分配するということ(非対称符号化)である。これは、チャンネル間マルチモード操作と称される。ここでの一例は、一/複数のチャンネルまたは一チャンネルにおける複数のビットで符号化された符号器ゲインのためのより大きな固定コードブックであろう。ソース信号特性を効率的に活用するために該2つのマルチモード操作例を組み合わせることができる。

#### 【0043】

該マルチモード操作は、閉ループ態様でまたは開ループ方法で制御することができる。閉ループ方法は、各モードについての残差符号化エラーに応じてモードを判断する。これは計算上、金のかかる方法である。開ループ方法では、符号化モードは、入力信号特性に基づき決定によって判断される。チャンネル内の場合は、参考文献4に記載されたように、音声、スペクトル特性及び信号エネルギー等に基づいて、可変レートモードが判断される。チャンネル間モードの決定のためには、チャンネル間相互相関関数またはスペクトル距離関数が使用されモードが決定される。ノイズまたは無声符号化のためには、周波数ドメインにおける複数チャンネル相関特性を使用することがより適切である。開ループと閉ループ技術の組み合わせも可能である。開ループ分析は、複数の候補モードを決定し、これらは符号化され、そして閉ループ決定時に最終残差エラーが使用される。

40

#### 【0044】

(先頭チャンネルと後続チャンネルの間の)複数チャンネル予測は、複数チャンネルLPASゲイン及びLPCパラメータのために必要なビット数を減らすための高チャンネル間相関モード

50

のために使用することができる。

【0045】

一般化されたLPAS（参考文献5参照）としてすでに知られている技術を本発明の複数チャンネルLPAS符号器に使用することもできる。簡単にいうと、この技術は実際の符号化前のフレームごとの入力信号の前処理に関係している。複数の可能性ある修正信号を検査し、最小の歪みで符号化されうる信号が符号化されるべき信号として選択される。

【0046】

上記の説明は主として符号器を対象としている。これに対応する復号器は、このような符号器の合成部を含むのみでありうる。典型的には、符号器/復号器の組み合わせは、帯域幅制限通信チャンネル上で符号化信号を送信/受信する端末において使用される。端末は、携帯電話または基地局の無線端末であってもよい。そのような端末は、アンテナ、増幅器、イコライザ、チャンネル符号器/復号器等の他の様々な要素も含みうる。しかし、これらの要素は、本発明を説明するために重要ではないので、その説明は省略されている。

10

【0047】

本発明の範囲から逸脱することなく、本発明に対して様々な変形や変更がなされ得るのは、当業者に理解されるところであり、本発明の範囲は特許請求の範囲の記載によって定められる。

【0048】

参考文献

- [1] A. Gersho, "Advances in Speech and Audio Compression", Proc. of the IEEE, Vol. 82, No. 6, pp 900-918, June 1994, 20
- [2] A. S. Spanias, "Speech Coding: A Tutorial Review", Proc. of the IEEE, Vol 82, No. 10, pp 1541-1582, Oct 1994.
- [3] WO00/19413 (Telefonaktiebolaget L M Ericsson).
- [4] Allen Gersho et. al, "Variable rate speech coding for cellular networks", page 77-84, Speech and audio coding for wireless and network applications, Kluwer Academic Press, 1993. 30
- [5] Bastiaan Kleijn et. al, "Generalized analysis-by-synthesis coding and its application to pitch prediction", page 337-340, In Proc. IEEE Int. Conf. Acoust., Speech and Signal Processing, 1992.

【図面の簡単な説明】

【図1】従来の単一チャンネルLPAS音声符号器のブロック図である。

【図2】従来の複数チャンネルLPAS音声符号器の分析部の一実施態様を示したブロック図である。 40

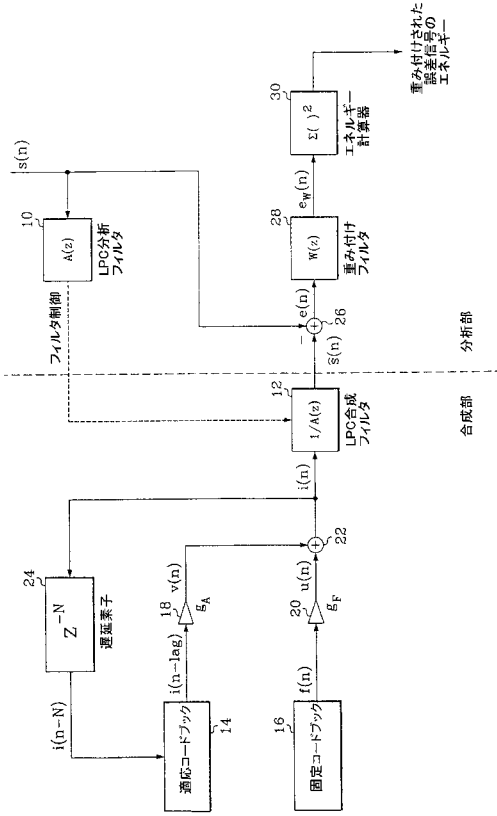
【図3】従来の複数チャンネルLPAS音声符号器の合成部の一実施態様を示したブロック図である。

【図4】本発明の複数チャンネルLPAS音声符号器の分析部の実施態様の一例を示したブロック図である。

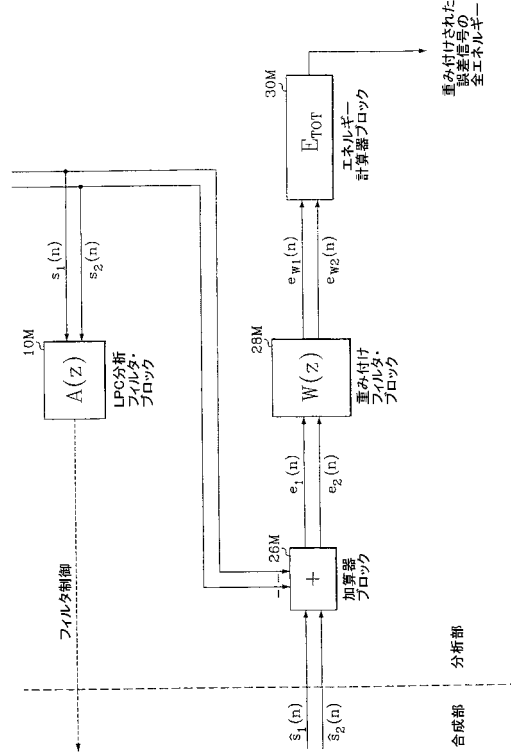
【図5】マルチパート固定コードブックの探索方法の実施態様の一例のフローチャートである。

【図6】本発明の複数チャンネルLPAS音声符号器の分析部の実施態様の一例を示したブロック図である。

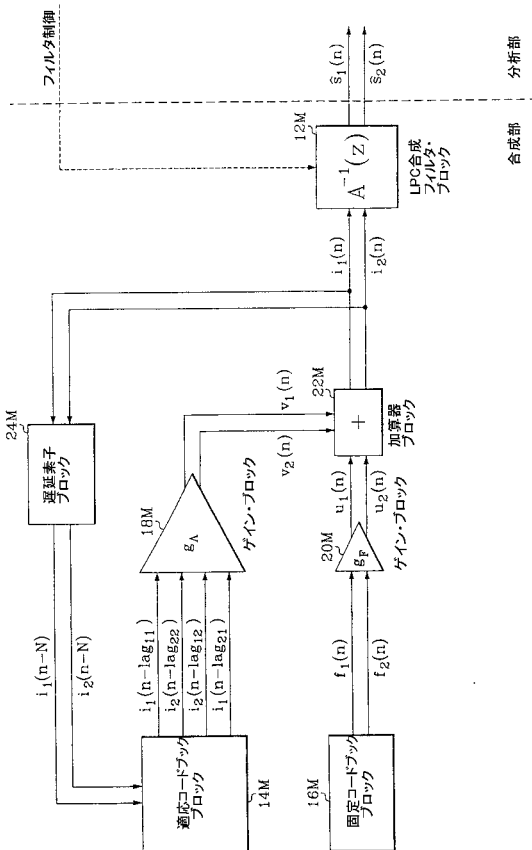
【 図 1 】



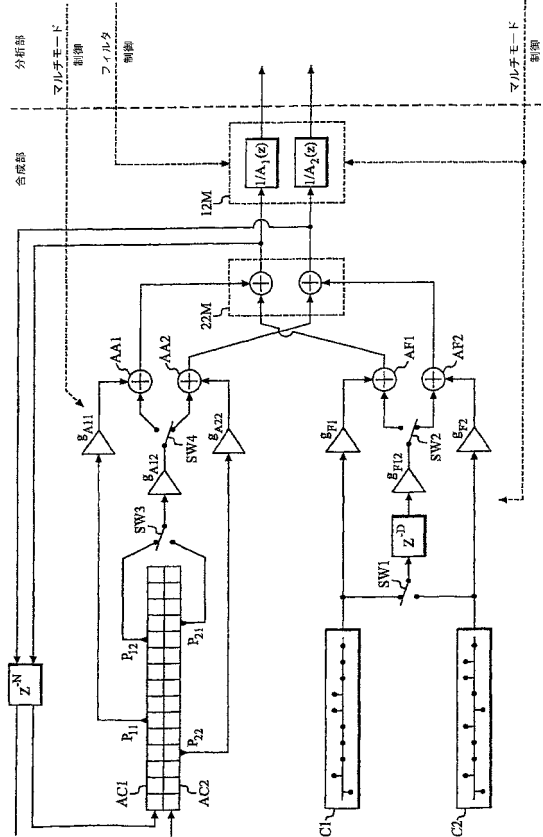
【 図 2 】



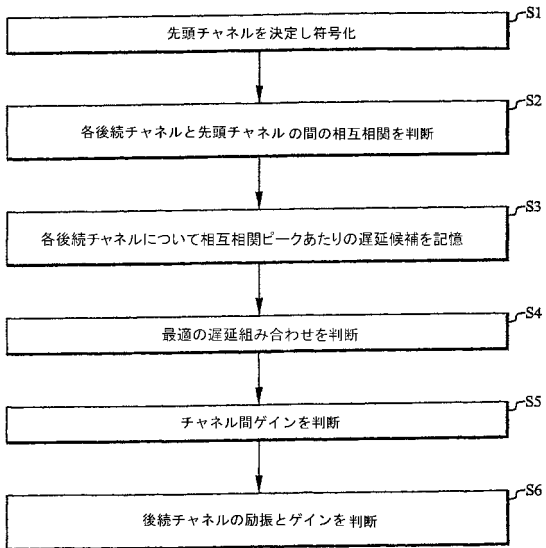
【 図 3 】



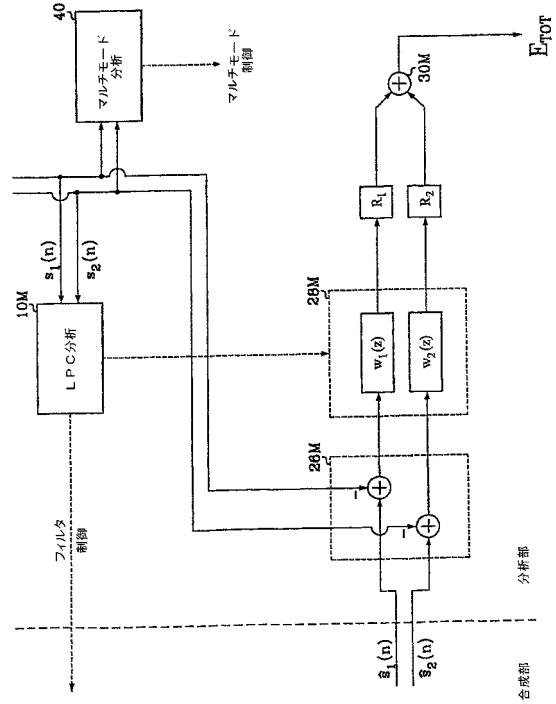
【 図 4 】



【 図 5 】



【 図 6 】



【国際公開パンフレット】

(12) INTERNATIONAL APPLICATION PUBLISHED UNDER THE PATENT COOPERATION TREATY (PCT)

(19) World Intellectual Property Organization  
International Bureau



(43) International Publication Date  
21 March 2002 (21.03.2002)

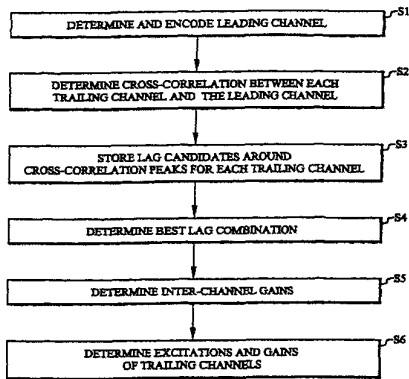
PCT

(10) International Publication Number  
WO 02/23529 A1

- (51) International Patent Classification: G10L 19/00 LUNDBERG, Tomas [SE/SE]; Fänriksgatan 10, S-976 31 Luleå (SE).
- (21) International Application Number: PCT/SE01/01886
- (22) International Filing Date: 5 September 2001 (05.09.2001)
- (25) Filing Language: English
- (26) Publication Language: English
- (30) Priority Data: 0003287-0 15 September 2000 (15.09.2000) SE
- (71) Applicant (for all designated States except US): TELEFONAKTIEBOLAGET LM ERICSSON [SE/SE]; S-126 25 Stockholm (SE).
- (72) Inventors: and
- (75) Inventors/Applicants (for US only): MINDE, Tor, Björn [SE/SE]; Gäddviksvägen 19, S-954 32 Gammelstad (SE).
- (74) Agents: HEDBERG, Åke et al.; Aros Patent AB, P.O. Box 1544, S-751 45 Uppsala (SE).
- (81) Designated States (national): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, PH, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZW.
- (84) Designated States (regional): ARIPO patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZW), Eurasian patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), European patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR), OAPI patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[Continued on next page]

(54) Title: MULTI-CHANNEL SIGNAL ENCODING AND DECODING



WO 02/23529 A1

(57) Abstract: A multi-channel linear predictive analysis-by-synthesis signal encoding method determines (S1) a leading channel and encodes the leading channel as an embedded bitstream. Thereafter trailing channels are encoded as a discardable bitstream exploiting cross-correlation to the leading channel.

WO 02/23529 A1

**Declarations under Rule 4.17:**

— as to applicant's entitlement to apply for and be granted a patent (Rule 4.17(ii)) for the following designations AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, PH, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, TZ, UA, UG, UZ, VN, YU, ZA, ZW. ARIPPO patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZW), Eurasian patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), European patent (AT, BE, CH, CY, DE,

DK, ES, FI, FR, GB, GR, JE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR), OAPI patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG)

— of inventorship (Rule 4.17(vi)) for US only  
 — of inventorship (Rule 4.17(vi)) for US only

**Published:**

— with international search report

For two-letter codes and other abbreviations, refer to the "Guidance Notes on Codes and Abbreviations" appearing at the beginning of each regular issue of the PCT Gazette.

WO 02/23529

PCT/SE01/01886

## MULTI-CHANNEL SIGNAL ENCODING AND DECODING

## TECHNICAL FIELD

5 The present invention relates to encoding and decoding of multi-channel signals, such as stereo audio signals.

## BACKGROUND OF THE INVENTION

10 Conventional speech coding methods are generally based on single-channel speech signals. An example is the speech coding used in a connection between a regular telephone and a cellular telephone. Speech coding is used on the radio link to reduce bandwidth usage on the frequency limited air-interface. Well known examples of speech coding are PCM (Pulse Code Modulation), ADPCM (Adaptive Differential Pulse Code Modulation), sub-band coding, transform coding, LPC (Linear Predictive Coding) vocoding, and hybrid coding, such as CELP (Code-Excited Linear Predictive) coding [1-2].

20 In an environment where the audio/voice communication uses more than one input signal, for example a computer workstation with stereo loudspeakers and two microphones (stereo microphones), two audio/voice channels are required to transmit the stereo signals. Another example of a multi-channel environment would be a conference room with two, three or four channel input/output. This type of applications is expected to be used on the Internet and in third generation cellular systems.

30 In a communication system, the available gross bitrate for a speech coder depends on the ability of the different links. In certain situations, for example high interference on a radio link or network overload on a fixed link, the available bitrate may go down. In a stereo communication situation this means either packet loss/erroneous frames or for a multi-mode coder a lower bitrate for both channels, which in both cases means lower quality for both channels.

Another problem is the deployment of stereo capable terminals. All audio communication terminals implement a mono-channel, for example adaptive multi-rate (AMR) speech coding/decoding, and the fall-back mode for a stereo terminal will be a mono-channel. In a multi-party stereo conference (for example a multicast session) one mono terminal will restrict the use of stereo coding and higher quality due to need of interoperability.

General principles for multi-channel linear predictive analysis-by-synthesis (LPAS) signal encoding/decoding are described in [3]. However, the described coder is not flexible enough to cope with the described problems.

#### SUMMARY OF THE INVENTION

An object of the present invention is to find an efficient multi-channel LPAS speech coding structure that exploits inter-channel signal correlation and keeps an embedded bitstream.

Another object is a coder which, for an  $M$  channel speech signal, can produce a bit-stream that is on average significantly below  $M$  times that of a single-channel speech coder, while preserving the same or better sound quality at a given average bit-rate.

Other objects include reasonable implementation and computation complexity for realizations of coders within this framework.

These objects are solved in accordance with the appended claims.

Briefly, the present invention involves embedding a mono channel in the multi-channel coding bitstream to overcome the quality problems associated with varying gross bitrates due to, for example, varying link quality. With this arrangement, if there is a need to lower the gross bitrate, the embedded mono channel bitstream may be kept and the other channels can be disre-

WO 02/23529

3

PCT/SE01/01886

garded. The communication will now "back-off" to mono coding operation with lower gross bitrate but will still keep a high mono-quality. The "stereo" bits can be dropped at any communication point and more channel coding bits can be added for higher robustness in a radio communication scenario.

5 The "stereo" bits can also be dropped depending on the receiver side capabilities. If the receiver for one party in a multi-party conference includes a mono decoder, the embedded mono bitstream can be used by dropping the other part of the bitstream.

#### 10 BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS

The invention, together with further objects and advantages thereof, may best be understood by making reference to the following description taken together with the accompanying drawings, in which:

15 FIG. 1 is a block diagram of a conventional single-channel LPAS speech encoder;

FIG. 2 is a block diagram of an embodiment of the analysis part of a prior art multi-channel LPAS speech encoder;

20 FIG. 3 is a block diagram of an embodiment of the synthesis part of a prior art multi-channel LPAS speech encoder;

FIG. 4 is a block diagram of an exemplary embodiment of the synthesis part of a multi-channel LPAS speech encoder in accordance with the present invention;

25 FIG. 5 is a flow chart of an exemplary embodiment of a multi-part fixed codebook search method; and

FIG. 6 is a block diagram of an exemplary embodiment of the analysis part of a multi-channel LPAS speech encoder in accordance with the present invention.

#### 30 DETAILED DESCRIPTION OF THE PREFERRED EMBODIMENTS

In the following description the same reference designations will be used for equivalent or similar elements.

WO 02/23529

4

PCT/SE01/01886

The present invention will now be described by introducing a conventional single-channel linear predictive analysis-by-synthesis (LPAS) speech encoder, and a general multi-channel linear predictive analysis-by-synthesis speech encoder described in [3].

Fig. 1 is a block diagram of a conventional single-channel LPAS speech encoder. The encoder comprises two parts, namely a synthesis part and an analysis part (a corresponding decoder will contain only a synthesis part).

The synthesis part comprises a LPC synthesis filter 12, which receives an excitation signal  $i(n)$  and outputs a synthetic speech signal  $\hat{s}(n)$ . Excitation signal  $i(n)$  is formed by adding two signals  $u(n)$  and  $v(n)$  in an adder 22. Signal  $u(n)$  is formed by scaling a signal  $f(n)$  from a fixed codebook 16 by a gain  $g_f$  in a gain element 20. Signal  $v(n)$  is formed by scaling a delayed (by delay "lag") version of excitation signal  $i(n)$  from an adaptive codebook 14 by a gain  $g_A$  in a gain element 18. The adaptive codebook is formed by a feedback loop including a delay element 24, which delays excitation signal  $i(n)$  one sub-frame length  $N$ . Thus, the adaptive codebook will contain past excitations  $i(n)$  that are shifted into the codebook (the oldest excitations are shifted out of the codebook and discarded). The LPC synthesis filter parameters are typically updated every 20-40 ms frame, while the adaptive codebook is updated every 5-10 ms sub-frame.

The analysis part of the LPAS encoder performs an LPC analysis of the incoming speech signal  $s(n)$  and also performs an excitation analysis.

The LPC analysis is performed by an LPC analysis filter 10. This filter receives the speech signal  $s(n)$  and builds a parametric model of this signal on a frame-by-frame basis. The model parameters are selected so as to minimize the energy of a residual vector formed by the difference between an actual speech frame vector and the corresponding signal vector produced by the model. The model parameters are represented by the filter coefficients of analysis filter 10.

WO 02/23529

PCT/SE01/01886

5

These filter coefficients define the transfer function  $A(z)$  of the filter. Since the synthesis filter 12 has a transfer function that is at least approximately equal to  $1/A(z)$ , these filter coefficients will also control synthesis filter 12, as indicated by the dashed control line.

5

The excitation analysis is performed to determine the best combination of fixed codebook vector (codebook index), gain  $g_p$ , adaptive codebook vector (lag) and gain  $g_a$  that results in the synthetic signal vector  $\{\hat{s}(n)\}$  that best matches speech signal vector  $\{s(n)\}$  (here  $\{ \}$  denotes a collection of samples forming a vector or frame). This is done in an exhaustive search that tests all possible combinations of these parameters (sub-optimal search schemes, in which some parameters are determined independently of the other parameters and then kept fixed during the search for the remaining parameters, are also possible). In order to test how close a synthetic vector  $\{\hat{s}(n)\}$  is to the corresponding speech vector  $\{s(n)\}$ , the energy of the difference vector  $\{e(n)\}$  (formed in an adder 26) may be calculated in an energy calculator 30. However, it is more efficient to consider the energy of a weighted error signal vector  $\{e_w(n)\}$ , in which the errors has been re-distributed in such a way that large errors are masked by large amplitude frequency bands. This is done in weighting filter 28.

10

15

20

The modification of the single-channel LPAS encoder of fig. 1 to a multi-channel LPAS encoder in accordance with [3] will now be described with reference to fig. 2-3. A two-channel (stereo) speech signal will be assumed, but the same principles may also be used for more than two channels.

25

Fig. 2 is a block diagram of an embodiment of the analysis part of the multi-channel LPAS speech encoder described in [3]. In fig. 2 the input signal is now a multi-channel signal, as indicated by signal components  $s_1(n)$ ,  $s_2(n)$ . The LPC analysis filter 10 in fig. 1 has been replaced by a LPC analysis filter block 10M having a matrix-valued transfer function  $\mathbf{A}(z)$ . Similarly, adder 26, weighting filter 28 and energy calculator 30 are replaced by corresponding multi-channel blocks 26M, 28M and 30M, respectively.

30

WO 02/23529

6

PCT/SE01/01886

Fig. 3 is a block diagram of an embodiment of the synthesis part of the multi-channel LPAS speech encoder described in [3]. A multi-channel decoder may also be formed by such a synthesis part. Here LPC synthesis filter 12 in fig. 1 has been replaced by a LPC synthesis filter block 12M having a matrix-valued transfer function  $\mathbf{A}^{-1}(z)$ , which is (as indicated by the notation) at least approximately equal to the inverse of  $\mathbf{A}(z)$ . Similarly, adder 22, fixed codebook 16, gain element 20, delay element 24, adaptive codebook 14 and gain element 18 are replaced by corresponding multi-channel blocks 22M, 16M, 24M, 14M and 18M, respectively.

The following description of an embedded multi-channel LPAS coder in accordance with the present invention will describe how the coding flexibility in the various blocks may be increased. However, it is to be understood that not all blocks have to be configured in the described way. The exact balance between coding flexibility and complexity has to be decided for the individual coder implementation.

Fig. 4 is a block diagram of an exemplary embodiment of the synthesis part of a multi-channel LPAS speech encoder in accordance with the present invention.

An essential feature of the coder is the structure of the multi-part fixed codebook. It includes individual fixed codebooks FC1, FC2 for each channel. Typically the fixed codebooks comprise algebraic codebooks, in which the excitation vectors are formed by unit pulses that are distributed over each vector in accordance with certain rules (this is well known in the art and will not be described in further detail here). The individual fixed codebooks FC1, FC2 are associated with individual gains  $g_{F1}$ ,  $g_{F2}$ . An essential feature of the present invention is that one of the fixed codebooks, typically the codebook that is associated with the strongest or leading (mono) channel, may also be shared by the weaker or trailing channel over a lag or delay element D (which may be either integer or fractional) and an inter-channel gain  $g_{F12}$ .

In the ideal case, where each channel consists of a scaled and translated version of the same signal (echo-free room), only the shared codebook of the leading channel is required, and the lag value  $D$  corresponds directly to sound propagation time. In the opposite case, where inter-channel correlation is very low, separate fixed codebooks for the trailing channels are required.

With only one cross-channel branch in the fixed codebook, the leading and trailing channel has to be determined frame by frame. Since the leading channel may change, there are synchronously controlled switches  $SW1$ ,  $SW2$  to associate the lag  $D$  and gain  $g_{F12}$  with the correct channel. In the configuration in fig. 4, channel 1 is the leading channel and channel 2 is the trailing channel. By switching both switches  $SW1$ ,  $SW2$  to their opposite states, the roles will be reversed. In order to avoid heavy switching of leading channel, it may be required that a change is only possible if the same leading channel has been selected for a number of consecutive frames.

A possible modification is to use less pulses for the trailing channel fixed codebook than for the leading channel fixed codebook. In this embodiment the fixed codebook length will be decreased when a channel is demoted to a trailing channel and increased back to the original size when it is changed back to a leading channel.

Although fig. 4 illustrates a two-channel fixed codebook structure, it is appreciated that the concepts are easily generalized to more channels by increasing the number of individual codebooks and the number of lags and inter-channel gains.

The leading and trailing channel fixed codebooks are typically searched in serial order. The preferred order is to first determine the leading channel fixed codebook excitation vector, lags and gains. Thereafter the individual fixed codebook vectors and gains of trailing channels are determined.

WO 02/23529

PCT/SE01/01886

8

Fig. 5 is a flow chart of an embodiment of a multi-part fixed codebook search method in accordance with the present invention. Step S1 determines and encodes a leading channel, typically the strongest channel (the channel that has the largest frame energy). Step S2 determines the cross-correlation between each trailing channel and the leading channel for a predetermined interval, for example a part of or a complete frame. Step S3 stores lag candidates for each trailing channel. These lag candidates are defined by the positions of a number of the highest cross-correlation peaks and the closest positions around each peak for each trailing channel. One could for instance choose the 3 highest peaks, and then add the closest positions on both sides of each peak, giving a total of 9 lag candidates per trailing channel. If high-resolution (fractional) lags are used the number of candidates around each peak may be increased to, for example, 5 or 7. The higher resolution may be obtained by up-sampling of the input signal. Step S4 selects the best lag combination. Step S5 determines the optimum inter-channel gains. Finally step S6 determines the trailing channel excitations and gains.

For the fixed codebook gains, each trailing channel requires one inter-channel gain to the leading channel fixed codebook and one gain for the individual codebook. These gains will typically have significant correlation between the channels. They will also be correlated to gains in the adaptive codebook. Thus, inter-channel predictions of these gains will be possible.

Returning to fig. 4, the multi-part adaptive codebook includes one adaptive codebook AC1, AC2 for each channel. A multi-part adaptive codebook can be configured in a number of ways in a multi-channel coder. Examples are:

1. All channels share a single pitch lag. Each channel may have separate pitch gains  $g_{A11}$ ,  $g_{A22}$  for improved prediction. The shared pitch lag is searched for in closed loop fashion in the leading (mono) channel and then used in the trailing channels.

WO 02/23529

PCT/SE01/01886

9

2. Each channel has a separate pitch lag  $P_{11}$ ,  $P_{22}$ . The pitch lag values of the trailing channels may be coded differentially from the leading channel pitch lag or absolutely. The search for the trailing channel pitch lags may be done around the pitch lag value of the leading (mono) channel.

5

3. The excitation history can be used in a cross-channel manner. A single cross-channel excitation branch can be used, such as predicting channel 2 with the excitation history from leading channel 1 at lag distance  $P_{12}$ . Synchronously controlled switches  $SW_3$ ,  $SW_4$  connect, depending on which channel is leading, the cross-channel excitation to the proper adder  $AA_1$ ,  $AA_2$  over a cross-channel gain  $g_{A12}$ .

10

As in the case with the fixed codebook, the described adaptive codebook structure is very flexible and suitable for multi-mode operation. The choice whether to use shared or individual pitch lags may be based on the residual signal energy. In a first step the residual energy of the optimal shared pitch lag is determined. In a second step the residual energy of the optimal individual pitch lags is determined. If the residual energy of the shared pitch lag case exceeds the residual energy of the individual pitch lag case by a predetermined amount, individual pitch lags are used. Otherwise a shared pitch lag is used. If desired, a moving average of the energy difference may be used to smoothen the decision.

15

20

This strategy may be considered as a "closed-loop" strategy to decide between shared or individual pitch lags. Another possibility is an "open-loop" strategy based on, for example, inter-channel correlation. In this case, a shared pitch lag is used if the inter-channel correlation exceeds a predetermined threshold. Otherwise individual pitch lags are used.

25

Similar strategies may be used to decide whether to use inter-channel pitch lags or not.

30

WO 02/23529

10

PCT/SE01/01886

Furthermore, a significant correlation is to be expected between the adaptive codebook gains of different channels. These gains may be predicted from the internal gain history of the channel, from gains in the same frame but belonging to other channels, and also from fixed codebook gains.

5

In LPC synthesis filter block 12M in fig. 4 each channel uses an individual LPC (*Linear Predictive Coding*) filter. These filters may be derived independently in the same way as in the single channel case. However, some or all of the channels may also share the same LPC filter. This allows for switching between multiple and single filter modes depending on signal properties, e.g. spectral distances between LPC spectra. If inter-channel prediction is used for the LSP (*Line Spectral Pairs*) parameters, the prediction is turned off or reduced for low correlation modes.

10

Fig. 6 is a block diagram of an exemplary embodiment of the analysis part of a multi-channel LPAS speech encoder in accordance with the present invention. In addition to the blocks that have already been described with reference to fig. 1 and 2, the analysis part in fig. 7 includes a multi-mode analysis block 40. Block 40 determines the inter-channel correlation to determine whether there is enough correlation between the trailing channels and the leading channel to justify encoding of the trailing channels using only the leading channel fixed codebook, lag  $D$  and gain  $g_{F12}$ . If not, it will be necessary to use the individual fixed codebooks and gains for the trailing channels. The correlation may be determined by the usual correlation in the time domain, i.e. by shifting the secondary channel signals with respect to the primary signal until a best fit is obtained. If there are more than two channels, a the leading channel fixed codebook will be used as a shared fixed codebook if the smallest correlation value exceeds a predetermined threshold. Another possibility is to use a shared fixed codebook for the channels that have a correlation to the leading channel that exceeds a predetermined threshold and individual fixed codebooks for the remaining channels. The exact threshold may be determined by listening tests.

15

20

25

30

WO 02/23529

11

PCT/SE01/01886

The functionality of the various elements of the described embodiments of the present invention are typically implemented by one or several micro processors or micro/signal processor combinations and corresponding software.

5 In the figures several blocks and parameters are optional and can be used based on the characteristics of the multi-channel signal and on overall speech quality requirement. Bits in the coder can be allocated where they are best needed. On a frame-by-frame basis, the coder may choose to distribute bits between the LPC part, the adaptive and fixed codebook differently. This  
10 is a type of intra-channel multi-mode operation.

Another type of multi-mode operation is to distribute bits in the encoder between the channels (asymmetric coding). This is referred to as inter-channel multi-mode operation. An example here would be a larger fixed  
15 codebook for one/some of the channels or coder gains encoded with more bits in one channel. The two types of multi-mode operation can be combined to efficiently exploit the source signal characteristics.

The multi-mode operation can be controlled in a closed-loop fashion or with an open-loop method. The closed loop method determines mode depending on a residual coding error for each mode. This is a computationally expensive method. In an open-loop method the coding mode is determined by decisions based on input signal characteristics. In the intra-channel case the variable rate mode is determined based on for example voicing, spectral  
20 characteristics and signal energy as described in [4]. For inter-channel mode decisions the inter-channel cross-correlation function or a spectral distance function can be used to determine mode. For noise and unvoiced coding it is more relevant to use the multi-channel correlation properties in the frequency domain. A combination of open-loop and closed-loop techniques is  
25 also possible. The open-loop analysis decides on a few candidate modes, which are coded and then the final residual error is used in a closed-loop decision.  
30

WO 02/23529

12

PCT/SE01/01886

Multi-channel prediction (between the leading channel and the trailing channels) may be used for high inter-channel correlation modes to reduce the number of bits required for the multi-channel LPAS gain and LPC parameters.

5

A technique known as generalized LPAS (see [5]) can also be used in a multi-channel LPAS coder of the present invention. Briefly this technique involves pre-processing of the input signal on a frame by frame basis before actual encoding. Several possible modified signals are examined, and the one that can be encoded with the least distortion is selected as the signal to be encoded.

10

The description above has been primarily directed towards an encoder. The corresponding decoder would only include the synthesis part of such an encoder. Typically an encoder/decoder combination is used in a terminal that transmits/receives coded signals over a bandwidth limited communication channel. The terminal may be a radio terminal in a cellular phone or base station. Such a terminal would also include various other elements, such as an antenna, amplifier, equalizer, channel encoder/decoder, etc. However, these elements are not essential for describing the present invention and have therefor been omitted.

15

20

It will be understood by those skilled in the art that various modifications and changes may be made to the present invention without departure from the scope thereof, which is defined by the appended claims.

25

## REFERENCES

- 5
- [1] A. Gersho, "Advances in Speech and Audio Compression", Proc. of the IEEE, Vol. 82, No. 6, pp 900-918, June 1994,
- [2] A. S. Spanias, "Speech Coding: A Tutorial Review", Proc. of the IEEE, Vol 82, No. 10, pp 1541-1582, Oct 1994.
- 10
- [3] WO 00/19413 (Telefonaktiebolaget LM Ericsson).
- [4] Allen Gersho et.al, "Variable rate speech coding for cellular networks", page 77-84, Speech and audio coding for wireless and network applications, Kluwer Academic Press, 1993.
- 15
- [5] Bastiaan Kleijn et.al, "Generalized analysis-by-synthesis coding and its application to pitch prediction", page 337-340, In Proc. IEEE Int. Conf. Acoust., Speech and Signal Processing, 1992.

WO 02/23529

PCT/SE01/01886

14  
CLAIMS

1. A multi-channel linear predictive analysis-by-synthesis signal encoding method, including the steps of
- 5       determining a leading channel and at least one trailing channel;  
      encoding said leading channel as an embedded bitstream; and  
      encoding trailing channels as a discardable bitstream.
2. The method of claim 1, including the step of
- 10       selecting a trailing channel encoding mode depending on inter-channel correlation to said leading channel.
3. The method of claim 2, wherein selectable encoding modes result in a fixed gross bit-rate.
- 15       4. The method of claim 2, wherein selectable encoding modes may result in a variable gross bit-rate.
5. The method of any of the preceding claims 2-4, including the steps of
- 20       using channel specific LPC filters for low inter-channel correlation; and  
      sharing said leading channel LPC filter for high inter-channel correlation.
6. The method of any of the preceding claims 2-4, including the steps of
- 25       using channel specific fixed codebooks for low inter-channel correlation;  
      and  
      sharing said leading channel fixed codebook for high inter-channel correlation.
- 30       7. The method of claim 6, including the step of using an inter-channel lag from said leading channel fixed codebook to each trailing channel.

WO 02/23529

15

PCT/SE01/01886

8. The method of any of the preceding claims 2-4, including the step of adaptively distributing bits between trailing channel fixed codebooks and said leading channel fixed codebook depending on inter-channel correlation.

5 9. The method of any of the preceding claims 2-4, including the steps of  
using channel specific adaptive codebook lags for low inter-channel correlation; and  
using a shared adaptive codebook lag for high inter-channel correlation.

10 10. The method of claim 9, including the steps of using an inter-channel adaptive codebook lag from said leading channel adaptive codebook to each trailing channel.

15 11. A multi-channel linear predictive analysis-by-synthesis signal encoder, including  
means for determining a leading channel and at least one trailing channel;  
means for encoding said leading channel as an embedded bitstream;  
and  
20 means for encoding trailing channels as a discardable bitstream.

12. The encoder of claim 11, including means for selecting a trailing channel encoding mode depending on inter-channel correlation to said leading channel.

25 13. The encoder of claim 12, including  
channel specific LPC filters for low inter-channel correlation; and  
a shared leading channel LPC filter for high inter-channel correlation.

30 14. The encoder of claim 12, including  
channel specific fixed codebooks for low inter-channel correlation; and  
a shared leading channel fixed codebook for high inter-channel correlation.

WO 02/23529

16

PCT/SE01/01886

15. The encoder of claim 14, including an inter-channel lag from said leading channel fixed codebook to each trailing channel.

5 16. The encoder of claim 12, including means for adaptively distributing bits between trailing channel fixed codebooks and said leading channel fixed codebook depending on inter-channel correlation.

10 17. The encoder of claim 12, including  
channel specific adaptive codebook lags for low inter-channel correlation; and  
a shared adaptive codebook lag for high inter-channel correlation.

15 18. The encoder of claim 17, including an inter-channel adaptive codebook lag from said leading channel adaptive codebook to each trailing channel.

19. A terminal provided with a multi-channel linear predictive analysis-by-synthesis signal encoder, including  
20 means for determining a leading channel and at least one trailing channel;  
means for encoding said leading channel as an embedded bitstream;  
and  
means for encoding trailing channels as a discardable bitstream.

25 20. The terminal of claim 19, including means for selecting a trailing channel encoding mode depending on inter-channel correlation to said leading channel.

30 21. The terminal of claim 20, including  
channel specific LPC filters for low inter-channel correlation; and  
a shared leading channel LPC filter for high inter-channel correlation.

WO 02/23529

17

PCT/SE01/01886

22. The terminal of claim 20, including  
channel specific fixed codebooks for low inter-channel correlation; and  
a shared leading channel fixed codebook for high inter-channel correlation.

5

23. The terminal of claim 22, including  
an inter-channel lag from said leading channel fixed codebook to each  
trailing channel.

10

24. The terminal of claim 20, including means for adaptively distributing bits  
between trailing channel fixed codebooks and said leading channel fixed code-  
book depending on inter-channel correlation.

25. The terminal of claim 20, including

15

channel specific adaptive codebook lags for low inter-channel correla-  
tion; and  
a shared adaptive codebook lag for high inter-channel correlation.

26. The terminal of claim 25, including an inter-channel adaptive codebook  
lag from said leading channel adaptive codebook to each trailing channel.

20

---

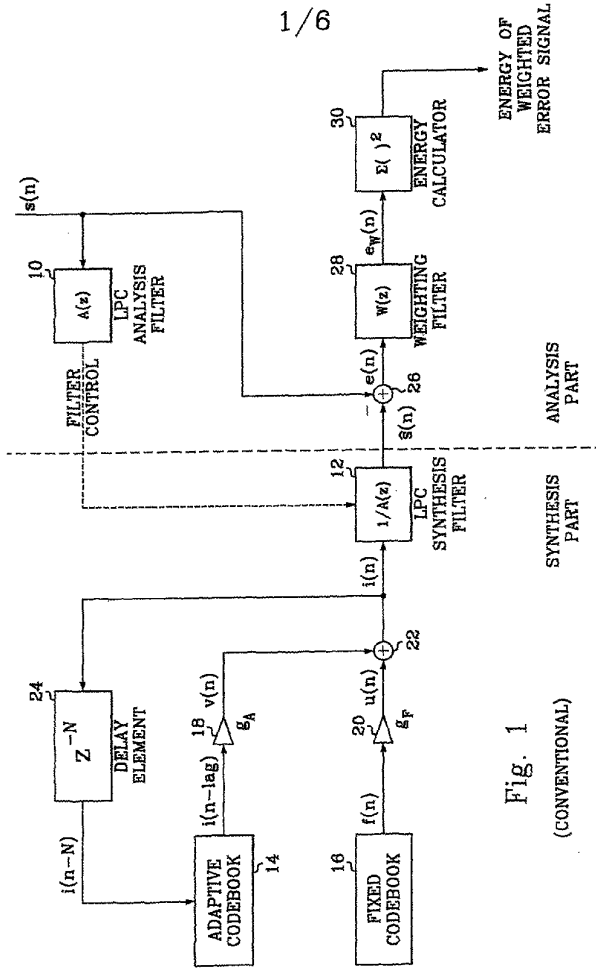


Fig. 1  
(CONVENTIONAL)

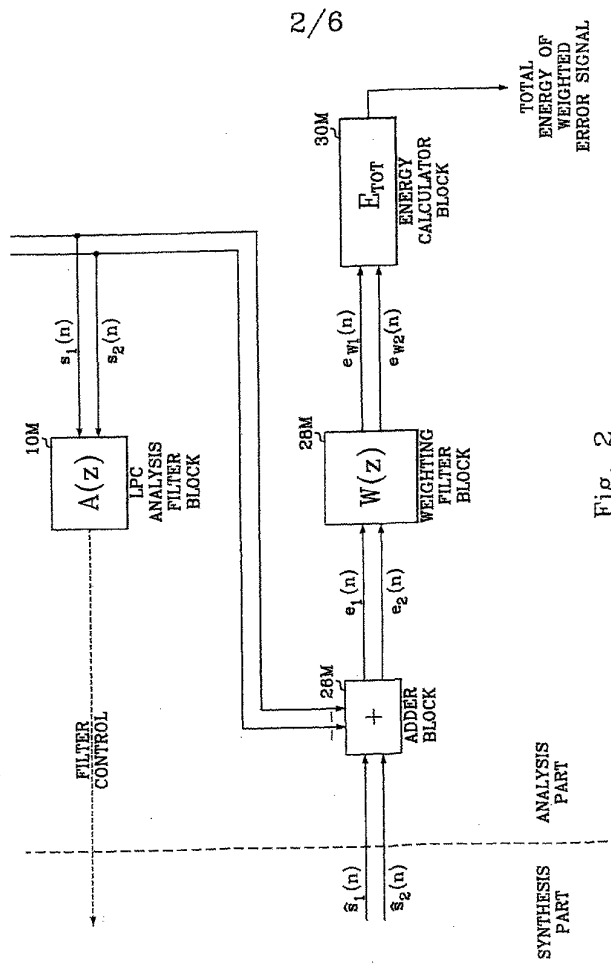


Fig. 2

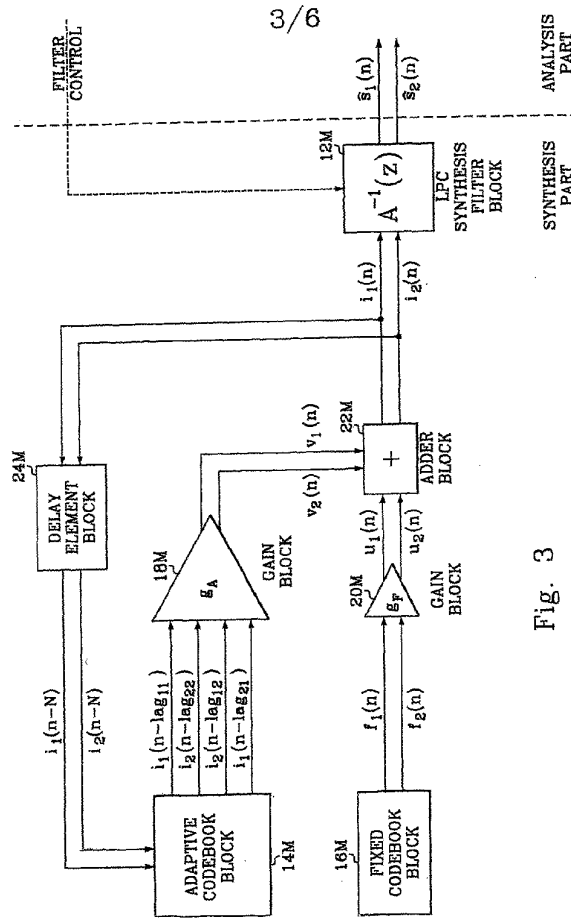


Fig. 3

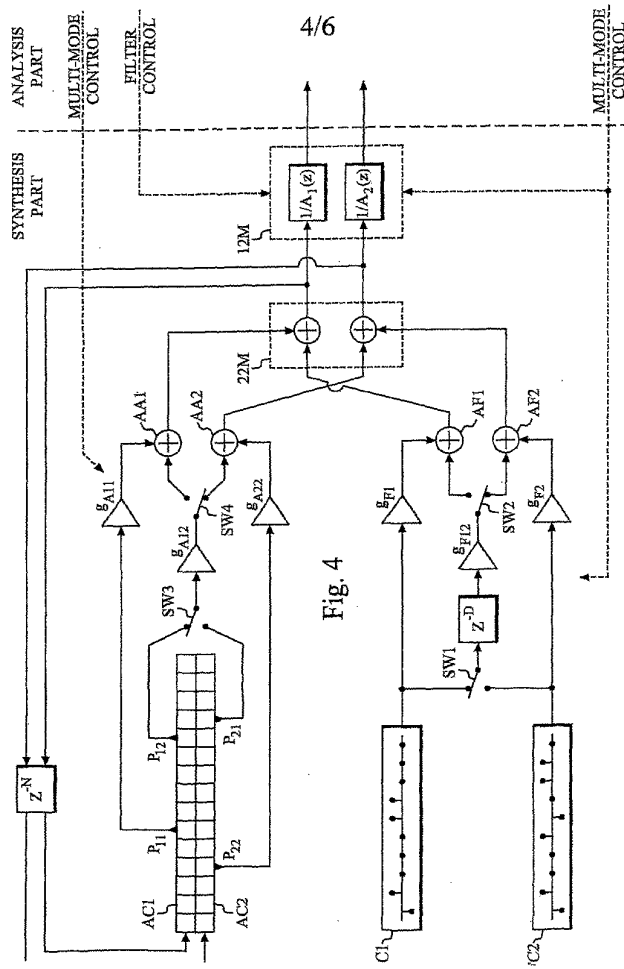


Fig. 4

5/6

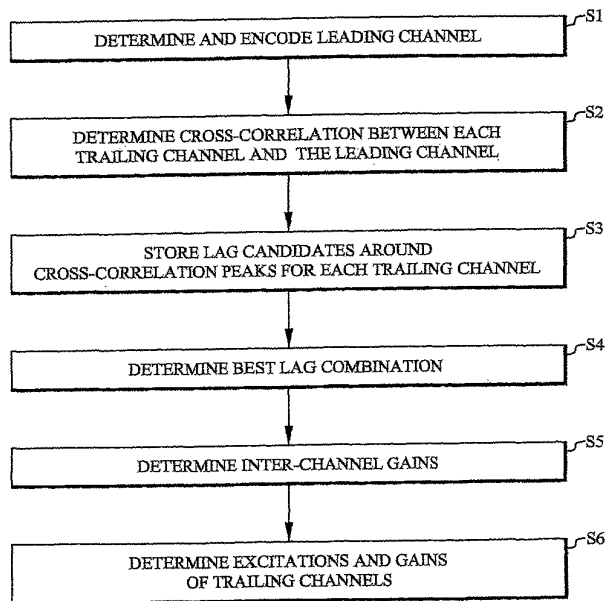


Fig. 5

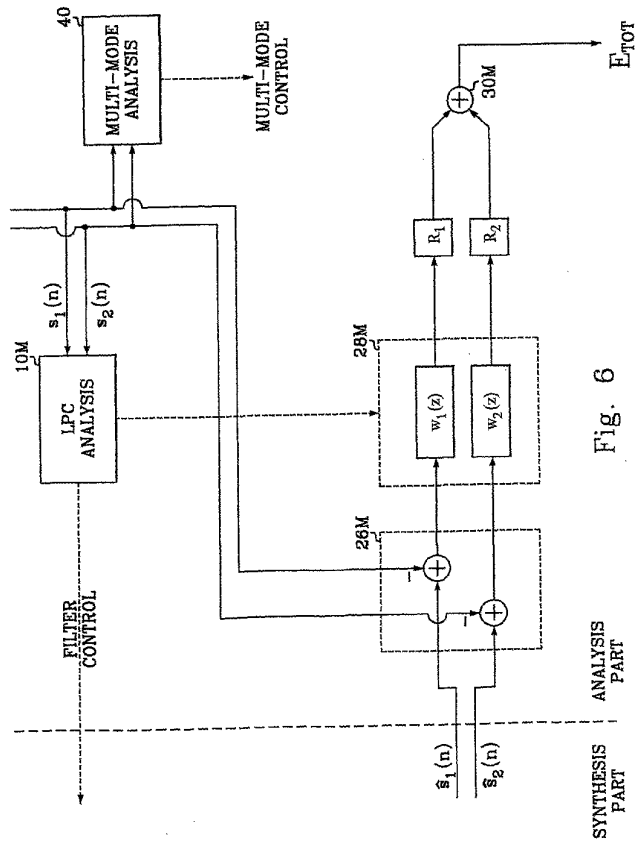


Fig. 6

## 【手続補正書】

【提出日】平成14年10月28日(2002.10.28)

## 【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】特許請求の範囲

【補正方法】変更

【補正の内容】

## 【特許請求の範囲】

## 【請求項1】

先頭チャンネルと、該先頭チャンネルに遅行する少なくとも1つの後続チャンネルを決定することと；

組み込まれたビットストリームとして該先頭チャンネルを符号化することと；

後続チャンネルを無視できるビットストリームとして符号化することと；

該先頭チャンネルとのチャンネル間相関に応じて、後続チャンネル符号化モードを選択することを特徴とする、複数チャンネル線形予測分析合成信号符号化方法。

## 【請求項2】

選択可能な符号化モードでは、結果として固定された総ビットレートが得られることを特徴とする、請求項1に記載の方法。

## 【請求項3】

選択可能な符号化モードでは、結果として可変的総ビットレートが得られうることを特徴とする、請求項1または2に記載の方法。

## 【請求項4】

低チャンネル間相関のために、チャンネル特定LPCフィルタを使用することと；

高チャンネル間相関のために該先頭チャンネルLPCフィルタを共有することを特徴とする、請求項1ないし3のいずれか1項に記載の方法。

## 【請求項5】

低チャンネル間相関のために、チャンネル特定固定コードブックを使用することと；

高チャンネル間相関のために該先頭チャンネル固定コードブックを共有することを特徴とする、請求項1ないし4のいずれか1項に記載の方法。

## 【請求項6】

該先頭チャンネル固定コードブックから各後続チャンネルまでのチャンネル間遅延を使用することを特徴とする、請求項5に記載の方法。

## 【請求項7】

チャンネル間相関に応じて、後続チャンネル固定コードブックと該先頭チャンネル固定コードブックとにビットを適応的に配分することを特徴とする、請求項1ないし6のいずれか1項に記載の方法。

## 【請求項8】

低チャンネル間相関のために、チャンネル特定適応コードブック遅延を使用することと；

高チャンネル間相関のために共有適応コードブック遅延を使用することを特徴とする、請求項1ないし7のいずれか1項に記載の方法。

## 【請求項9】

該先頭チャンネル適応コードブックから各後続チャンネルまでのチャンネル間適応コードブック遅延を使用することを特徴とする、請求項8に記載の方法。

## 【請求項10】

先頭チャンネルと、該先頭チャンネルに遅行する少なくとも1つの後続チャンネルを決定する手段(40)と；

組み込まれたビットストリームとして該先頭チャンネルを符号化する手段と；

後続チャンネルを無視できるビットストリームとして符号化する手段と；

該先頭チャンネルとのチャンネル間相関に応じて、後続チャンネル符号化モードを選択する手段(40)を特徴とする、複数チャンネル線形予測分析合成信号符号器。

## 【請求項 1 1】

低チャンネル間相関のためのチャンネル特定 L P C フィルタと；  
高チャンネル間相関のための共有先頭チャンネル L P C フィルタを特徴とする、請求項 1 0 に記載の符号器。

## 【請求項 1 2】

低チャンネル間相関のためのチャンネル特定固定コードブックと；  
高チャンネル間相関のための共有先頭チャンネル固定コードブックを特徴とする、請求項 1 0 または 1 1 に記載の符号器。

## 【請求項 1 3】

該先頭チャンネル固定コードブックから各後続チャンネルまでのチャンネル間遅延 ( D ) を特徴とする、請求項 1 2 に記載の符号器。

## 【請求項 1 4】

チャンネル間相関に応じて、後続チャンネル固定コードブックと該先頭チャンネル固定コードブックとにビットを適応的に配分するための手段 ( 4 0 ) を特徴とする、請求項 1 0 ないし 1 3 のいずれか 1 項に記載の符号器。

## 【請求項 1 5】

低チャンネル間相関のためのチャンネル特定適応コードブック遅延 (  $P_{11}$  ,  $P_{22}$  ) と；  
高チャンネル間相関のための共有適応コードブック遅延を特徴とする、請求項 1 0 ないし 1 4 のいずれか 1 項に記載の符号器。

## 【請求項 1 6】

該先頭チャンネル適応コードブックから各後続チャンネルまでのチャンネル間適応コードブック遅延 (  $P_{12}$  ) を特徴とする、請求項 1 5 に記載の符号器。

## 【請求項 1 7】

先頭チャンネルと、該先頭チャンネルに遅行する少なくとも 1 つの後続チャンネルを決定する手段 ( 4 0 ) と；  
組み込まれたビットストリームとして該先頭チャンネルを符号化する手段と；  
後続チャンネルを無視できるビットストリームとして符号化する手段と；  
該先頭チャンネルとのチャンネル間相関に応じて、後続チャンネル符号化モードを選択する手段 ( 4 0 ) を特徴とする、複数チャンネル線形予測分析合成信号符号器を含む端末。

## 【請求項 1 8】

低チャンネル間相関のためのチャンネル特定 L P C フィルタと；  
高チャンネル間相関のための共有先頭チャンネル L P C フィルタを特徴とする、請求項 1 7 に記載の端末。

## 【請求項 1 9】

低チャンネル間相関のためのチャンネル特定固定コードブックと；  
高チャンネル間相関のための共有先頭チャンネル固定コードブックを特徴とする、請求項 1 7 または 1 8 に記載の端末。

## 【請求項 2 0】

該先頭チャンネル固定コードブックから各後続チャンネルまでのチャンネル間遅延 ( D ) を特徴とする、請求項 1 9 に記載の端末。

## 【請求項 2 1】

チャンネル間相関に応じて、後続チャンネル固定コードブックと該先頭チャンネル固定コードブックとにビットを適応的に配分するための手段 ( 4 0 ) を特徴とする、請求項 1 7 ないし 2 0 のいずれか 1 項に記載の端末。

## 【請求項 2 2】

低チャンネル間相関のためのチャンネル特定適応コードブック遅延 (  $P_{11}$  ,  $P_{22}$  ) と；  
高チャンネル間相関のための共有適応コードブック遅延を特徴とする、請求項 1 7 ないし 2 1 のいずれか 1 項に記載の端末。

## 【請求項 2 3】

該先頭チャンネル適応コードブックから各後続チャンネルまでのチャンネル間適応コードブック

遅延 ( P<sub>1 2</sub> ) を特徴とする、請求項 2 2 に記載の端末。

## 【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/SE 01/01886
<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b>		
IPC7: G10L 19/00 According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b>		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)		
IPC7: G10L, H04S		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
SE,DK,FI,NO classes as above		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WO 0019413 A1 (TELEFONAKTIEBOLAGET LM ERICSSON (PUBL)), 6 April 2000 (06.04.00), page 11, line 11 - line 24; page 9, line 19 - line 23 --	1-26
Y	EP 0858067 A2 (NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE CORPORATION), 12 August 1998 (12.08.98), column 6, line 31 - column 7, line 6; column 9, line 18 - line 36; column 10, line 24 - column 11, line 10, abstract --	1-26
Y	EP 0878798 A2 (SONY CORPORATION), 18 November 1998 (18.11.98), column 6, line 40 - line 46; column 21, line 29 - column 23, line 51; column 26, line 5 - line 41 --	1-26
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
<p>* Special categories of cited documents:</p> <p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier application or patent has published on or after the international filing date</p> <p>"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another claim or other special reason (as specified)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> <p>"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>"X" document of particular relevance: the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>"Y" document of particular relevance: the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art</p> <p>"Z" document member of the same patent family</p>		
Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report	
4 December 2001	17-12-2001	
Name and mailing address of the ISA: Swedish Patent Office Box 5055, S-102 42 STOCKHOLM Facsimile No. +46 8 666 12 86	Authorized officer Peder Gjervaldsaetar/AE Telephone No. +46 8 782 25 00	

Form PCT/ISA 210 (second sheet) (July 1998)

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No. PCT/SE 01/01886
--

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 0875999 A2 (SONY CORPORATION), 4 November 1998 (04.11.98), column 4, line 53 - column 5, line 19; column 19, line 58 - column 20, line 10 --	1-26
A	WO 9016136 A1 (BRITISH TELECOMMUNICATIONS PUBLIC LIMITED COMPANY), 27 December 1990 (27.12.90), page 5, line 1 - line 29 -- -----	1-26

INTERNATIONAL SEARCH REPORT Information on patent family members				International application No. 06/11/01 PCT/SE 01/01886			
Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date				
WO 0019413 A1	06/04/00	AU 1192100 A	17/04/00				
		CN 1320258 T	31/10/01				
		EP 1116223 A	18/07/01				
		SE 9803321 A	31/03/00				
EP 0858067 A2	12/08/98	JP 3099876 B	16/10/00				
		JP 11088184 A	30/03/99				
EP 0878798 A2	18/11/98	JP 11032399 A	02/02/99				
		CN 1199202 A	18/11/96				
EP 0875999 A2	04/11/98	AU 735150 B	05/07/01				
		AU 5970598 A	01/10/98				
		BR 9806692 A	05/09/00				
		CA 2233521 A	30/09/98				
		CN 1197958 A	04/11/98				
		JP 10336039 A	18/12/98				
		PL 325654 A	12/10/98				
		SG 73504 A	20/06/00				
		TR 9800587 A	00/00/00				
		TW 384434 B	00/00/00				
		US 6169973 B	02/01/01				
		WO 9016136 A1	27/12/90	AT 121900 T	15/05/95		
				AU 640667 B	02/09/93		
AU 5837990 A	08/01/91						
CA 2058984 A,C	16/12/90						
DE 69018989 D,T	07/09/95						
DK 478615 T	17/07/95						
EP 0478615 A,B	08/04/92						
SE 0478615 T3							
ES 2071823 T	01/07/95						
FI 915873 D	00/00/00						
GB 8913758 D	00/00/00						
HK 137196 A	02/08/96						
JP 2703405 B	26/01/98						
JP 4506141 T	22/10/92						
NO 180030 B,C	21/10/96						
NO 914947 D	00/00/00						
US 5434948 A	18/07/95						

---

フロントページの続き

(81)指定国 AP(GH,GM,KE,LS,MW,MZ,SD,SL,SZ,TZ,UG,ZW),EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,MD,RU,TJ,TM),EP(AT,BE,CH,CY,DE,DK,ES,FI,FR,GB,GR,IE,IT,LU,MC,NL,PT,SE,TR),OA(BF,BJ,CF,CG,CI,CM,GA,GN,GQ,GW,ML,MR,NE,SN,TD,TG),AE,AG,AL,AM,AT,AU,AZ,BA,BB,BG,BR,BY,BZ,CA,CH,CN,CO,CR,CU,CZ,DE,DK,DM,DZ,EC,EE,ES,FI,GB,GD,GE,GH,GM,HR,HU,ID,IL,IN,IS,JP,KE,KG,KP,KR,KZ,LC,LK,LR,LS,LT,LU,LV,MA,MD,MG,MK,MN,MW,MX,MZ,NO,NZ,PH,PL,PT,RO,RU,SD,SE,SG,SI,SK,SL,TJ,TM,TR,TT,TZ,UA,UG,US,UZ,VN,YU,ZA,ZW

(72)発明者 ルンドベリ, トマス

スウェーデン国 エス - 9 7 6 3 1 ルレオ, フェンリクスガタン 1 0

Fターム(参考) 5D045 DA20