

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷
G10L 19/00
H04B 14/06



[12] 发 明 专 利 说 明 书

专利号 ZL 02801105.8

[45] 授权公告日 2005 年 11 月 30 日 [11] 授权公告号 CN 1229774C

[22] 申请日 2002.3.25 [21] 申请号 02801105.8 [30] 优先权 [32] 2001. 4. 9 [33] EP [31] 01201300.9 [86] 国际申请 PCT/IB2002/001051 2002.3.25 [87] 国际公布 WO2002/082425 英 2002.10.17 [85] 进入国家阶段日期 2002.12.6 [71] 专利权人 皇家飞利浦电子有限公司 地址 荷兰艾恩德霍芬 [72] 发明人 E·F·吉吉 审查员 吴 芸	[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司 代理人 栾本生 陈 霁
	权利要求书 1 页 说明书 5 页 附图 7 页

[54] 发明名称 有特殊步长适应的自适应差分脉码调制语音编码系统

[57] 摘要

在具有一个编码器和一个与所述编码器合作的解码器的语音编码系统中，语音编码器包括一个预处理器和一个具有一个量化器和一个步长适应装置的 ADPCM 编码器，而语音解码器包括一个具有向 ADPCM 编码器那样的类似步长适应装置的 ADPCM 解码器和一个后处理器。量化器被装备有存储装置，其含有步长 $\Delta(n)$ 的校正因子 $\alpha(c(n))$ 值，所述校正因子依赖于量化器输出信号 $c(n)$ 。步长适应根据一个关系式而进行。

I S S N 1 0 0 8 - 4 2 7 4

1. 有语音编码器以及与所述语音编码器合作的语音解码器的语音编码系统，语音编码器包括预处理器以及有量化器和步长适应装置的自适应差分脉码调制 ADPCM 编码器，并且语音解码器包括有和
 5 ADPCM 编码器中的类似的步长适应装置以及有一个解码器的 ADPCM 解码器，和一个后处理器，量化器装备有包括步长 $\Delta(n)$ 的校正因子 $\alpha(c(n))$ 值的存储装置，所述校正因子取决于量化器输出信号 $c(n)$ ，

其特征在于步长适应根据以下关系式出现：

10

$$\Delta(n+1) = \Delta(n) * A * \begin{cases} \alpha(c(n)) & \text{若 } \alpha(c(n)) < 1 \\ \alpha(c(n)) + b & \text{若 } \Delta(n) * A * c_{\max} < \Delta_{\max} \\ 1 & \text{其它} ; \end{cases}$$

其中 b ， A 和 $\Delta_{\max}$ 是常数。

2. 根据权利要求 1 的语音编码系统，其特征在于量化器中的存储装置包括根据图 3A-3F 的任何一个中的表的校正因子 $\alpha(c(n))$ 值。

15

3. 根据权利要求 1 或 2 的语音编码系统，其特征在于在预处理器中装备相位涂抹滤波器装置以及在后处理器中装备反向相位涂抹滤波器装置，从而允许为语音编码系统更好地选择校正因子 $\alpha(c(n))$ 。

20

有特殊步长适应的自适应差分脉码调制语音编码系统

本发明涉及有语音编码器以及与所述语音编码器合作的语音解
 5 码器的语音编码系统，语音编码器包括预处理器以及有量化器和步
 长适应装置的 ADPCM (自适应差分脉码调制) 编码器并且语音解码器
 包括有和 ADPCM 编码器中类似的步长适应装置以及有一个解码器的
 ADPCM 解码器，和一个后处理器，量化器装备有包括步长 $\Delta(n)$ 的
 校正因子 $\alpha(c(n))$ 值的存储装置，所述校正因子依靠量化器输出信
 10 号 $c(n)$ 。

语音编码器产生能被存储或通过信道发送的一个比特流。劣质存
 储装置或坏的传输信道可能不能保存这个信息；以比特变化形式的
 误码可能出现。而且，当声音信号在标准 P^2 CM 音频编码系统编码器
 中，也就是，处理的 ADPCM 编码器和解码器中被处理时，可以出现
 15 这样的误码。当误码率高于 1% 时，能听到非自然信号。大多数这些
 非自然信号以突然增加或降低音量标记。编码器的闭合检查揭示对
 于误码编码系统最薄弱的部分是自适应步长 $\Delta(n)$ 装置。适应依靠
 产生的编码等级。当这些编码等级由于误码而变化时，ADPCM 编码器
 和 ADPCM 解码器的步长不再相同。因此，已推荐提供有包括步长 Δ
 20 (n) 校正因子 $\alpha(c(n))$ 值的存储装置的量化器。例如，步长随后可
 以根据关系式修改：

$$\Delta(n+1) = \begin{cases} [\Delta(n)+b] * A * \alpha(c(n)) & \text{若 } [\Delta(n)+b] < \Delta_{\max}, \text{ 或者} \\ [\Delta(n)+b] * A & \text{其它} \end{cases} \quad (P)$$

A 是一个常数 ($A < 1$)。按比例递降的步长 $[\Delta(n)+b]$ 。如果未超
 25 出允许的最大步长 $\Delta_{\max}$ 则 A 依据因子 $\alpha(c(n))$ (> 1) 按比例增大。
 校正因子值 $\alpha(c(n))$ 的选择是这样的以致于对属于较高量化等级的
 编码做出更快的适应以允许当输入信号等级突然增加时编码系统更
 快的适应，然而，在量化器输入中出现小的能量变化的情况下，以
 已知的校正表适应校正因子 $\alpha(c(n))$ 是不充分的。

30 本发明的目的是在语音编码器和解码器的量化器中提供一个改

进的步长适应。

因此,根据本发明,如公开段中描述的语音编码系统的特征为步长适应根据以下关系式出现:

$$\Delta(n+1)=\Delta(n)*A*\begin{cases} \alpha(c(n)) & \text{若 } \alpha(c(n))<1 \\ \alpha(c(n))+b & \text{若 } \Delta(n)*A*c_{\max}<\Delta_{\max} \\ 1 & \text{其它} \end{cases} \quad (Q)$$

其中 b , A 和 $\Delta_{\max}$ 是常数。

特别如 ID604963 中描述的,当预处理器装备有相位涂抹 (phase-smearing) 滤波器装置以及此外后处理器装备有反向滤波器装置时,输入到 ADPCM 编码器的能量更逐渐增加,允许更好地选择 $\alpha(c(n))$ 。因此,所述专利申请的内容被认为是本发明描述的一部分。没有这样的相位涂抹滤波器装置,随着出现在闭合扩音器记录中的类似脉冲输入信号可能出现問題。

参考附图和以下描述的实施方案,这些以及本发明的其它方面将是明显的并被说明。在附图中:

图 1 显示根据本发明的 P^2 CM 编码系统的框图。

图 2A-2F 显示有 ADPCM 编码器量化和校正因子的现有技术表。

图 3A-3F 显示根据本发明在预处理器中有相位涂抹滤波器以及在后处理器中有反向相位涂抹滤波器的 ADPCM 编码器的量化和校正因子表。

图 1 中的 P^2 CM 音频编码系统由编码器 1 和解码器 2 构成。编码器 1 包括预处理器 3 和 ADPCM 编码器 4,同时解码器 2 装备有 ADPCM 解码器 5 和后处理器 6。ADPCM 编码器包括量化器块 7,步长适应块 8,解码器块 9 和预测器块 10。ADPCM 解码器包括步长适应块 12,解码器块 13 和预测器块 14。预处理器包括在量化器输入中消除快速高能量变化影响的相位涂抹滤波器以及在编码前修改信号频谱的频谱幅度弯曲装置,同时后处理器包括取消预处理器中弯曲影响的装置和一个反向滤波器。在一个优选实施方案中,相位涂抹滤波弯曲以及反向滤波解除弯曲 (unwarp) 在频域中实现。因此,预处理器和后处理器都装备有装置如 FFT 单元,把时域音频信号转换到频域,以

及装置如反向 FFT, 把被处理用于滤波和弯曲或反向滤波和不弯曲的信号分别从频域转换到时域。如 ID604963 中描述的, 在一个特殊的实施方案中, 相位涂抹滤波器具有在 0 和奈奎斯特之间充分地线性增加频率的特性和恒定幅度的特性。

5 ADPCM 编码器 4 输入的是一个由预处理器 3 提供的采样音频信号。当采样 n 具有数值 $S(n)$ 时, 对于每个输入值 $S(n)$ 在这个值和估算(预测)值 $S(n-1)$ 之间的差被认为是一个随后给出输出编码 $c(n)$ 的量化器块 7 量化和编码的错误信号 $E(n)$ 。输出编码 $c(n)$ 构成由 ADPCM 解码器 5 发送或传输和接收的比特流。在图 1 中, 这个由虚线
10 11 指示。输出编码 $c(n)$ 通过步长适应块 8 和解码器块 9 还被用于量化器步长 Δn 的适应以得到量化的错误信号 $E'(n)$ 。量化的错误信号 $E'(n)$ 被附加到预测值 $S(n-1)$, 从而得到量化的输入数值 $S'(n)$ 。这个数值 $S'(n)$ 被预测器块 10 用于修改它的预测系数。ADPCM 解码器 5 正好是编码器 4 的一个子设备; 它读取从比特流接收的量化编码 $c(n)$
15 并且用和编码器 4 一样的方式更新它的内部变量。解码器块 13 输出的是量化的错误信号 $E'(n)$, 它在被附加到预测值 $S(n-1)$ 后, 给出量化的音频信号 $S(n)$ 。后面的信号构成后处理器 6 的输入信号。作为已提及的构成本发明专利申请一部分的预处理器和后处理器以及 ADPCM 解码器和编码器在 ID604963 中被描述。

20 ADPCM 编码器 4 另外的输入信号由编解码器模式信号构成, 它被用码字发送或传输到 ADPCM 解码器 5。这个编解码器模式信号决定 ADPCM 编码器 4 和 ADPCM 解码器 5 的比特流输出中码字的比特分配。依靠选择的编解码器模式, 作为结果的比特流具有比特率如 12.8, 16, 19.2, 21.6, 24 或 32 千比特/秒。

25 在量化器中做下面的计算:
首先根据以下关系式做出量化:

$$q(n) = \lfloor e(n)/\Delta(n) + 0.5 * c_{\max} + 0.5 \rfloor,$$

其中 $\lfloor \dots \rfloor$ 表示截断操作。

30 量化信号 $q(n)$ 限定在 0 和 $c_{\max}$ 之间, 这意味着: $c(n) = \max[0, \min(c_{\max}, q(n))]$ 。 $C_{\max}$ 值依靠编解码器模式以及因此依靠比特

率。例如，对应上述比特率， $c_{\max}$ 可以依次是 2, 3, 4, 5, 7 和 15。随后，根据以下关系式计算新的步长：

$$\Delta(n+1)=\Delta(n)*A*\begin{cases} \alpha(c(n)) & \text{若 } \alpha(c(n))<1 \\ \alpha(c(n))+b & \text{若 } \Delta(n)*A*c_{\max}<\Delta_{\max} \\ 1 & \text{其它} \end{cases} \quad (Q)$$

- 5 其中，在一个特别的实施方案中， b , A 和 $\Delta_{\max}$ 被分别设置为 16, 0.996 和 8192。而且量化器块装备有存储装置，它包括依靠 $c(n)$ 的 $\alpha(c(n))$ 表。特别在一个相位涂抹被应用的实施方案中，这些校正因子允许对所有编码的步长 $\Delta(n)$ 的更逐渐的适应，带来改进的误码容限。尤其高比特率模式从这里获利。误码能被参数 A 控制；当误码率变得高于 1% 时，看来数值 0.75 是在误码稳健性和总语音质量之间的一个好的折衷。

在现有技术中，根据说明书导言部分中提及的公式 (P) 的步长适应，在图 2A-2F 的表中给出了 $\alpha(c(n))$ 值。这些表中的每一个依靠量化器输出信号 $c(n)$ 索引号或与此对应的量化等级 $e(n)/\Delta n$ 给出校正因子 $\alpha(c(n))$ 。对于这些表， $c_{\max}$ 分别是 2, 3, 4, 5, 7 和 15。特别从图 2F，作为最长的表，可以看到结合公式 (P) 尤其是较高编码带来快得多的步长适应。更高的校正因子对于当量化器输入信号等级突然增加时允许步长更快是重要的。对于较低的编码， $\alpha = 1$ ；这个实例中步长将逐渐减少。然而，更快的步长适应意味着更大的误码危险。

根据公式在步长适应中，在图 3A-3F 表中给出了 $\alpha(c(n))$ 值。再者，这些表的每一个依据量化器输出信号 $c(n)$ 的索引号或与此对应的量化等级 $e(n)/\Delta n$ 索引号给出校正因子 $\alpha(c(n))$ 。而且对于这些表， $c_{\max}$ 分别是 2, 3, 4, 5, 7 和 15。在量化器输入中快速高能变化不出现的实例中，根据图 3A-3F 的表选择校正因子是可能的。这对于声音被已发生录音的房间中的回声涂抹的长距离录音或有如 ID604963 中描述的相位涂抹滤波器的编码系统是可能的。图 3A-3F 中校正因子供给更慢的步长适应，但是有降低误码危险的有利结果。

通过可以以能够在 P²CM 音频编码器和解码器中的信号处理装置上运行的计算机程序的形式算法实现上面描述的实施方案。在迄今为止的图表的部分中显示执行某些可编程的功能的单元，这些单元必须被认为是计算机程序的子部分。

- 5 本发明所描述的并不局限于已描述的实施方案。其中可能修改。特别应该注意在所描述的实施方案中提及的以及图表中所示的数值和表仅仅是作为例子给出的，其它的数值和表也是可能的。

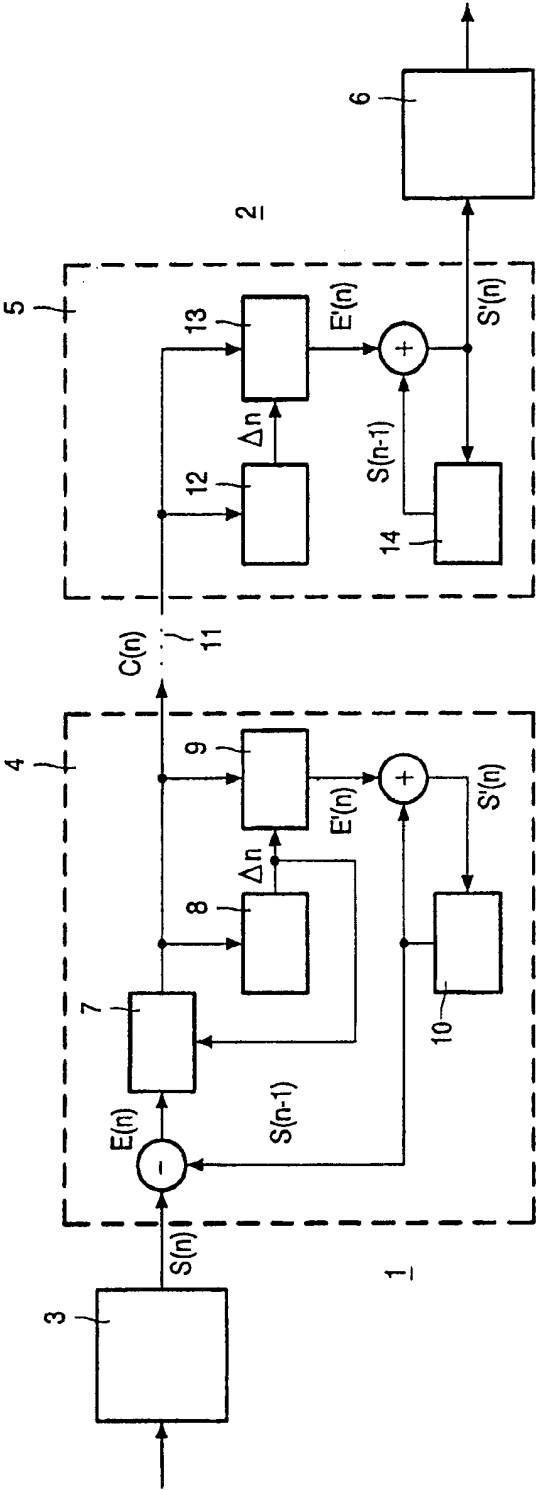


图 1

索引 $c(n)$	量化等级 $e(n)/\Delta(n)$	校正因子 $\alpha(c(n))$
0	$-\infty \leq q < -1$	1.25
1	$-1 \leq q < 0$	1.00
2	$0 \leq q < 1$	1.00
3	$1 \leq q < \infty$	1.25

图 2B

索引 $c(n)$	量化等级 $e(n)/\Delta(n)$	校正因子 $\alpha(c(n))$
0	$-\infty \leq q < -0.5$	1.125
1	$-0.5 \leq q < 0.5$	1.000
2	$0.5 \leq q < \infty$	1.125

图 2A

索引 $c(n)$	量化等级 $e(n)/\Delta(n)$	校正因子 $\alpha(c(n))$
0	$-\infty \leq q < -1.5$	1.2500
1	$-1.5 \leq q < -0.5$	1.0625
2	$-0.5 \leq q < 0.5$	1.0000
3	$0.5 \leq q < 1.5$	1.0625
4	$1.5 \leq q < \infty$	1.2500

图 2C

索引 $c(n)$	量化等级 $e(n)/\Delta(n)$	校正因子 $\alpha(c(n))$
0	$-\infty \leq q < -2.0$	1.2500
1	$-2.0 \leq q < -1.0$	1.0625
2	$-1.0 \leq q < 0.0$	1.0000
3	$0.0 \leq q < 1.0$	1.0000
4	$1.0 \leq q < 2.0$	1.0625
5	$2.0 \leq q < \infty$	1.2500

图 2D

索引 $c(n)$	量化等级 $e(n)/\Delta(n)$	校正因子 $\alpha(c(n))$
0	$-\infty \leq q < -3.0$	1.50
1	$-3.0 \leq q < -2.0$	1.25
2	$-2.0 \leq q < -1.0$	1.00
3	$-1.0 \leq q < 0.0$	1.00
4	$0.0 \leq q < 1.0$	1.00
5	$1.0 \leq q < 2.0$	1.00
6	$2.0 \leq q < 3.0$	1.25
7	$3.0 \leq q < \infty$	1.50

图 2E

索引 $c(n)$	量化等级 $e(n)/\Delta(n)$	校正因子 $\alpha(c(n))$
0	$-\infty \leq q < -7.0$	2.000
1	$-7.0 \leq q < -6.0$	1.500
2	$-6.0 \leq q < -5.0$	1.250
3	$-5.0 \leq q < -4.0$	1.125
4	$-4.0 \leq q < -3.0$	1.000
5	$-3.0 \leq q < -2.0$	1.000
6	$-2.0 \leq q < -1.0$	1.000
7	$-1.0 \leq q < 0.0$	1.000
8	$0.0 \leq q < 1.0$	1.000
9	$1.0 \leq q < 2.0$	1.000
10	$2.0 \leq q < 3.0$	1.000
11	$3.0 \leq q < 4.0$	1.000
12	$4.0 \leq q < 5.0$	1.125
13	$5.0 \leq q < 6.0$	1.250
14	$6.0 \leq q < 7.0$	1.500
15	$7.0 \leq q < \infty$	2.000

图 2F

索引 $c(n)$	量化等级 $e(n)/\Delta(n)$	校正因子 $\alpha(c(n))$
0	$-\infty \leq q < -1$	1.1250
1	$-1 \leq q < 0$	0.9375
2	$0 \leq q < 1$	0.9375
3	$1 \leq q < \infty$	1.1250

图 3B

索引 $c(n)$	量化等级 $e(n)/\Delta(n)$	校正因子 $\alpha(c(n))$
0	$-\infty \leq q < -0.5$	1.0625
1	$-0.5 \leq q < 0.5$	0.9375
2	$0.5 \leq q < \infty$	1.0625

图 3A

索引 $c(n)$	量化等级 $e(n)/\Delta(n)$	校正因子 $\alpha(c(n))$
0	$-\infty \leq q < -2.0$	1.1250
1	$-2.0 \leq q < -1.0$	1.0000
2	$-1.0 \leq q < 0.0$	0.9375
3	$0.0 \leq q < 1.0$	0.9375
4	$1.0 \leq q < 2.0$	1.0000
5	$2.0 \leq q < \infty$	1.1250

图 3D

索引 $c(n)$	量化等级 $e(n)/\Delta(n)$	校正因子 $\alpha(c(n))$
0	$-\infty \leq q < -1.5$	1.0625
1	$-1.5 \leq q < -0.5$	1.0000
2	$-0.5 \leq q < 0.5$	0.9375
3	$0.5 \leq q < 1.5$	1.0000
4	$1.5 \leq q < \infty$	1.0625

图 3C

索引 $c(n)$	量化等级 $e(n)/\Delta(n)$	校正因子 $\alpha(c(n))$
0	$-\infty \leq q < -3.0$	1.1250
1	$-3.0 \leq q < -2.0$	1.1250
2	$-2.0 \leq q < -1.0$	0.9375
3	$-1.0 \leq q < 0.0$	0.9375
4	$0.0 \leq q < 1.0$	0.9375
5	$1.0 \leq q < 2.0$	0.9375
6	$2.0 \leq q < 3.0$	1.1250
7	$3.0 \leq q < \infty$	1.1250

图 3E

索引 $c(n)$	量化等级 $e(n)/\Delta(n)$	校正因子 $\alpha(c(n))$
0	$-\infty \leq q < -7.0$	1.1250
1	$-7.0 \leq q < -6.0$	1.1250
2	$-6.0 \leq q < -5.0$	1.1250
3	$-5.0 \leq q < -4.0$	1.1250
4	$-4.0 \leq q < -3.0$	0.9375
5	$-3.0 \leq q < -2.0$	0.9375
6	$-2.0 \leq q < -1.0$	0.9375
7	$-1.0 \leq q < 0.0$	0.9375
8	$0.0 \leq q < 1.0$	0.9375
9	$1.0 \leq q < 2.0$	0.9375
10	$2.0 \leq q < 3.0$	0.9375
11	$3.0 \leq q < 4.0$	0.9375
12	$4.0 \leq q < 5.0$	1.1250
13	$5.0 \leq q < 6.0$	1.1250
14	$6.0 \leq q < 7.0$	1.1250
15	$7.0 \leq q < \infty$	1.1250

图 3F