

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

H04Q 7/20 (2006.01)

H04B 7/26 (2006.01)



# [12] 发明专利说明书

专利号 ZL 02160462.2

[45] 授权公告日 2008 年 11 月 26 日

[11] 授权公告号 CN 100438640C

[22] 申请日 2002.12.30 [21] 申请号 02160462.2

[73] 专利权人 NXP 股份有限公司

地址 荷兰艾恩德霍芬

[72] 发明人 梁景新 张之禹

[56] 参考文献

WO02060080 A 2002.8.1

WO 0064113 A 2000.10.26

US2002172187 A 2002.11.21

审查员 王 冉

[74] 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任公司

代理人 王波波

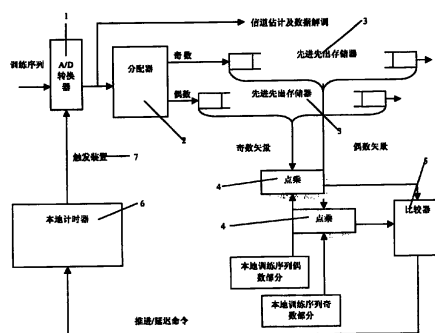
权利要求书 3 页 说明书 6 页 附图 3 页

## [54] 发明名称

用于 TDD 无线通信下行同步跟踪的采样方法及其装置

## [57] 摘要

一种用于 TDD 无线通信下行同步跟踪的采样方法，包括如下步骤：a. 将训练序列分为的两部分，然后分别检测训练序列的第一部分和第二部分；b. 将上述的两部分与本地训练序列的对应部分进行自相关操作，获得两个峰值；c. 比较这两个峰值；d. 根据比较结果确定本地计时器推进或延迟。相对于普通方法，采用上述新的交错采样方法对于采用训练序列码进行信道检测的信噪比损害是非常微弱的。采用本发明的方法，采样的频率能被减少到一倍码片频率，且 TD-SCDMA UE 系统仍能保持跟踪下行同步的能力，这样将允许采用价格较低的 A/D 转换器，并可大幅减少所需的缓存空间。跟踪误差通常在见右下式内，与采用普通采样法  $X = 8$  时的误差情况一致。



$$\left[ \frac{T_c}{16} \quad \frac{T_c}{16} \right]$$

1、一种用于 TDD 无线通信下行同步跟踪的采样方法，该方法用于移动终端，包括如下步骤：

a、将训练序列分为两部分，然后分别检测训练序列的第一部分和第二部分；

b、将上述的两部分与本地训练序列的对应部分进行自相关操作，获得两个峰值；

c、比较这两个峰值；以及

d、根据比较结果确定本地计时器推进或延迟，其中对训练序列进行检测的采样时间点是：

在训练序列的第一部分中，采样时间点是  $(n-\Omega) T_c$ ；

在训练序列的第二部分中，采样时间点是  $(n+\Omega) T_c$ ，

所述的  $n$  为码片位置，所述的  $\Omega$  为小于 1 的设定数值，所述的  $T_c$  为码片周期。

2、根据权利要求 1 所述的用于 TDD 无线通信下行同步跟踪的采样方法，其中所述的对训练序列进行检测的采样率为 1 倍码片速率。

3、根据权利要求 1 所述的用于 TDD 无线通信下行同步跟踪的采样方法，其中所述的训练序列分为等长的两部分。

4、根据权利要求 2 所述的用于 TDD 无线通信下行同步跟踪的采样方法，其中所述的训练序列的第一部分为偶数部分，第二部分为奇数部分。

5、根据权利要求 4 所述的用于 TDD 无线通信下行同步跟踪的采样方法，其中所述的对训练序列进行检测的采样时间点是：

若  $n$  为偶数，采样时间点是  $(n-\Omega) T_c$ ；

若  $n$  为奇数，采样时间点是  $(n+\Omega) T_c$ ；

所述的  $n$  为码片位置，所述的  $\Omega$  为小于 1 的设定数值，所述的  $T_c$  为码片周期。

6、根据权利要求 4 所述的用于 TDD 无线通信下行同步跟踪的采样

方法,其中如果偶数部分峰值高于奇数部分峰值,则给本地计时器加 $\Omega T_c$ ;如果奇数部分峰值高于偶数部分峰值,则给本地计时器减 $\Omega T_c$ ,其中所述 $\Omega$ 为小于1的设定数值,所述 $T_c$ 为码片周期。

7、根据权利要求4所述的用于TDD无线通信下行同步跟踪的采样方法,其中当移动终端与基站间的距离因移动而改变时,移动终端设备在比较M个训练序列的奇数部分和偶数部分的自相关峰值后作出判决,得出M个比较结果,其中如果正比较结果数大于一个设定的值,则本地计时器推进 $\Omega T_c$ ,如果负比较结果数大于一个设定的值,则本地计时器延迟 $\Omega T_c$ 。

8、根据权利要求7所述的用于TDD无线通信下行同步跟踪的采样方法,其中如果正或负比较结果数均不大于一个设定的值,则本地计时器保持不变。

9、根据权利要求7所述的用于TDD无线通信下行同步跟踪的采样方法,其中所述的设定的值为 $\left\lceil \frac{M(1+\Delta)}{2} \right\rceil$ ,所述的 $\Delta$ 是保护阈值。

10、根据权利要求5所述的用于TDD无线通信下行同步跟踪的采样方法,其中所述的 $\Omega$ 设置为小于1/4。

11、根据权利要求9所述的用于TDD无线通信下行同步跟踪的采样方法,其中所述的 $\Delta$ 设置为0.1。

12、根据权利要求1所述的用于TDD无线通信下行同步跟踪的采样方法,其中所述的训练序列可以是中导码,也可以是下行同步序列。

13、一种基于TDD无线通信体制的移动终端,包括:依次连接的将训练序列分为两部分的分配器;

将训练序列的两部分分别与对应的本地训练序列的两部分进行自相关操作以获得两个峰值的点乘;

将两部分自相关峰值进行比较的比较器;以及

根据比较结果判断推进或延迟的本地计时器,其中对训练序列进行检测的采样时间点是:

在训练序列的第一部分中,采样时间点是 $(n-\Omega) T_c$ ;

在训练序列的第二部分中,采样时间点是 $(n+\Omega) T_c$ ;

所述的  $n$  为码片位置，所述的  $\Omega$  为小于 1 的设定数值，所述的  $T_c$  为码片周期。

14、根据权利要求 13 所述的用于 TDD 无线通信体制的移动终端，其中所述的分配器将训练序列分为等长的两部分。

15、根据权利要求 14 所述的用于 TDD 无线通信体制的移动终端，其中所述的训练序列的两部分为偶数部分及奇数部分。

16、根据权利要求 13 所述的用于 TDD 无线通信体制的移动终端，其中所述的比较器比较：如果偶数部分峰值高于奇数部分峰值，则给本地计时器加  $\Omega T_c$ ；如果奇数部分峰值高于偶数部分峰值，则给本地计时器减  $\Omega T_c$ ，所述的  $\Omega$  为小于 1 的设定数值，所述的  $T_c$  为码片周期；

17、根据权利要求 13 所述的用于 TDD 无线通信体制的移动终端，其中所述的训练序列可以是中导码，也可以是下行同步序列。

18、根据权利要求 16 所述的用于 TDD 无线通信体制的移动终端，其中所述的  $\Omega$  设置为小于  $1/4$ 。

## 用于 TDD 无线通信下行同步跟踪的采样方法及其装置

### 技术领域

本发明涉及一种用于同步跟踪的采样方法及其装置，尤其涉及一种基于 TDD 无线通信系统，例如 TD-SCDMA UE（移动终端设备）系统中用于同步跟踪的交错采样方法及其装置。

### 背景技术

TD-SCDMA 是被 ITU 采用的 3G 标准之一，它结合 TDMA 和 CDMA 的优点，提供高频谱效率和服务灵活性。在 TD-SCDMA UE 系统中，移动终端设备是否与从基站接收到的信号同步十分重要。一般来说，信号同步被分成两个阶段：初始同步和同步跟踪。同步是码片级的。如图 1 所示，基站中每个码片通过成形滤波器制成一个无码间干扰波形。把 RRC 滤波器的波形函数表示为  $f(t)$ 。在 UE 系统中，为了获得最大的信号干扰噪声比，UE 应当在码片波形的波峰处（time=0 处）采样。在 TD-SCDMA 中每个无线帧（长度 10ms）有两个子帧，子帧格式如图 2 所示：每个子帧中，有七个普通时隙和二个特殊时隙，两个特殊时隙包括 DwPTS（下行同步时隙）和 UpPTS（上行同步时隙）。其中，普通时隙的结构如图 3 所示：一个时隙有两个数据部分，两个数据部分中间有一个 midamble（中导码），该 midamble 用来估计无线多径，同时在下行链路同步跟踪方面也是十分重要的。

UE 获得下行链路信号的初始同步后，进行同步跟踪。UE 无法预知本地计时器和来自基站的下行链路信号之间的精确的时间偏移量信息。目前，在 TD-SCDMA UE 系统中一般使用的  $X$  倍的采样率，其中  $X$  是一个大于 1 的整数，一般采用 2 的整数次幂即 2、4 或 8。于是 UE 使用 RRC 滤波器对采样序列进行滤波，滤波器的输出将形成 SYNC-DL（下行同步码序列）的自相关波形，最高峰值与最可能的同步点相对应。运用这种方法，同步时间误差可控制在  $\left[-\frac{T_c}{2X}, \frac{T_c}{2X}\right]$  范围内。迟/早门是根据上述理论的一种常见实现方案，另一种通常使用的同步方法叫做  $\tau$  抖动环。

因为高的采样倍数  $X$  提高了对 A / D 转换器的速度要求, 需要更大的缓冲空间并增加计算复杂度。这样将提高硬件系统的费用以及 A / D 转换的能量消耗。因此一般希望较小的采样倍数, 但采样倍数太小则同步精度下降, 所以为确保好的性能,  $X$  通常设为 4。

### 发明内容

本发明所要解决的技术问题是提供一种新的交错采样方法去采样 TD-SCDMA 时隙中的训练序列, 使采样倍数为 1 时, 系统仍能保持相当好的同步跟踪性能。

当采样倍数减到 1 时, 即实际偏移量在  $\left[-\frac{T_c}{2}, \frac{T_c}{2}\right]$  时, 系统仍可获得大致的同步, 本发明所采用的技术方案包括如下步骤: a、将训练序列分为的两部分, 然后分别检测训练序列的第一部分和第二部分; b、将上述的两部分与本地训练序列的对应部分进行自相关操作, 获得两个峰值; c、比较这两个峰值; d、根据比较结果确定本地计时器推进或延迟, 其中对训练序列进行检测的采样时间点是: 在训练序列的第一部分中, 采样时间点是  $(n-\Omega) T_c$ ; 在训练序列的第二部分中, 采样时间点是  $(n+\Omega) T_c$ , 所述的  $n$  为码片位置, 所述的  $\Omega$  为小于 1 的设定数值, 所述的  $T_c$  为码片周期。

所述的对训练序列进行检测的采样时间点是:

- 1、当  $353 \leq n \leq 496$  时, 若  $n$  为偶数, 采样时间点是  $(n-\Omega) T_c$ ;
- 2、当  $353 \leq n \leq 496$  时, 若  $n$  为奇数, 采样时间点是  $(n+\Omega) T_c$ ;

这里的  $\Omega$  必须是一个较小的值, 因为  $\Omega$  值过于大, 将使得图 8 所示的自相关峰变小, 不利信道检测。取  $\Omega$  值的原則是小于  $1/4$  的任意数值, 这样  $(n+\Omega) T_c$  和  $(n-\Omega) T_c$  的时间差就会小于  $1/2$  码片周期, 训练序列码  $\{m_1 m_2 m_3, \dots, m_{144}\}$  被分成奇数部分  $\{m_1 m_3 m_5, \dots, m_{143}\}$  和偶数部分  $\{m_2 m_4 m_6, \dots, m_{144}\}$ 。使用匹配滤波器去检测训练序列的奇数部分和偶数部分, 然后获得两个峰值, 比较这两个波峰的幅度: 如果后者 (偶数部分) 高于前者 (奇数部分), 则给本地计时器加  $\Omega T_c$ ; 相反, 如果前者 (奇数部分) 高于后者 (偶数部分), 则给本地计时器减  $\Omega T_c$ ; 所述的训练序列可以是中导码, 也可以是下行同步序列。

下面我们以第 16 号训练序列为例，当利用其它的训练序列时，结果是一样的。由于奇数部分和偶数部分有相同的自相关峰值，且其峰值是整个训练序列自相关峰值的一半。假设采样时间偏移量是  $\tau$ ，采用普通的采样方法，训练序列的自相关峰值与  $f(\tau)$  成正比，而采用本发明的交错采样方法，训练序列的自相关峰值与  $\frac{f(\tau+\Omega)+f(\tau-\Omega)}{2}$  成正比，因此由交错采样引起的信道检测归一化误差（如图 4 所示）近似为：

$$\frac{2f(\tau)}{f(\tau+\Omega)+f(\tau-\Omega)}, \quad -\frac{T_c}{2} < \tau < \frac{T_c}{2}, \quad (1)$$

由比较可以得出，除了交错采样比普通采样的自相关峰稍低外，两者几乎是相同的，因此相对于普通方法，新的交错采样方法对于采用训练序列码进行信道检测的信噪比损害是非常微弱的。通过新的交错采样方法，采样的频率能被减少到一倍码片频率，且 TD-SCDMA UE 系统仍能保持跟踪下行同步的能力，这样将允许采用价格较低的 A/D 转换器，并可大幅减少所需的缓存空间。跟踪误差通常在  $\left[-\frac{T_c}{16}, \frac{T_c}{16}\right]$  内，与采用普通采样法  $X=8$  时的误差情况一致。

#### 附图说明

图 1 是 RRC 匹配滤波器响应波形图。

图 2 是子帧格式。

图 3 是时隙格式。

图 4 是交错训练序列码的信道估计误差。

图 5 是当前数据部分采样点偏移量。

图 6 是用于 TDD 无线通信下行同步跟踪的装置的一个具体实施方式。

图 7 是图 6 所示的装置的一个触发装置的具体实施方式。

#### 具体实施方式

在最初的设计中， $\Omega$  设置为  $1/16$ ，通过控制 A/D 转换器的触发脉冲，一个时间片内全部 864 个码片的采样时间点是：

1、当  $1 \leq n \leq 352$  时，采样时间点是  $nT_c$ ；

- 2、 当  $353 \leq n \leq 496$  时，若  $n$  为偶数，采样时间点是  $(n - \frac{1}{16}) T_c$ ;
- 3、 当  $353 \leq n \leq 496$  时，若  $n$  为奇数，采样时间点是  $(n + \frac{1}{16}) T_c$ ;
- 4、 当  $497 \leq n \leq 864$  时，采样时间点是  $nT_c$ ;

所述的  $n$  为码片位置，所述的  $\Omega$  为小于  $1/4$  的任意数值，所述的  $T_c$  为码片周期。在本实施例中所述的训练序列是中导码，训练序列码  $\{m_1, m_2, m_3, \dots, m_{144}\}$  被分成奇数部分  $\{m_1, m_3, m_5, \dots, m_{143}\}$  和偶数部分  $\{m_2, m_4, m_6, \dots, m_{144}\}$ 。使用匹配滤波器去检测训练序列的偶数部分和奇数部分，然后获得两个峰值，比较这两个峰值：如果前者（偶数部分）高于后者（奇数部分），则给本地计时器加  $\frac{T_c}{16}$ ；如果后者（奇数部分）高于前者（偶数部分），则给

本地计时器减  $\frac{T_c}{16}$ ；

根据上述的方法，由于奇数（偶数）部分的自相关峰值仅是整个训练序列的自相关峰值的一半，在噪声环境中，奇数部分（偶数部分亦然）的自相关峰值信噪比比整个训练序列的自相关峰值信噪比低 3dB。这样，在比较奇数部分和偶数部分的自相关峰值时，可能导致更多的误差。下面我们举例说明本发明方法的可行性：

假设一车辆以每小时 120 公里运行，在一个子帧时间（5 毫秒）内，车辆运行了 0.167 米；当移动终端设备和基站间的距离因移动而改变时，移动终端设备将推进/延迟本地下行计时器  $\frac{T_c}{16}$ （码片速率为 1.28M， $T_c = 781\text{ns}$ ），在

$\frac{T_c}{16}$  时间内，无线电波可以每秒 300,000 公里的速度传播 14.5 米的距离。这

意味着如果移动终端设备确实因为移动而需要推进/延迟本地下行计时器，

它可以在比较相当于  $\left\lceil \frac{14.65}{0.167} \right\rceil = 87$  个子帧中的奇数部分和偶数部分的自相关峰

值后作出决定。由于在一个子帧中至少有两个下行链路时隙，所以在 87 个



子帧中至少有 174 个可用的训练序列码供判决，这使得统计判决的结果几乎没有错误。

根据上述推导，可知：在连续的 87 个子帧中，比较训练序列的奇数部分和偶数部分的自相关峰值，可得到 174 个比较结果，如果多于  $\lfloor \frac{174(1+\Delta)}{2} \rfloor = N_r$  个比较结果是正的，则本地计时器推进  $\frac{T_c}{16}$ ；反之，本地计时器延迟  $\frac{T_c}{16}$ ，这里  $\lfloor \cdot \rfloor$  表示截断取整；如果没有多于  $N_r$  个正或负的比较结果，则本地计时器保持不变，这里  $\Delta$  是保护阈值，保护阈值用于避免不必要的本地计时器抖动，（在接下来的数学分析中， $\Delta$  被设置为 0.1）。当车辆的速度低于 120km/hr，移动终端设备可比较多于 174 个奇数、偶数部分自相关峰值后再作判决，这将导致更好的性能。

如图 5 所示： $\Delta$  标记奇数采样点， $\nabla$  标记偶数采样点，假设当前数据部分采样点有偏移量  $T_{offset}$ ， $-\frac{T_c}{2} < T_{offset} < \frac{T_c}{2}$ ，那么正确的跟踪是将本地计时器朝正确的方向推进或延迟  $\frac{T_c}{16}$ ，因此正确跟踪是实现本发明的重要前提。

在这个分析中选择的参数（例如： $\Delta$  值，交错偏移量  $\Omega$ ，调整步长  $\frac{T_c}{16}$ ，等等）可能不是最好的，在应用环境中，这些参数可以动态调整得更合适。

如图 6 所示的是：一种用于 TDD 无线通信下行同步跟踪的装置，其包括：依次连接的

将模拟信号转换成数据信号的 A/D 转换器 1；

将训练序列分为奇数部分及偶数部分的分配器 2；

将从分配器 2 输出的信号分别进行暂时保存的两个先进先出存储器 3；

将存储器 3 输出的训练序列的奇数部分及偶数部分分别与对应的本地训练序列的奇数部分及偶数部分进行自相关操作的点乘 4；

将两部分自相关峰值进行比较的比较器 5；

根据比较结果判断推进或延迟的本地计时器 6。所述的本地计时器 6 的输出

信号通过触发装置 7 触发 A/D 转换器 1。

如图 7 所示的是图 6 所示的用于 TDD 无线通信下行同步跟踪的装置的一触发装置 7，所述的触发装置 7 包括提供脉冲指示的第一计算器 71、若干开关、提供码片位置指示的第二计算器 72，所述的开关根据第一计算器 71 的脉冲指示及第二计算器 72 的位置指示进行开或闭合的操作。所述的第一计算器 71 为十六进制计算器，所述的开关为三个：第一开关 73、第二开关 74、第三开关 75。当脉冲指示为 15、码片位置指示为 353~496 且为偶数时第一开关 73 闭合；当脉冲指示为 1、码片位置指示为 353~496 且为奇数时第二开关 74 闭合；当脉冲指示为 0、码片位置指示为 1~352、497~864 时第三开关 75 闭合。

当然本发明并不局限于上述实施例所描述的方法及装置，如图 6、图 7 所描述的装置也可以部分采用软件来实现，如所述的训练序列还可以用其它方式分为两部分，因此凡本领域技术人员所熟知的技术变换均认为落在本发明的保护范围内。

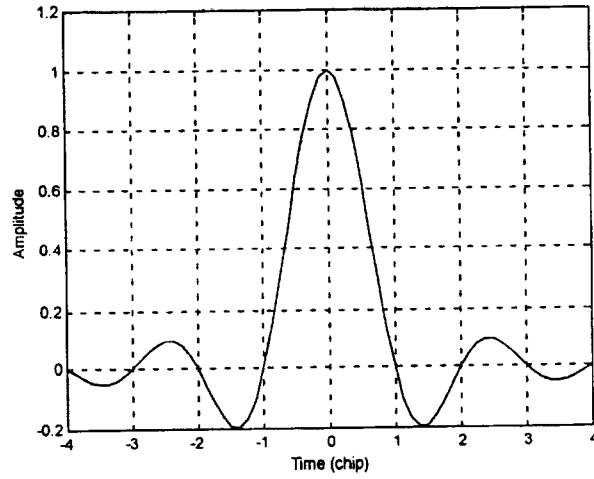


图 1

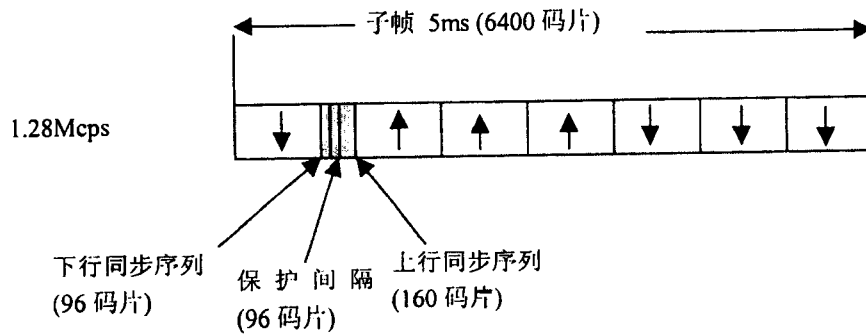


图 2

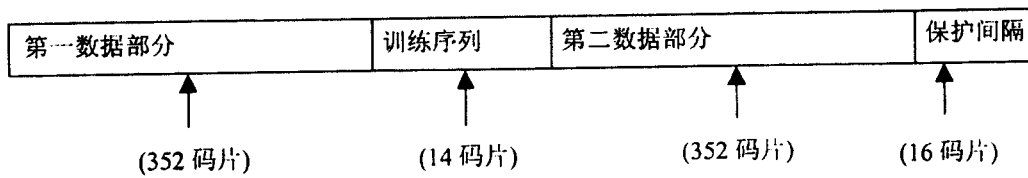


图 3

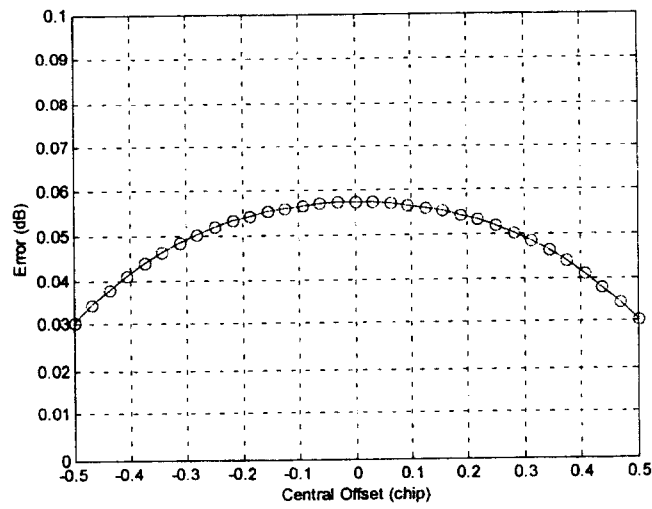


图 4

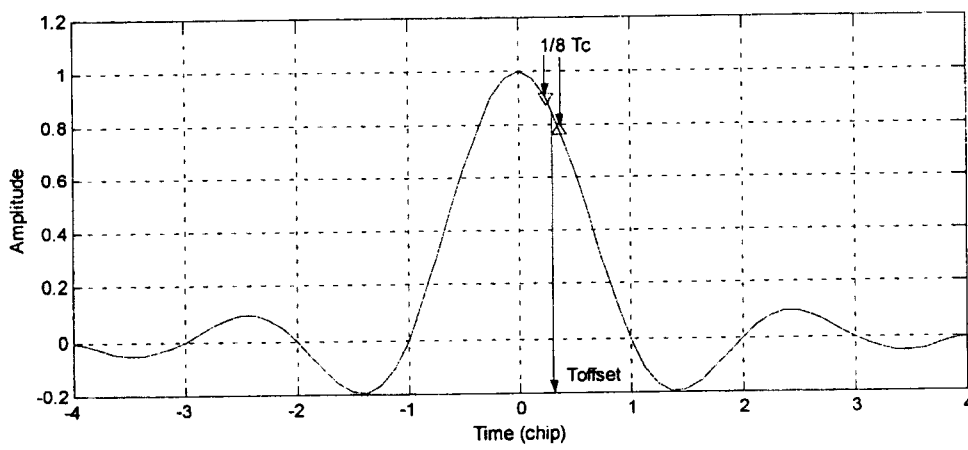


图 5

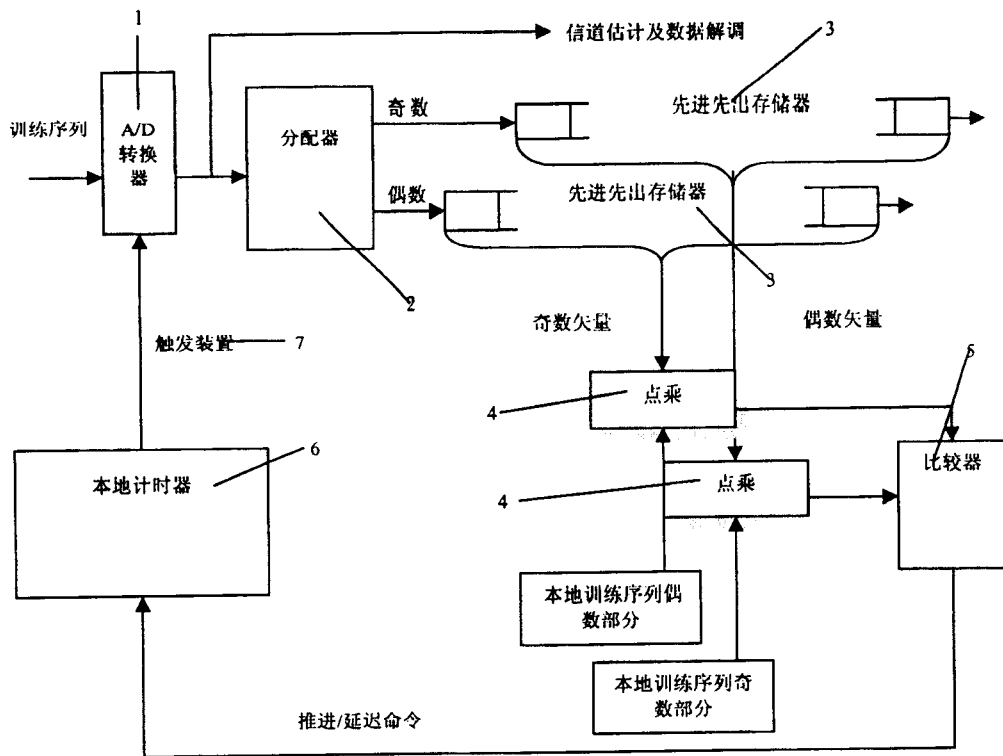


图 6

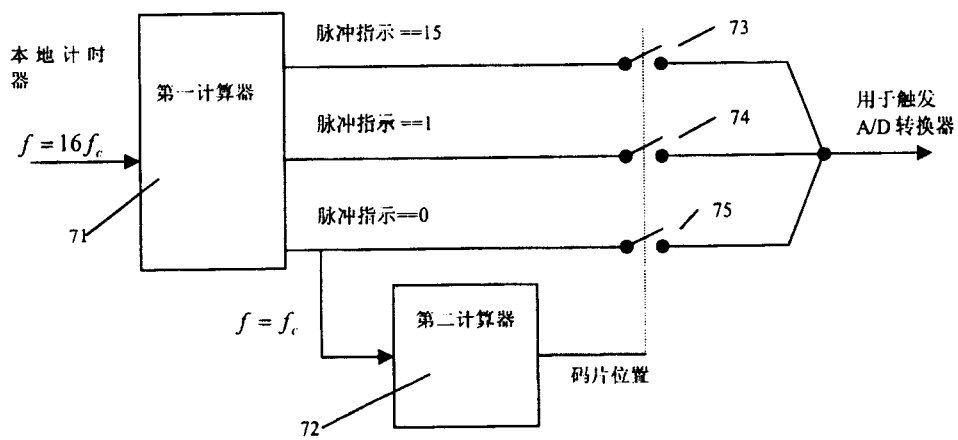


图 7