



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101615395 B

(45) 授权公告日 2011.01.12

(21) 申请号 200910151835.6

JP 6130994 A, 1994.05.13, 全文.

(22) 申请日 2009.06.25

CN 1465044 A, 2003.12.31, 全文.

(66) 本国优先权数据

WO 0235522 A1, 2002.05.02, 全文.

200810247427.6 2008.12.31 CN

US 6094630 A, 2000.07.25, 全文.

(73) 专利权人 华为技术有限公司

审查员 耿中泽

地址 518129 广东省深圳市龙岗区坂田华为  
总部办公楼

(72) 发明人 张德军 苗磊 许剑峰 齐峰岩

张清 哈维·米希尔·塔迪 李立雄  
马付伟 高扬

(51) Int. Cl.

G10L 19/08(2006.01)

G10L 19/12(2006.01)

(56) 对比文件

CN 101197576 A, 2008.06.11, 全文.

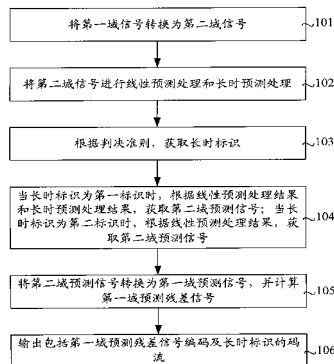
权利要求书 4 页 说明书 11 页 附图 7 页

(54) 发明名称

信号编码、解码方法及装置、系统

(57) 摘要

本发明实施例涉及一种信号编码、解码方法及装置、系统,其中编码方法包括:将第一域信号转换为第二域信号;将第二域信号进行线性预测处理和长时预测处理;根据判决准则,获取长时标识;当长时标识为第一标识时,根据线性预测处理和长时预测处理结果,获取第二域预测信号;当长时标识为第二标识时,根据线性预测处理结果,获取第二域预测信号;将所述第二域预测信号转换为第一域预测信号,并计算第一域预测残差信号;输出包括第一域预测残差信号编码及长时标识的码流。本发明实施例根据长时标识自适应的进行后续编码或解码处理过程,当长时标识为第二标识时,不需要考虑长时预测处理结果,提高了编码器的压缩性能。



1. 一种信号编码方法,其特征在于包括:  
将第一域信号转换为第二域信号;  
将第二域信号进行线性预测处理和长时预测处理;  
根据判决准则,获取长时标识;  
当长时标识为第一标识时,根据线性预测处理结果和长时预测处理结果,获取第二域预测信号;当长时标识为第二标识时,根据线性预测处理结果,获取第二域预测信号;  
将所述第二域预测信号转换为第一域预测信号,并计算第一域预测残差信号;  
输出包括第一域预测残差信号编码的码流。
2. 根据权利要求1所述的信号编码方法,其特征在于,所述线性预测处理结果包括线性预测系数、线性预测信号和线性预测残差信号;所述码流还包括所述线性预测系数。
3. 根据权利要求2所述的信号编码方法,其特征在于,所述进行长时预测处理包括:将所述线性预测残差信号进行基音搜索,获得线性预测残差信号的最佳基音或最佳基音和基音增益,并获得长时预测贡献信号。
4. 根据权利要求2所述的信号编码方法,其特征在于,在所述进行线性预测处理之前还包括:将所述第二域信号进行基音搜索,获得所述第二域信号的最佳基音。
5. 根据权利要求4所述的信号编码方法,其特征在于,所述进行长时预测处理包括:根据所述第二域信号的最佳基音,将所述线性预测残差信号进行精细化基音搜索,获得线性预测残差信号的最佳基音或最佳基音和基音增益,并获得长时预测贡献信号。
6. 根据权利要求3或5所述的信号编码方法,其特征在于,当进行基音搜索获得线性预测残差信号的最佳基音时,所述方法还包括:根据获得的最佳基音,自适应选取基音增益。
7. 根据权利要求2所述的信号编码方法,其特征在于,所述根据线性预测处理结果,获取第二域预测信号包括:将所述线性预测信号作为第二域预测信号。
8. 根据权利要求3或5所述的信号编码方法,其特征在于,  
所述根据线性预测处理结果和长时预测处理结果,获取第二域预测信号包括:将所述线性预测残差信号与所述长时预测贡献信号之和作为第二域预测信号。
9. 根据权利要求3或5所述的信号编码方法,其特征在于,所述长时预测处理结果还包括长时预测残差信号;所述根据判决准则,获取长时标识包括:  
判断线性预测残差信号能量与经验因子的乘积是否大于长时预测残差信号能量,若是,则将所述长时标识赋值为第一标识;否则将所述长时标识赋值为第二标识。
10. 根据权利要求3或5所述的信号编码方法,其特征在于,所述长时预测处理结果还包括长时预测残差信号;所述根据判决准则,获取长时标识包括:  
判断线性预测残差信号绝对值之和与经验因子的乘积是否大于长时预测残差信号绝对值之和,若是,则将所述长时标识赋值为第一标识;否则将所述长时标识赋值为第二标识。
11. 根据权利要求3或5所述的信号编码方法,其特征在于,在所述将线性预测残差信号进行基音搜索之前还包括:将线性预测残差信号进行分帧处理。
12. 根据权利要求11所述的信号编码方法,其特征在于,所述进行分帧处理具体为:将线性预测残差信号进行自适应分帧处理。
13. 根据权利要求12所述的信号编码方法,其特征在于,所述将线性预测残差信号进

行自适应分帧处理具体为：将除了前指定数样点以外的线性预测残差信号进行自适应分帧处理。

14. 根据权利要求 1 所述的信号编码方法，其特征在于，所述第一域为非线性域，所述第二域为脉冲编码调制 PCM 域。

15. 根据权利要求 1 所述的信号编码方法，其特征在于，所述输出包括第一域预测残差信号编码的码流中还包括所述长时标识编码的码流。

16. 一种信号解码方法，其特征在于包括：

将接收到的码流进行解码，得到解码后的第一域预测残差信号；

将当前帧信号的第一个样点进行解码；

从当前帧信号的第二个样点开始，对于每个当前样点，依次执行如下解码步骤：

根据已解码样点的第二域信号计算当前样点的线性预测信号；

当得到第一标识的长时标识，根据线性预测信号和长时预测贡献信号，获得第二域预测信号；所述长时预测贡献信号是根据已解码样点的线性预测残差信号得到的；否则根据线性预测信号，获得第二域预测信号；

将所述第二域预测信号转换为第一域预测信号，并根据第一域预测残差信号和第一域预测信号，解码当前样点的第一域信号；

将当前样点的第一域信号转换为第二域信号，并根据第二域信号和线性预测信号，得到线性预测残差信号。

17. 根据权利要求 16 所述的信号解码方法，其特征在于，所述根据线性预测信号和长时预测贡献信号，获得第二域预测信号包括：

若当前样点在编码端参与长时预测处理，将所述线性预测信号和所述长时预测贡献信号之和作为第二域预测信号；

若当前样点在编码端没有参与长时预测处理，将所述线性预测信号作为第二域预测信号。

18. 根据权利要求 16 或 17 所述的信号解码方法，其特征在于：

所述码流中包括最佳基音和基音增益；

或者，所述码流中包括最佳基音，所述方法还包括：根据所述最佳基音，自适应选取基音增益。

19. 根据权利要求 16 所述信号解码方法，其特征在于，所述第一域为非线性域，所述第二域为脉冲编码调制 PCM 域。

20. 一种信号编码装置，其特征在于包括：

转换模块，用于将第一域信号转换为第二域信号；以及，将第二域预测信号转换为第一域预测信号；

线性预测模块，用于将第二域信号进行线性预测处理；

长时预测模块，用于将第二域信号进行长时预测处理；

判决模块，用于根据判决准则，获取长时标识；

第二域预测模块，用于当长时标识为第一标识时，根据线性预测处理结果和长时预测处理结果，获取第二域预测信号；当长时标识为第二标识时，根据线性预测处理结果，获取第二域预测信号；

第一域预测残差模块,用于根据所述第一域预测信号,计算第一域预测残差信号;  
输出模块,用于输出包括第一域预测残差信号编码的码流。

21. 根据权利要求 20 所述的信号编码装置,其特征在于,所述线性预测处理结果包括线性预测系数、线性预测信号和线性预测残差信号;所述码流还包括所述线性预测系数;

所述长时预测模块具体用于将所述线性预测残差信号进行基音搜索,获得线性预测残差信号的最佳基音或最佳基音和基音增益,并获得长时预测贡献信号。

22. 根据权利要求 21 所述的信号编码装置,其特征在于还包括:基音增益模块,用于根据获得的最佳基音,自适应选取基音增益。

23. 根据权利要求 21 所述的信号编码装置,其特征在于:

当所述长时标识为第一标识时,所述第二域预测模块具体用于将所述线性预测残差信号与所述长时预测贡献信号之和作为第二域预测信号;

当所述长时标识为第二标识时,所述第二域预测模块具体用于将所述线性预测信号作为第二域预测信号。

24. 根据权利要求 21 所述的信号编码装置,其特征在于,所述长时预测处理结果还包括长时预测残差信号;

所述判决模块具体用于判断线性预测残差信号能量与经验因子的乘积是否大于长时预测残差信号能量,或者判断线性预测残差信号绝对值之和与经验因子的乘积是否大于长时预测残差信号绝对值之和,若是,则将所述长时标识赋值为第一标识;否则将所述长时标识赋值为第二标识。

25. 根据权利要求 21 所述的信号编码装置,其特征在于还包括:分帧模块,用于将线性预测残差信号进行分帧处理。

26. 一种信号解码装置,其特征在于包括:

码流解码模块,用于将接收到的码流进行解码,得到解码后的第一域预测残差信号;

第一样点解码模块,用于将当前帧信号的第一个样点进行解码;

线性预测模块,用于根据已解码样点的第二域信号计算当前样点的线性预测信号;

第二域预测模块,用于当得到第一标识的长时标识,根据线性预测信号和长时预测贡献信号,获得第二域预测信号;所述长时预测贡献信号是根据已解码样点的线性预测残差信号得到的;否则根据线性预测信号,获得第二域预测信号;

转换模块,用于将所述第二域预测信号转换为第一域预测信号;以及,将当前样点的第一域信号转换为第二域信号;

当前样点解码模块,用于根据第一域预测残差信号和第一域预测信号,解码当前样点的第一域信号;

线性预测残差模块,用于根据第二域信号和线性预测信号,得到线性预测残差信号。

27. 根据权利要求 26 所述的信号解码装置,其特征在于,当长时标识为第一标识且当前样点在编码端参与长时预测处理时,所述第二域预测模块具体用于将所述线性预测信号和所述长时预测贡献信号之和作为第二域预测信号;

当长时标识为第一标识且当前样点在编码端没有参与长时预测处理时,所述第二域预测模块具体用于将所述线性预测信号作为第二域预测信号。

28. 根据权利要求 26 或 27 所述的信号解码装置,其特征在于还包括:基音增益模块,

用于根据获得的最佳基音,自适应选取基音增益。

29. 一种信号编解码系统,其特征在于包括:

信号编码装置,用于将第一域信号转换为第二域信号;将第二域信号进行线性预测处理和长时预测处理;根据判决准则,获取长时标识;当长时标识为第一标识时,根据线性预测处理结果和长时预测处理结果,获取第二域预测信号;当长时标识为第二标识时,根据线性预测处理结果,获取第二域预测信号;将所述第二域预测信号转换为第一域预测信号,并计算第一域预测残差信号;输出包括第一域预测残差信号编码的码流;

信号解码装置,用于将接收到的码流进行解码,得到解码后的第一域预测残差信号及长时标识;将当前帧信号的第一个样点进行解码;从当前帧信号的第二个样点开始,对于每个当前样点,依次执行如下解码步骤:根据已解码样点的第二域信号计算当前样点的线性预测信号;当得到第一标识的长时标识,根据线性预测信号和长时预测贡献信号,获得第二域预测信号;所述长时预测贡献信号是根据已解码样点的线性预测残差信号得到的;否则根据线性预测信号,获得第二域预测信号;将所述第二域预测信号转换为第一域预测信号,并根据第一域预测残差信号和第一域预测信号,解码当前样点的第一域信号;将当前样点的第一域信号转换为第二域信号,并根据第二域信号和线性预测信号,得到线性预测残差信号。

## 信号编码、解码方法及装置、系统

### 技术领域

[0001] 本发明实施例涉及语音编解码领域,尤其涉及一种信号编码、解码方法及装置、系统。

### 背景技术

[0002] 在语音编码领域中应用的较为广泛的一种编码模型是码激励线性预测编码模型(Code Excited Linear Prediction,以下简称:CELP),该模型利用几乎是白化的激励信号激励两个时变的线性递归滤波器,该激励信号通常从高斯白噪声序列构成的码书中选取。每个滤波器的反馈环路包括一个预测器,其中一个是长时预测器(或基音预测器),用 $P(z)$ 来表示, $P(z)$ 用于产生浊音语音的音调结构(如谱的细致结构);另一个是短时预测器,用 $F(z)$ 来表示, $F(z)$ 用于恢复语音的短时谱包络。这种模型来源于它的逆过程,即 $F(z)$ 用于去除语音信号的近样点冗余度, $P(z)$ 用于去除语音信号的远样点冗余度,经过两级预测得到的归一化残差信号,该残差信号近似服从标准正态分布。

[0003] 当 CELP 模型应用于有损压缩领域时,首先将语音信号  $x(i)$  进行线性预测编码(Linear Predictive Coding,以下简称:LPC)分析,得到LPC残差信号  $res(i)$ ;在将LPC残差信号  $res(i)$  进行分帧处理后,将每个子帧信号进行长时预测(Long Term Prediction,以下简称:LTP)分析,得到对应的自适应码书和自适应码书增益,在搜索自适应码书时可以采用多种方法,例如自相关等方法;去掉LPC残差信号  $res(i)$  的长时相关性,得到LTP预测残差信号  $x_2(i)$ ;用代数码书来表针或者拟合LTP预测残差信号  $x_2(i)$ ,这样完成了整个编码过程;最后,将自适应码书和固定码书进行编码写入码流,对自适应码书增益和固定码书增益进行联合矢量量化或者标量量化,其自适应码书增益和固定码书增益是在码本中选择其中一个作为最佳增益,并将最佳增益对应的索引传到解码端。且整个编码过程均在脉冲编码调制(Pulse Code Modulation,以下简称:PCM)域进行处理。

[0004] 而在无损压缩领域的运动图像专家组音频无损编码(Moving PicturesExperts Group Audio Lossless Coding,以下简称:MPEG ALS)装置也利用了语音信号的短时和长时相关性进行预测,其处理流程为:首先对语音信号进行LPC预测,将LPC预测系数进行熵编码写入比特流,然后对LPC预测残差信号进行长时LTP预测,得到长时预测的基音和基音增益,将其写入比特流,经过LTP预测后,得到LTP预测残差信号,然后将LTP预测残差信号进行熵编码,写入比特流,整个编码过程结束。

[0005] 上述现有技术中,当语音信号的周期性较弱时,LTP处理基本没有任何贡献,在这种情况下,还将LTP预测残差信号写入比特流,使得基音增益量化消耗过多的比特数,进而降低了编码器的压缩性能。

### 发明内容

[0006] 本发明实施例提供了一种信号编码、解码方法及装置、系统,用以提高编码器的压缩性能。

- [0007] 本发明实施例提供了一种信号编码方法,包括:
- [0008] 将第一域信号转换为第二域信号;
- [0009] 将第二域信号进行线性预测处理和长时预测处理;
- [0010] 根据判决准则,获取长时标识;
- [0011] 当长时标识为第一标识时,根据线性预测处理结果和长时预测处理结果,获取第二域预测信号;当长时标识为第二标识时,根据线性预测处理结果,获取第二域预测信号;
- [0012] 将所述第二域预测信号转换为第一域预测信号,并计算第一域预测残差信号;
- [0013] 输出包括第一域预测残差信号编码码流。
- [0014] 本发明实施例提供了一种信号解码方法,包括:
- [0015] 将接收到的码流进行解码,得到解码后的第一域预测残差信号;
- [0016] 将当前帧信号的第一个样点进行解码;
- [0017] 从当前帧信号的第二个样点开始,对于每个当前样点,依次执行如下解码步骤:
- [0018] 根据已解码样点的第二域信号计算当前样点的线性预测信号;
- [0019] 当得到第一标识的长时标识,根据线性预测信号和长时预测贡献信号,获得第二域预测信号;所述长时预测贡献信号是根据已解码样点的线性预测残差信号得到的;否则根据线性预测信号,获得第二域预测信号;
- [0020] 将所述第二域预测信号转换为第一域预测信号,并根据第一域预测残差信号和第一域预测信号,解码当前样点的第一域信号;
- [0021] 将当前样点的第一域信号转换为第二域信号,并根据第二域信号和线性预测信号,得到线性预测残差信号。
- [0022] 本发明实施例提供了一种信号编码装置,包括:
- [0023] 转换模块,用于将第一域信号转换为第二域信号;以及,将第二域预测信号转换为第一域预测信号;
- [0024] 线性预测模块,用于将第二域信号进行线性预测处理;
- [0025] 长时预测模块,用于将第二域信号进行长时预测处理;
- [0026] 判决模块,用于根据判决准则,获取长时标识;
- [0027] 第二域预测模块,用于当长时标识为第一标识时,根据线性预测处理结果和长时预测处理结果,获取第二域预测信号;当长时标识为第二标识时,根据线性预测处理结果,获取第二域预测信号;
- [0028] 第一域预测残差模块,用于根据所述第一域预测信号,计算第一域预测残差信号;
- [0029] 输出模块,用于输出包括第一域预测残差信号编码的码流。
- [0030] 本发明实施例提供了一种信号解码装置,包括:
- [0031] 码流解码模块,用于将接收到的码流进行解码,得到解码后的第一域预测残差信号;
- [0032] 第一样点解码模块,用于将当前帧信号的第一个样点进行解码;
- [0033] 线性预测模块,用于根据已解码样点的第二域信号计算当前样点的线性预测信号;
- [0034] 第二域预测模块,用于当得到第一标识的长时标识,根据线性预测信号和长时预

测贡献信号,获得第二域预测信号;所述长时预测贡献信号是根据已解码样点的线性预测残差信号得到的;否则根据线性预测信号,获得第二域预测信号;

[0035] 转换模块,用于将所述第二域预测信号转换为第一域预测信号;以及,将当前样点的第一域信号转换为第二域信号;

[0036] 当前样点解码模块,用于根据第一域预测残差信号和第一域预测信号,解码当前样点的第一域信号;

[0037] 线性预测残差模块,用于根据第二域信号和线性预测信号,得到线性预测残差信号。

[0038] 本发明实施例提供了一种信号编解码系统,包括:

[0039] 信号编码装置,用于将第一域信号转换为第二域信号;将第二域信号进行线性预测处理和长时预测处理;根据判决准则,获取长时标识;当长时标识为第一标识时,根据线性预测处理结果和长时预测处理结果,获取第二域预测信号;当长时标识为第二标识时,根据线性预测处理结果,获取第二域预测信号;将所述第二域预测信号转换为第一域预测信号,并计算第一域预测残差信号;输出包括第一域预测残差信号编码的码流;

[0040] 信号解码装置,用于将接收到的码流进行解码,得到解码后的第一域预测残差信号及长时标识;将当前帧信号的第一个样点进行解码;从当前帧信号的第二个样点开始,对于每个当前样点,依次执行如下解码步骤:根据已解码样点的第二域信号计算当前样点的线性预测信号;当得到第一标识的长时标识,根据线性预测信号和长时预测贡献信号,获得第二域预测信号;所述长时预测贡献信号是根据已解码样点的线性预测残差信号得到的;否则根据线性预测信号,获得第二域预测信号;将所述第二域预测信号转换为第一域预测信号,并根据第一域预测残差信号和第一域预测信号,解码当前样点的第一域信号;将当前样点的第一域信号转换为第二域信号,并根据第二域信号和线性预测信号,得到线性预测残差信号。

[0041] 本发明实施例根据长时标识自适应的进行后续编码或解码处理过程,当长时标识为第二标识时,不需要考虑长时预测处理结果,提高了编码器的压缩性能。

## 附图说明

[0042] 图1为本发明实施例一信号编码方法的流程图;

[0043] 图2为本发明实施例二信号编码方法的流程图;

[0044] 图3为本发明实施例二信号编码方法中分帧处理后一帧信号的示意图;

[0045] 图4为本发明实施例一信号解码方法的流程图;

[0046] 图5为本发明实施例二信号解码方法的流程图;

[0047] 图6为本发明实施例二信号解码方法中步骤404的流程图;

[0048] 图7为本发明实施例二信号解码方法中步骤405的流程图;

[0049] 图8为本发明实施例信号编码装置的结构示意图;

[0050] 图9为本发明实施例信号解码装置的结构示意图;

[0051] 图10为本发明实施例信号编解码系统的结构示意图。



## 具体实施方式

[0052] 下面通过附图和实施例,对本发明实施例的技术方案做进一步的详细描述。

[0053] 如图 1 所示,为本发明实施例一信号编码方法的流程图,具体包括如下步骤:

[0054] 步骤 101、将第一域信号转换为第二域信号;

[0055] 步骤 102、将第二域信号进行线性预测处理和长时预测处理;

[0056] 步骤 103、根据判决准则,获取长时标识;

[0057] 步骤 104、当长时标识为第一标识时,根据线性预测处理结果和长时预测处理结果,获取第二域预测信号;当长时标识为第二标识时,根据线性预测处理结果,获取第二域预测信号;

[0058] 步骤 105、将第二域预测信号转换为第一域预测信号,并计算第一域预测残差信号;

[0059] 步骤 106、输出包括第一域预测残差信号编码的码流。

[0060] 本实施例中,根据判决准则得到长时标识,当长时标识为第一标识时,根据线性预测处理结果和长时预测处理结果,获取第二域预测信号,当长时标识为第二标识时,根据线性预测处理结果,获取第二域预测信号,根据第二域预测信号,得到编码码流;本实施例根据长时标识自适应的进行后续编码处理过程,当长时标识为第二标识时,不需要考虑长时预测处理结果,提高了编码器的压缩性能。

[0061] 如图 2 所示,为本发明实施例二信号编码方法的流程图,本实施例中,第一域具体为非线性域,更进一步,第一域可以为 A 域 (A-Law) 或 Mu 域 (Mu-Law),第二域具体为 PCM 域;线性预测处理具体为 LPC 处理,长时预测处理具体为 LTP 处理。

[0062] 本实施例具体包括如下步骤:

[0063] 步骤 201、将非线性域信号转换为 PCM 域信号;

[0064] 用  $x(i)$  表示非线性域信号,用  $y(i)$  表示 PCM 域信号,假设这个转换过程有精度损失,则其对应的反转换过程没有精度损失。

[0065] 步骤 202、将 PCM 域整帧信号  $y(i)$  进行 LPC 处理,得到线性预测处理结果;该线性预测处理结果包括作为线性预测信号的 LPC 预测信号  $y'(i)$ 、线性预测系数,如下式所示:

$$[0066] \quad y'(i) = \sum_{j=1}^{lpc\_order} a_j \cdot y(i-j), i=1,2,\dots,L-1 \quad (1)$$

[0067] 其中,  $a_j$  为线性预测系数,  $L$  为帧长,  $lpc\_order$  为线性预测阶数;设  $y'(0) = 0$ , 当  $i < 0$  时,  $y(i) = 0$ 。

[0068] 步骤 203、根据 PCM 域信号  $y(i)$  和 LPC 预测信号  $y'(i)$ , 计算作为线性预测残差信号的 LPC 残差信号  $res(i)$ ; 其中 LPC 残差信号也可以理解为线性预测处理结果;

$$[0069] \quad res(i) = y(i) - y'(i), i = 0, 1, \dots, L-1 \quad (2)$$

[0070] 步骤 204、将 LPC 残差信号  $res(i)$  进行分帧处理后,进行 LTP 处理,得到长时预测处理结果;其中进行分帧处理为可选步骤,分帧处理可以具体为自适应分帧处理;该长时预测处理结果包括基音、基音增益;

[0071] 具体地说,本步骤进行 LTP 处理可以包括:将 LPC 残差信号进行基音搜索,得到 LPC 残差信号的最佳基音,也可以得到 LPC 残差信号的最佳基音和基音增益。

[0072] 本步骤也可以具体包括:若不进行分帧处理,则将当前帧 PCM 域信号进行基音搜

索,得到 PCM 域信号的最佳基音,然后根据 PCM 域信号的最佳基音,将 LPC 残差信号进行精细化搜索,获得 LPC 残差信号的最佳基音,或者获得 LPC 残差信号的最佳基音和基音增益;若进行分帧处理,则在分帧处理之前,将当前帧 PCM 域信号进行基音搜索,得到 PCM 域信号的最佳基音,将当前帧 PCM 域信号的最佳基音作为第 1 子帧的最佳基音,根据该最佳基音对 LPC 残差信号进行分帧处理;在残差域对每个子帧的基音进行精细化搜索,每个子帧的基音可以在上一个子帧基音周围进行搜索,有利于对子帧基音进行差分编码,进而得到每个子帧的最佳基音,或者最佳基音和基音增益。

[0073] 在上述进行基音搜索的过程中,若没有得到基音增益,本实施例也可以根据得到的最佳基音,自适应选取基音增益。

[0074] 在 LPC 处理过程中,前若干个样点的预测结果一般不准确,为了避免对 LTP 性能产生影响,本实施例指定前 M 个样点不参与 LTP 处理, M 为指定数;对除了前 M 个样点以外样点的 LPC 残差信号  $res(i)$  进行基音搜索,得到每个子帧的基音、基音增益和 LTP 预测残差信号  $z(i)$ 。

[0075] 如图 3 所示,为本发明实施例二信号编码方法中分帧处理后一帧信号的示意图,对于前 M 个样点,不参与分帧处理和 LTP 处理, M 与  $lpc\_order$  的关系是:  $0 \leq M \leq lpc\_order$ ;用  $T_1$  表示第 1 个子帧的基音,标号为 M 到  $T_1+M-1$  范围内的样点为缓冲区内的样点;设  $n_0 = T_1+M$ ,标号为  $n_0$  到  $n_1-1$  范围内的样点为第 1 个子帧内的样点,第 1 个子帧的长度为  $N_1 = n_1-n_0$ ;依此类推,标号为  $n_{j-1}$  到  $n_j-1$  范围内的样点为第 j 个子帧内的样点,第 j 个子帧的长度为  $N_j = n_j-n_{j-1}$ ;一帧信号总样点个数为 L。

[0076] 对于标号为 0 到  $T_1+M-1$  范围内样点来说,则有:

$$[0077] \quad z(i) = res(i), i = 0, 1, \dots, T_1+M-1. \quad (3)$$

[0078] 对于第 1 个子帧的样点来说,则有:

$$[0079] \quad z(i) = res(i) - g_1 \cdot res(i - T_1), i = n_0, \dots, n_1-1. \quad (4)$$

[0080] 其中,  $g_1$  表示第 1 个子帧的基音增益;

[0081] 对于第 j 个子帧的样点来说,则有:

$$[0082] \quad z_j(i) = res_j(i) - g_j \cdot res_j(i - T_j), i = n_{j-1}, \dots, n_j-1. \quad (5)$$

[0083] 其中,  $T_j$  表示第 j 个子帧的基音,  $g_j$  表示第 j 个子帧的基音增益。

[0084] 步骤 205、判断没有经过 LTP 处理的 LPC 残差信号  $res(i)$  能量与经验因子的乘积是否大于经过 LTP 处理后的 LTP 预测残差信号  $z(i)$  能量,若是,则执行步骤 206;否则执行步骤 207;

$$[0085] \quad E1 = \sum_{i=k}^{L-1} z(i) \cdot z(i) \quad (6)$$

$$[0086] \quad E = \sum_{i=k}^{L-1} res(i) \cdot res(i) \quad (7)$$

[0087]  $E1$  表示 LTP 预测残差信号  $z(i)$  能量,  $E$  表示 LPC 残差信号  $res(i)$  能量,  $k$  可以为 0 或 M;本步骤具体为判断  $E \cdot fac$  是否大于  $E1$ ,其中  $fac$  为经验因子,一般取  $fac = 0.94$ 。

[0088] 作为另外一种实施方式,本步骤还可以为:判断没有经过 LTP 处理的 LPC 残差信号  $res(i)$  绝对值之和与经验因子的乘积是否大于经过 LTP 处理后的 LTP 预测残差信号  $z(i)$  绝对值之和,若是,则执行步骤 206;否则执行步骤 207。

[0089] 步骤 206、将长时标识 Tflag 赋值为第一标识,具体地,可以使 Tflag 等于 1;执行步骤 208;

[0090] 长时标识可以为 LTP 模块的触发信号,Tflag 等于 1,说明 LTP 模块处于打开状态。

[0091] 步骤 207、将长时标识 Tflag 赋值为第二标识,具体地,可以使 Tflag 等于 0;执行步骤 210;Tflag 等于 0,说明 LTP 模块处于关闭状态。

[0092] 步骤 208、根据基音、基音增益以及 LPC 残差信号  $res(i)$ ,得到作为长时预测贡献信号的 LTP 贡献信号  $res'(i)$ ;本步骤也可以在步骤 204 中执行,也就是说,本步骤可以理解为属于 LPC 处理过程,长时预测处理结果还包括 LTP 贡献信号  $res'(i)$ ;如式 (8) 所示:

$$[0093] \quad res'(i) = g \cdot res(i-T) \quad (8)$$

[0094] 步骤 209、将 LPC 预测信号  $y'(i)$  与 LTP 贡献信号  $res'(i)$  之和作为 PCM 预测信号  $y''(i)$ ,执行步骤 211;如式 (9) 所示:

$$[0095] \quad y''(i) = y'(i) + res'(i) \quad (9)$$

[0096] 步骤 210、将 LPC 预测信号  $y'(i)$  作为 PCM 预测信号  $y''(i)$ ,执行步骤 211;如式 (10) 所示:

$$[0097] \quad y''(i) = y'(i) \quad (10)$$

[0098] 步骤 211、将 PCM 预测信号  $y''(i)$  转换为非线性域预测信号  $x'(i)$ ;如式 (11) 所示:

$$[0099] \quad x'(i) = PCM2A[y''(i)] \quad (11)$$

[0100] 函数 PCM2A[] 表示将 PCM 域信号转换为 A 域。

[0101] 步骤 212、计算  $x(i)$  与  $x'(i)$  的差值,得到非线性域预测残差信号,并将非线性域预测残差信号进行熵编码;

[0102] 步骤 213、输出包括非线性域预测残差信号熵编码及长时标识的码流;具体地,当 Tflag 等于 0 时,该码流还包括 LPC 预测系数  $a_j$ ;当 Tflag 等于 1 时,该码流还包括 LPC 预测系数  $a_j$ 、基音、基音增益。

[0103] 某些实施方式中,在变长编码领域,当 Tflag 等于 0 时,即关闭 LTP 模块,可以不输出长时标识的码流;当 Tflag 等于 1 时,即打开 LTP 模块,则输出包含第一标识的长时标识的码流,该码流还包括 LPC 预测系数  $a_j$ 、基音、基音增益。

[0104] 本实施例中,通过判断没有经过 LTP 处理的 LPC 残差信号能量与经验因子的乘积是否大于经过 LTP 处理后的 LTP 预测残差信号能量来确定 LTP 模块的打开或关闭的状态,当语音信号的周期性较弱,LTP 处理基本没有任何贡献时,LTP 模块处于关闭的状态,因此没有考虑 LTP 贡献信号,减少了消耗的比特数,提高了编码器的压缩性能。

[0105] 如图 4 所示,为本发明实施例一信号解码方法的流程图,具体包括如下步骤:

[0106] 步骤 301、将接收到的码流进行解码,得到解码后的第一域预测残差信号;

[0107] 步骤 302、将当前帧信号的第一个样点进行解码;

[0108] 从当前帧信号的第二个样点开始,对于每个当前样点,依次执行如下解码步骤 303-306:

[0109] 步骤 303、根据已解码样点的第二域信号计算当前样点的线性预测信号和线性预测残差信号;

[0110] 步骤 304、当得到第一标识的长时标识,根据线性预测信号和长时预测贡献信号,

获得第二域预测信号；否则根据线性预测信号，获得第二域预测信号；其中长时预测贡献信号是根据已解码样点的线性预测残差信号得到的；

[0111] 步骤 305、将第二域预测信号转换为第一域预测信号，并根据第一域预测残差信号和第一域预测信号，解码当前样点的第一域信号；

[0112] 步骤 306、将当前样点的第一域信号转换为第二域信号。

[0113] 本实施例根据长时标识自适应的进行后续解码处理过程，当长时标识为第二标识时，不需要考虑长时预测贡献信号，降低了解码复杂度。

[0114] 如图 5 所示，为本发明实施例二信号解码方法的流程图，本实施例可以与本发明实施例二信号编码方法相对应，其中术语和参数表达式的含义与本发明实施例二信号编码方法相同。本实施例具体包括如下步骤：

[0115] 步骤 401、将接收到的码流进行解码，得到解码后的非线性域预测残差信号和长时标识；

[0116] 某些实施方式中，如果编码码流中包括长时标识编码的码流，则可以解码获得长时标识，具体地，当长时标识 Tflag 等于 0 时，该码流还包括 LPC 预测系数  $a_j$ ；当长时标识 Tflag 等于 1 时，该码流还包括 LPC 预测系数  $a_j$ 、最佳基音，进一步还可以包括基音增益。若码流中不包括基音增益，则本实施例还包括：根据最佳基音，自适应选取基音增益。

[0117] 用  $d(i)$  表示非线性域预测残差信号，则有：

$$[0118] \quad d(i) = x(i) - x'(i), \quad i = 0, 1, \dots, L-1 \quad (12)$$

[0119] 由此可得，通过下式 (13) 可以获取需要解码出的非线性域信号  $x(i)$ ：

$$[0120] \quad x(i) = d(i) + x'(i), \quad i = 0, 1, \dots, L-1 \quad (13)$$

[0121] 步骤 402、将当前帧信号的第一个样点进行解码；

[0122] 由于第一个样点没有进行 LPC 处理，因此，第一个样点的非线性域预测信号  $x'(0) = 0$ ，由式 (13) 可知非线性域的第一个样点可以无损解码，即  $x(0) = d(0)$ 。

[0123] 为了后续解码过程，本实施例需要保留第一个样点的 PCM 域信号  $y(0)$  以及 LPC 预测残差信号  $res(0)$ （即线性预测残差信号），其中：

$$[0124] \quad y(0) = A2PCM[x(0)], \quad res(0) = y(0) \quad (14)$$

[0125] 函数 A2PCM[] 表示将 A 域信号转换到 PCM 域。

[0126] 某些实施方式中，在变长编码领域，将接收到的码流进行解码，得到解码后的第一域预测残差信号，不会得到包含第二标识的长时标识，当还得到第一长时标识时，则说明 LTP 模块打开；当没有得到第一长时标识时，则说明 LTP 模块关闭。当得到第一标识的长时标识，根据线性预测信号和长时预测贡献信号，获得第二域预测信号；所述长时预测贡献信号是根据已解码样点的线性预测残差信号得到的；否则根据线性预测信号，获得第二域预测信号。

[0127] 步骤 403、判断长时标识的值是否为第一标识，若是，则执行步骤 404-405；否则执行步骤 406-408；

[0128] LTP 模块具有打开 (Tflag 等于 1) 和关闭 (Tflag 等于 0) 两种状态，在本步骤中，判断 Tflag 是否等于 1；当然，也可以判断 Tflag 是否等于 0。不同的状态对应后续不同的解码过程。

[0129] 本实施例执行完步骤 403 后，下述解码过程为一个循环递归的过程，从当前帧信

号的第二个样点开始,对于每个当前样点,依次执行如下解码步骤。

[0130] 某些实施方式中,如果编码端不对第二标识的长时标识进行编码输出,则判断是否得到第一标识的长时标识,若是,则执行步骤 404-405;否则执行步骤 406-408。

[0131] 步骤 404、将除了第一个样点以外的前  $T_1+M-1$  个样点进行解码;

[0132] 由于本实施例与本发明实施例二信号编码方法相对应,即在编码过程中,当前帧信号的前  $M$  个样点不参与 LTP 处理,所以本实施例预先对前  $M$  个样点以及缓冲区内的样点进行解码。如图 6 所示,为本发明实施例二信号解码方法中步骤 404 的流程图,进一步的,本步骤可以具体包括:

[0133] 步骤 4041、通过式 (15),根据已解码样点的 PCM 域信号  $y(i)$ ,计算当前样点的 LPC 预测信号  $y'(i)$ ;

$$[0134] \quad y'(i) = \sum_{j=1}^{lpc\_order} a_j \cdot y(i-j), i = 1, 2, \dots, T_1 + M - 1 \quad (15)$$

[0135] 其中,当  $i \leq 0$  时,  $y(i) = 0$ 。

[0136] 举例来说,若当前样点为当前帧信号的第二个样点,则已解码样点为当前帧信号的第一个样点,则可参考步骤 402 的解码结果。

[0137] 步骤 4042、根据当前样点的 LPC 预测信号  $y'(i)$ ,得到 PCM 域预测信号  $y''(i)$ ;由于前  $T_1+M$  个样点没有参与 LTP 处理,所以  $y''(i) = y'(i)$ ,即将当前样点的 LPC 预测信号赋值给 PCM 域预测信号  $y''(i)$ ;

[0138] 步骤 4043、将 PCM 域预测信号  $y''(i)$  转换为非线性域预测信号  $x'(i)$ ;

$$[0139] \quad x'(i) = \text{PCM2A}[y''(i)] \quad (16)$$

[0140] 步骤 4044、通过式 (13),根据非线性域预测信号  $x'(i)$  和非线性域预测残差信号  $d(i)$ ,得到非线性域信号  $x(i)$ ;

[0141] 步骤 4045、为了后续样点解码过程,将非线性域信号  $x(i)$  转换为 PCM 域信号  $y(i)$ ,根据 PCM 域信号  $y(i)$  和 LPC 预测信号  $y'(i)$ ,得到 LPC 残差信号  $\text{res}(i)$ ;

$$[0142] \quad \text{res}(i) = y(i) - y'(i), i = 0, 1, \dots, T_1 + M - 1 \quad (17)$$

[0143] 步骤 405、将除了前  $T_1+M$  个样点以外各个子帧信号进行解码;

[0144] 如图 7 所示,为本发明实施例二信号解码方法中步骤 405 的流程图,本步骤可以具体包括:

[0145] 步骤 4051、通过式 (18),根据已解码样点的 PCM 域信号  $y(i)$ ,得到当前样点的 LPC 预测信号  $y'(i)$ ;

$$[0146] \quad y'(i) = \sum_{j=1}^{lpc\_order} a_j \cdot y(i-j), i = n_0, \dots, L - 1 \quad (18)$$

[0147] 其中,当  $i \leq 0$  时,  $y(i) = 0$ 。

[0148] 举例来说,若当前样点为第 1 个子帧的第一个样点,则已解码样点为前  $T_1+M$  个样点,则可参考步骤 404 的解码结果。

[0149] 步骤 4052、通过式 (19),根据当前样点的 LPC 预测信号  $y'(i)$ ,得到 PCM 域预测信号  $y''(i)$ ;

$$[0150] \quad y''(i) = y'(i) + \text{res}'(i) = y'(i) + g \cdot \text{res}(i-T) \quad (19)$$

[0151] 步骤 4053、将 PCM 域预测信号  $y''(i)$  转换为非线性域预测信号  $x'(i)$ ;

$$[0152] \quad x'(i) = \text{PCM2A}[y''(i)] \quad (20)$$

[0153] 步骤 4054、通过式 (13), 根据非线性域预测信号  $x'(i)$  和非线性域预测残差信号  $d(i)$ , 得到非线性域信号  $x(i)$ ;

[0154] 步骤 4055、为了后续样点解码过程, 将非线性域信号  $x(i)$  转换为 PCM 域信号  $y(i)$ , 根据 PCM 域信号  $y(i)$  和 LPC 预测信号  $y'(i)$ , 得到 LPC 残差信号  $\text{res}(i)$ ;

$$[0155] \quad \text{res}(i) = y(i) - y'(i), i = n_0, \dots, L-1 \quad (21)$$

[0156] 当前样点解码结束后, 进行后续样点的解码过程时, 步骤 4055 得到的 LPC 残差信号用于计算后续样点的 PCM 域预测信号。

[0157] 步骤 406、通过式 (22), 根据已解码样点的 PCM 域信号  $y(i)$ , 得到当前样点的 LPC 预测信号  $y'(i)$ ;

$$[0158] \quad y'(i) = \sum_{j=1}^{\text{lpc\_order}} a_j \cdot y(i-j), i = 1, 2, \dots, L-1 \quad (22)$$

[0159] 其中, 当  $i \leq 0$  时,  $y(i) = 0$ 。

[0160] 步骤 407、将 LPC 预测信号  $y'(i)$  作为 PCM 域预测信号, 并将 PCM 域预测信号转换为非线性域预测信号  $x'(i)$ ;

[0161] 由于 LTP 模块为关闭状态, 当前帧信号的所有样点均没有参与 LTP 处理, 因此,  $y''(i) = y'(i)$ , 可直接将  $y'(i)$  转换为  $x'(i)$ 。

[0162] 步骤 408、通过式 (13), 根据非线性域预测信号  $x'(i)$  和非线性域预测残差信号  $d(i)$ , 得到非线性域信号  $x(i)$ 。

[0163] 本实施例根据长时标识自适应的进行后续解码处理过程, 当长时标识为第二标识时, 不需要考虑长时预测贡献信号, 降低了解码复杂度。

[0164] 如图 8 所示, 为本发明实施例信号编码装置的结构示意图, 具体包括: 转换模块 11、线性预测模块 12、长时预测模块 13、判决模块 14、第二域预测模块 15、第一域预测残差模块 16、输出模块 17; 其中, 转换模块 11 将第一域信号转换为第二域信号; 以及, 将第二域预测信号转换为第一域预测信号; 线性预测模块 12 将第二域信号进行线性预测处理; 长时预测模块 13 将第二域信号进行长时预测处理; 判决模块 14 根据判决准则, 获取长时标识; 当长时标识为第一标识时, 第二域预测模块 15 根据线性预测处理结果和长时预测处理结果, 获取第二域预测信号; 当长时标识为第二标识时, 第二域预测模块 15 根据线性预测处理结果, 获取第二域预测信号; 第一域预测残差模块 16 根据第一域预测信号, 计算第一域预测残差信号; 输出模块 17 输出包括第一域预测残差信号编码的码流。

[0165] 上述线性预测处理结果可以包括线性预测系数、线性预测信号和线性预测残差信号; 上述码流还可以包括线性预测系数。

[0166] 进一步的, 长时预测模块 13 可以将线性预测残差信号进行基音搜索, 获得线性预测残差信号的最佳基音或最佳基音和基音增益, 并获得长时预测贡献信号。长时预测处理结果可以包括最佳基音或最佳基音和基音增益、长时预测贡献信号, 还可以包括长时预测残差信号。

[0167] 当长时标识为第一标识时, 第二域预测模块 15 将线性预测残差信号与长时预测贡献信号之和作为第二域预测信号; 当长时标识为第二标识时, 第二域预测模块 15 将线性预测信号作为第二域预测信号。

[0168] 判决模块 14 可以采用两种判决准则,一种为判断线性预测残差信号能量与经验因子的乘积是否大于长时预测残差信号能量;另一种为判断线性预测残差信号绝对值之和与经验因子的乘积是否大于长时预测残差信号绝对值之和;当判决结果为是时,则将长时标识赋值为第一标识;当判决结果为否时,将长时标识赋值为第二标识。

[0169] 本实施例还可以包括基音增益模块,该基音增益模块根据获得的最佳基音,自适应选取基音增益;另外还可以包括分帧模块,该分帧模块将线性预测残差信号进行分帧处理。

[0170] 本实施例根据长时标识自适应的进行后续编码处理过程,当长时标识为第二标识时,不需要考虑长时预测处理结果,提高了编码器的压缩性能。

[0171] 如图 9 所示,为本发明实施例信号解码装置的结构示意图,具体包括:码流解码模块 21、第一样点解码模块 22、线性预测模块 23、第二域预测模块 24、转换模块 25、当前样点解码模块 26、线性预测残差模块 27;其中,码流解码模块 21 将接收到的码流进行解码,得到解码后的第一域预测残差信号;第一样点解码模块 22 将当前帧信号的第一个样点进行解码;线性预测模块 23 根据已解码样点的第二域信号计算当前样点的线性预测信号;当得到第一标识的长时标识,第二域预测模块 24 根据线性预测信号和长时预测贡献信号,获得第二域预测信号;所述长时预测贡献信号是根据已解码样点的线性预测残差信号得到的;否则第二域预测模块 24 根据线性预测信号,获得第二域预测信号;转换模块 25 将第二域预测信号转换为第一域预测信号;以及,将当前样点的第一域信号转换为第二域信号;当前样点解码模块 26 根据第一域预测残差信号和第一域预测信号,解码当前样点的第一域信号;线性预测残差模块 27 根据第二域信号和线性预测信号,得到线性预测残差信号。

[0172] 进一步的,当长时标识为第一标识且当前样点在编码端参与长时预测处理时,第二域预测模块 24 将线性预测信号和长时预测贡献信号之和作为第二域预测信号;当长时标识为第一标识且当前样点在编码端没有参与长时预测处理时,第二域预测模块 24 将线性预测信号作为第二域预测信号。

[0173] 本实施例还可以包括基音增益模块,该基音增益模块根据获得的最佳基音,自适应选取基音增益。

[0174] 本实施例根据长时标识自适应的进行后续解码处理过程,当长时标识为第二标识时,不需要考虑长时预测贡献信号,降低了解码复杂度。

[0175] 如图 10 所示,为本发明实施例信号编解码系统的结构示意图,具体包括信号编码装置 31 和信号解码装置 32。

[0176] 信号编码装置 31 具体用于:将第一域信号转换为第二域信号;将第二域信号进行线性预测处理和长时预测处理;根据判决准则,获取长时标识;当长时标识为第一标识时,根据线性预测处理结果和长时预测处理结果,获取第二域预测信号;当长时标识为第二标识时,根据线性预测处理结果,获取第二域预测信号;将第二域预测信号转换为第一域预测信号,并计算第一域预测残差信号;输出包括第一域预测残差信号编码;

[0177] 信号解码装置 32 具体用于:将接收到的码流进行解码,得到解码后的第一域预测残差信号;将当前帧信号的第一个样点进行解码;从当前帧信号的第二个样点开始,对于每个当前样点,依次执行如下解码步骤:根据已解码样点的第二域信号计算当前样点的线性预测信号;当得到第一标识的长时标识,根据线性预测信号和长时预测贡献信号,获得第

二域预测信号;长时预测贡献信号是根据已解码样点的线性预测残差信号得到的;否则根据线性预测信号,获得第二域预测信号;将第二域预测信号转换为第一域预测信号,并根据第一域预测残差信号和第一域预测信号,解码当前样点的第一域信号;将当前样点的第一域信号转换为第二域信号,并根据第二域信号和线性预测信号,得到线性预测残差信号。

[0178] 进一步的,本实施例中信号编码装置 31 可以为上述本发明实施例信号编码装置中所述的任一信号编码装置,信号解码装置 32 可以为上述本发明实施例信号解码装置中所述的任一信号解码装置。

[0179] 本领域普通技术人员可以理解:实现上述方法实施例的全部或部分步骤可以通过程序指令相关的硬件来完成,前述的程序可以存储于一计算机可读取存储介质中,该程序在执行时,执行包括上述方法实施例的步骤,而前述的存储介质包括:ROM、RAM、磁碟或者光盘等各种可以存储程序代码的介质。

[0180] 最后应说明的是:以上实施例仅用以说明本发明实施例的技术方案,而非对其限制;尽管参照前述实施例对本发明实施例进行了详细的说明,本领域的普通技术人员应当理解:其依然可以对前述各实施例所记载的技术方案进行修改,或者对其中部分技术特征进行等同替换;而这些修改或者替换,并不使相应技术方案的本质脱离本发明实施例各实施例技术方案的精神和范围。



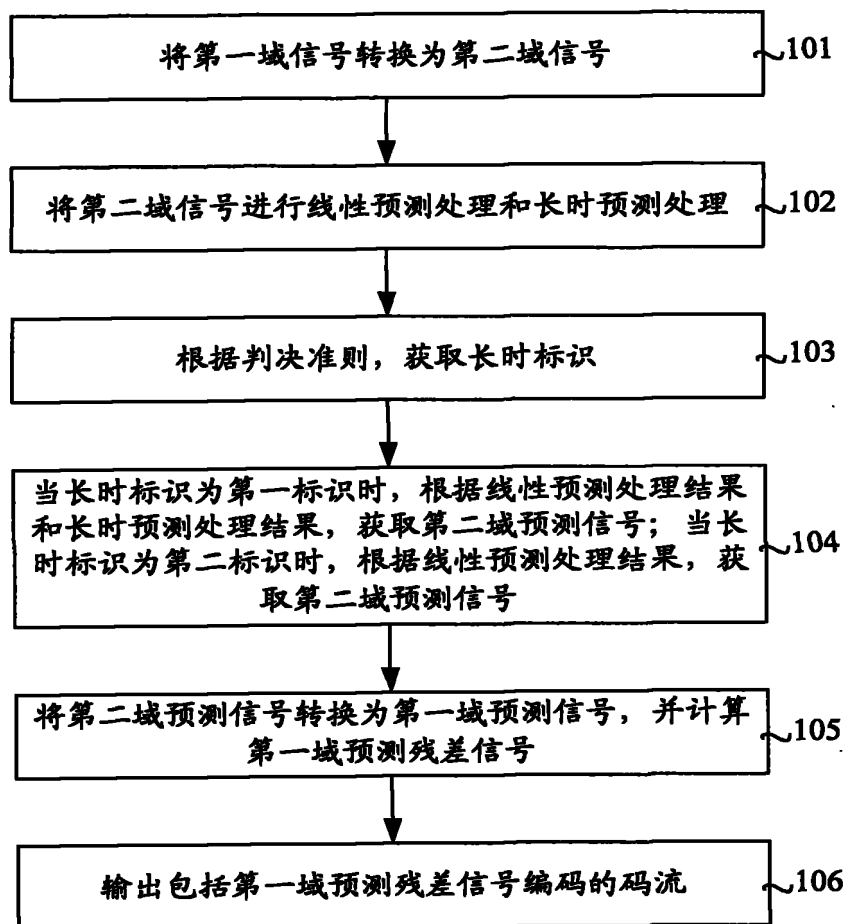


图 1

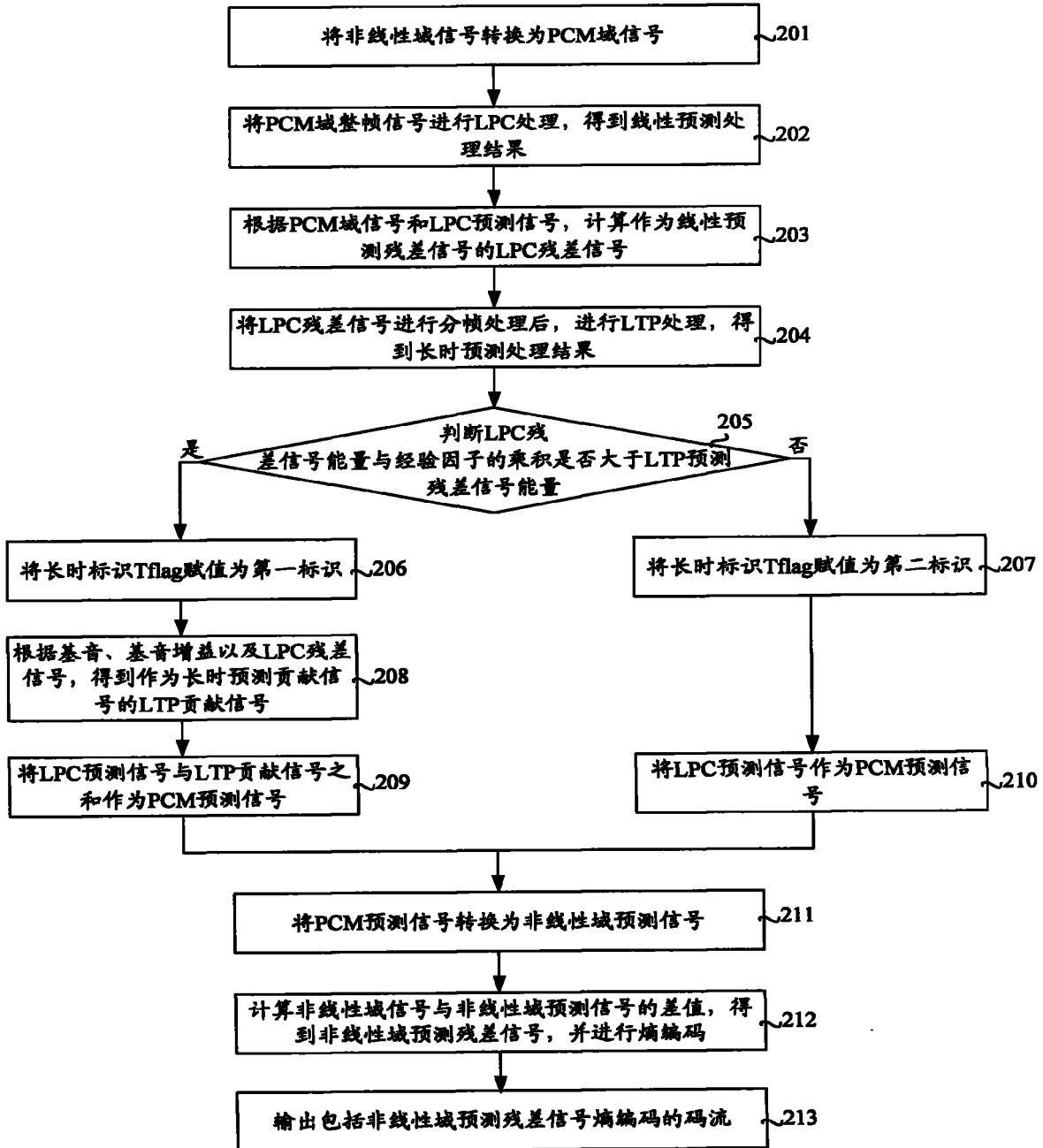


图 2

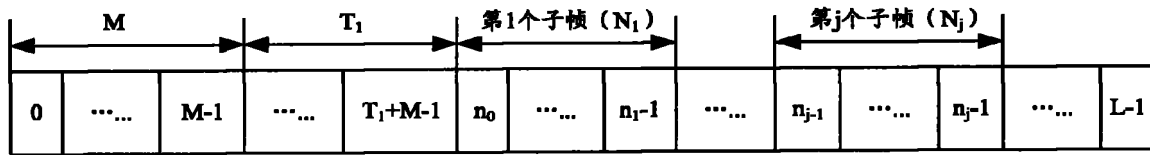


图 3

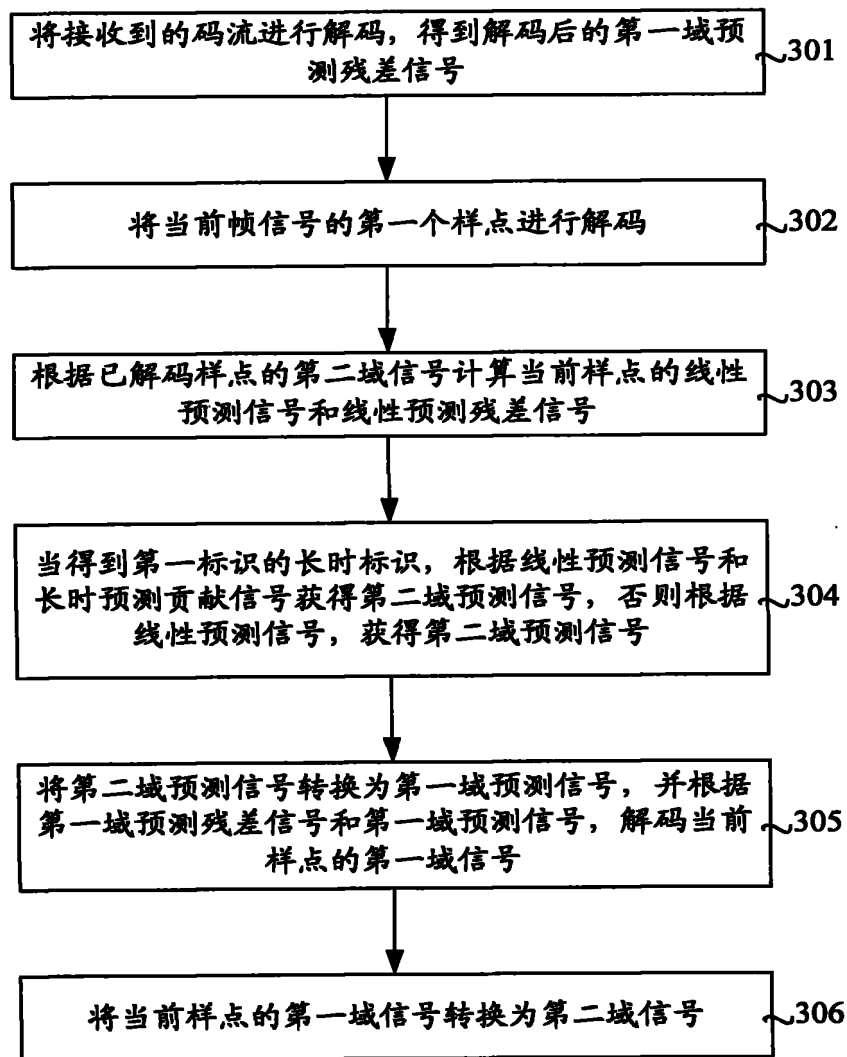


图 4

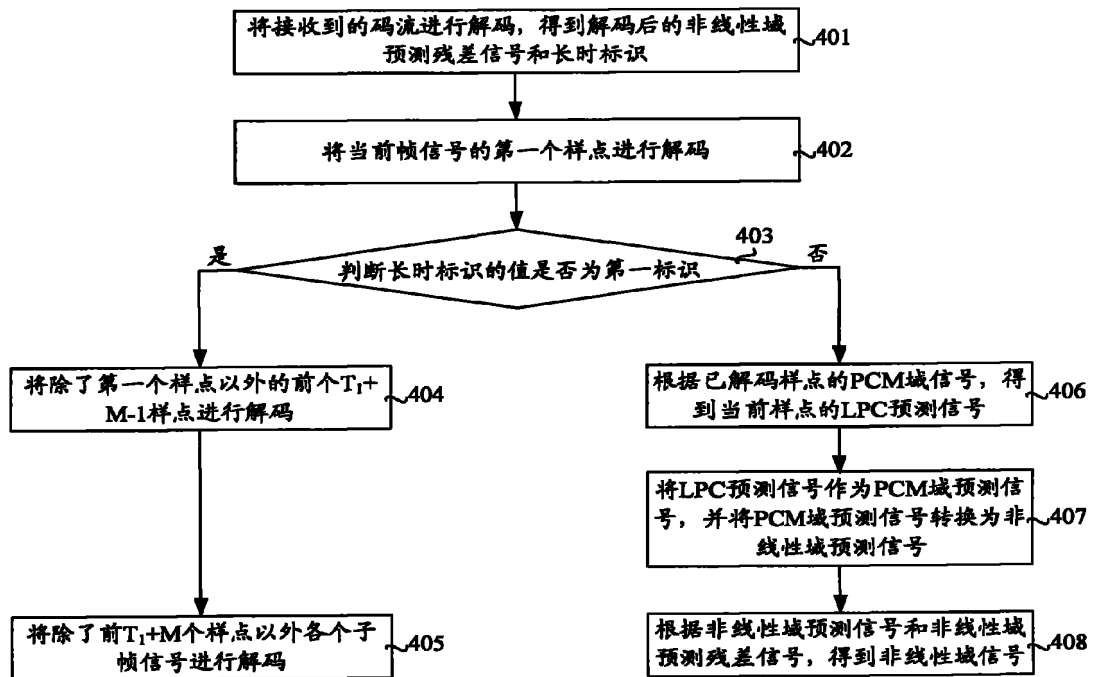


图 5

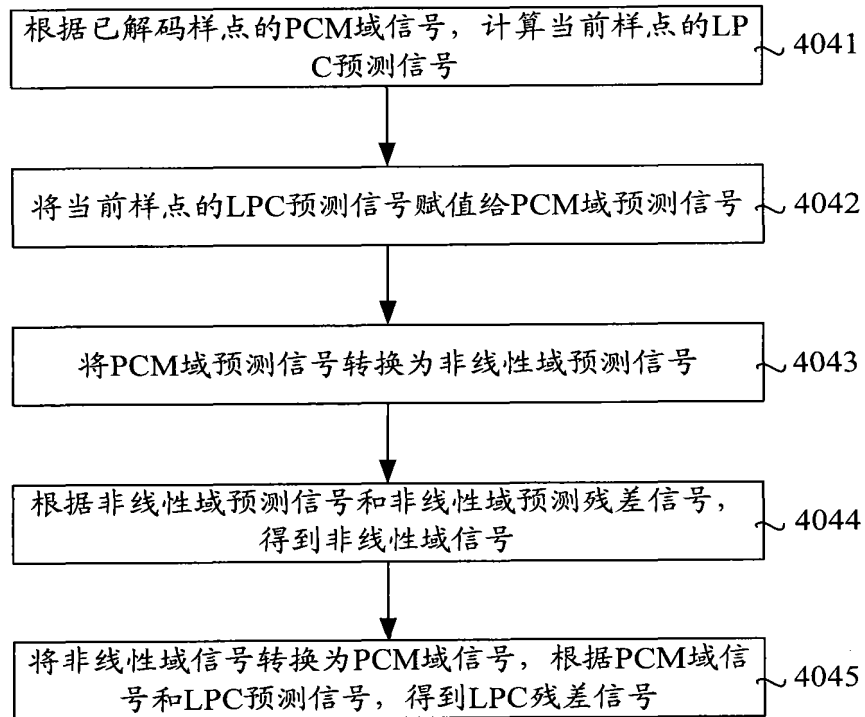


图 6

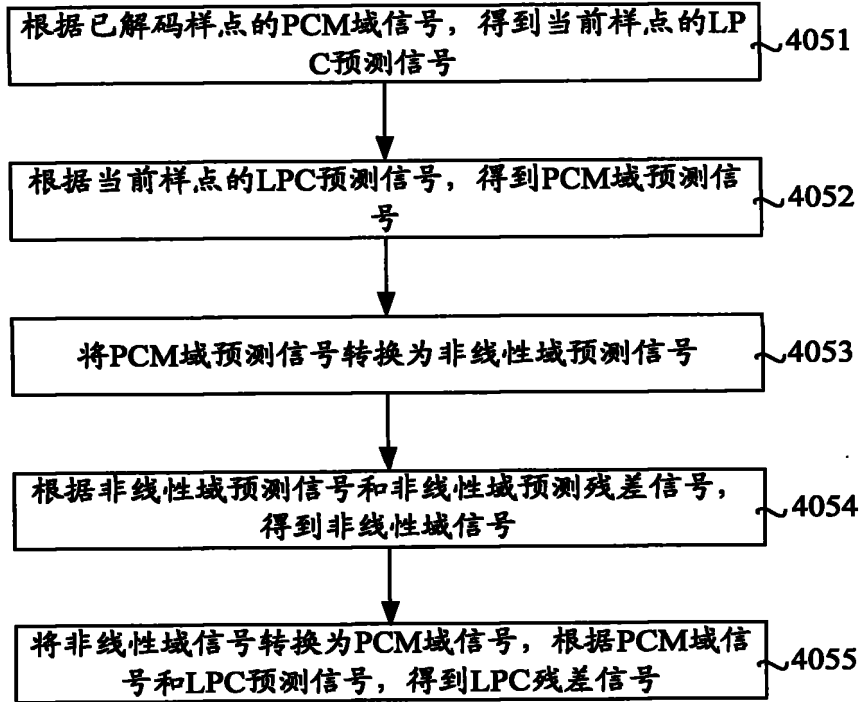


图 7

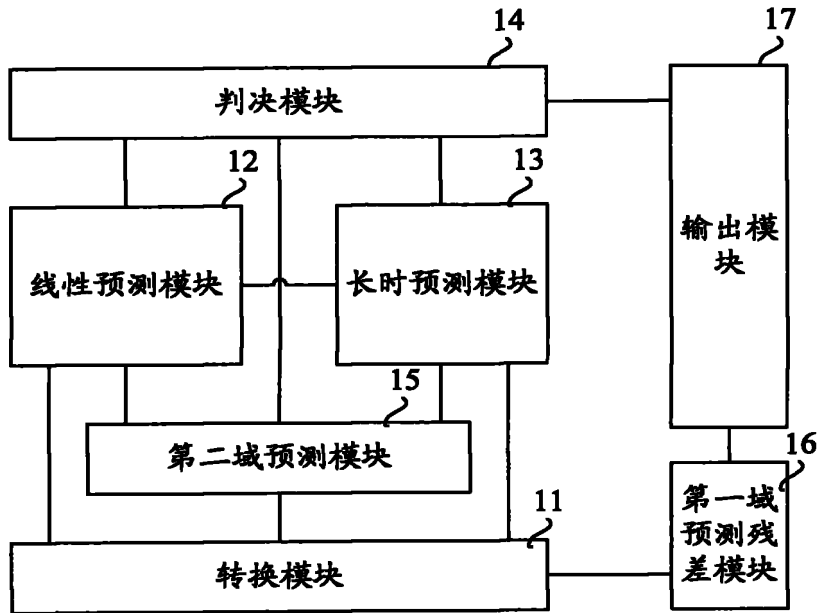


图 8

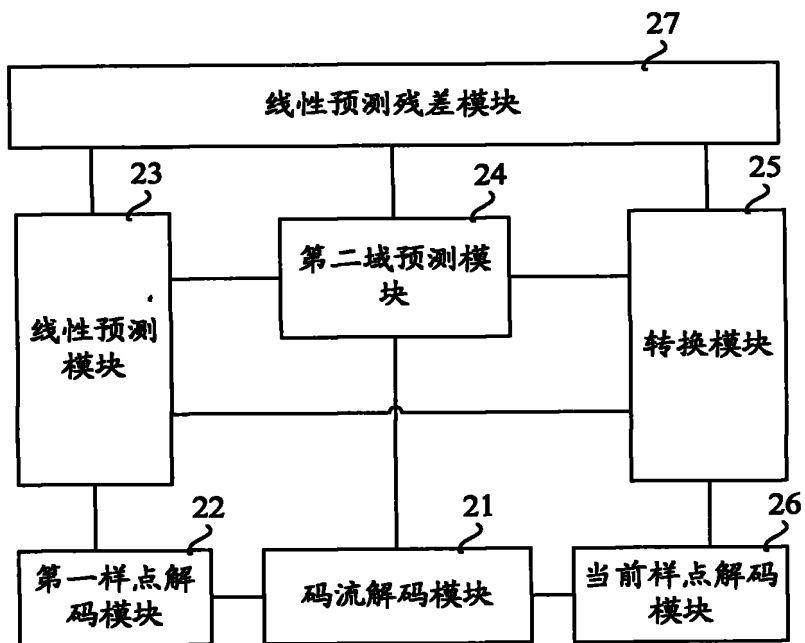


图 9

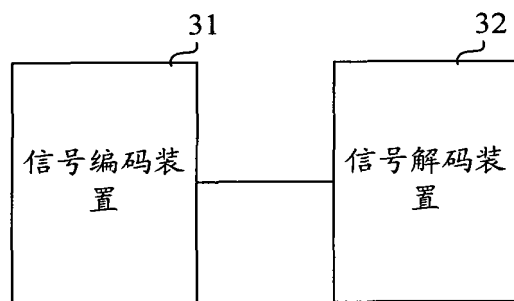


图 10