

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
G06F 17/17 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 00812020. X

[45] 授权公告日 2007 年 2 月 28 日

[11] 授权公告号 CN 1302414C

[22] 申请日 2000.7.27 [21] 申请号 00812020. X

[30] 优先权

[32] 1999. 8. 26 [33] US [31] 09/384,111

[86] 国际申请 PCT/US2000/020481 2000. 7. 27

[87] 国际公布 WO2001/015007 英 2001. 3. 1

[85] 进入国家阶段日期 2002. 2. 25

[73] 专利权人 艾利森公司

地址 美国北卡罗莱纳州

[72] 发明人 K·巴拉钱德兰 H·科拉帕蒂

[56] 参考文献

US5287387A 1994. 2. 15

审查员 鲍 薇

[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 李亚非

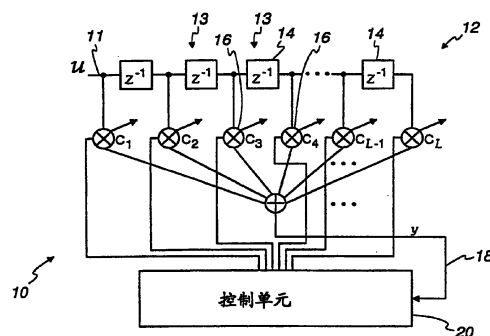
权利要求书 2 页 说明书 7 页 附图 2 页

[54] 发明名称

使用滤波器组定位函数峰值的方法和设备

[57] 摘要

一种使用自适应滤波器组确定信号峰值位置的方法和设备。该方法包括使用预先确定的计算间隔提供函数的一组计算出的输出点集合的步骤。随后确定该集合的最大输出点，且在最大值区域内对函数的输出点进行内插。已内插输出点的最大值逼近函数的峰值。该设备包括多个互连的数字滤波器，其对函数进行操作以计算输出值，且至少有一个控制单元与数字滤波器通信。控制单元可操作来控制滤波器的输出并选择输出值中的第一个最大值。控制单元允许第一个最大值周围输出数值的渐进内插，以确定已内插的输出值是否逼近峰值。



1. 一种通过对局部最大取样点周围的点进行内插以定位无线通信信号峰值的方法，其特征在于：

使用预先确定的计算间隔获得所述信号波形的一个计算出的输出点集合，所述计算出的输出点通过至少一个具有多相位输出的数字滤波器（12）输出；

确定所述集合的最大输出点；

通过调整所述数字滤波器的输出相位，在包括所述最大输出点的定义区域内逐次内插所述信号波形的输出点，所述区域包括所述最大输出点前后的点；且

在逐次内插的每次迭代中，确定所述已内插输出点的最大值，且用所述已内插输出点的所述最大值替换下次所述迭代的所述最大输出点；

由此，所述逐次最大已内插输出点逼近所述信号波形的所述峰值。

2. 如权利要求1的方法，其特征在于所述最大输出点的所述区域由所述最大输出点紧邻的所述计算出的输出点定界。

3. 如权利要求2的方法，其特征在于所述已内插输出点还包括所述计算出的输出点集合经过所述数字滤波器（12）移相后的输出。

4. 如权利要求1的方法，其特征在于所述数字滤波器（12）计算以相同间隔分隔的所述信号波形的第一个输出点集合，并确定所述第一个输出点集合的第一个最大输出点；取样对与所述第一个最大输出点紧邻且不重合的输出点（2）界定区域内的第二个输出点集合取样，并确定第二个最大输出点；且对与所述第二个最大输出点紧邻和不重合的输出点（3）界定区域内的第三个输出点集合取样，并确定第三个最大输出点。

5. 一种使用数字滤波器组（12）对局部最大相关值周围的点内插以定位相关波形峰值的方法，所述数字滤波器组（12）有多个移位寄存器（14），并用多个滤波系数（ C_L ）对所述波形操作，其特征在于：

将所述滤波器组（12）的移位寄存器装入使用第一个系数集合（ C_L ）以输入取样周期计算的第一个相关集合；

从所述第一个相关集合检测第一个最大相关值；

改变所述系数 (C_L) 以获得从所述第一个相关集合移相后的第二个相关集合, 所述第二个相关集合以比所述输入取样周期小的周期取样且邻近所述第一个最大相关值; 且

从所述第二个相关集合检测第二个最大相关值, 所述第二个最大相关值比所述第一个最大相关值更逼近所述相关波形的所述峰值。

使用滤波器组定位函数峰值的方法和设备

发明背景

1. 发明领域

本发明总体上涉及数字滤波。特别地，本发明涉及一种使用多分辨率技术确定信号函数峰值的方法和设备。

2. 发明背景

通常，在诸如基于地面的数字蜂窝移动网络的应用中，对固定网络有必要确定系统内移动装置的位置。了解移动装置相对于基站的位置允许网络将移动装置切换到其它基站，从而当手机在网络中和小区之间移动时保持信号强度和分辨率。典型地，这类系统通过一组基站进行三角测量来确定移动装置的位置，这些基站持续测量其蜂窝区范围内移动装置的到达时间。这类系统通常测量接收到信号波形函数的峰值并根据那些峰值来估计到达时间。

在过去，已经通过对每个信号穷举取样来解决定位信号函数峰值的问题。当试图固定值函数时，在感兴趣区域内工作的内插器会取样随机或间隔相位点。例如，在 IS-136 数字蜂窝标准中，已同步相关的输出可采用取样周期 $T_s=5.144\mu s$ 获得。当系统试图定位一个移动单元的位置时，估计此相关函数的峰值需要达到大约 30ns 的精确度，以达到距移动装置分辨率为 9 米的测距。因此取样周期和所要求分辨率的比例大约为 172。标准技术需要在感兴趣区域内对相关函数进行 172 倍内插，然后确定已内插输出的最大值。

离散函数的最大化通常需要一个搜索过程。在传统技术中，对内插器的所有输出都执行此搜索过程，且基本上包括以所要求的分辨率对函数的取样值进行内插。实施的特例可能包括一个线性、二项式或其它多项式拟合内插器。

但是这些解决方案是复杂的，因为试图定位数量相对较少的峰值点时需要系统处理大量的无关数据点。在任何需要检测信号峰值的系统中，这牺牲了速度、处理资源和功率。尤其在蜂窝网络中，需要对许多移动单元进行大量计算，这种低效率变为可能影响蜂窝业务的系统瓶颈。

发明概述

鉴于有关技术的限制和缺陷，为解决上述一个或多个问题，本发明是使用多分辨率技术确定信号函数峰值位置的一种方法和设备。当估计峰值时所要求的精确度是函数取样周期的一小部分时，该技术有用。

本发明可能以一种方法实施，其中包括使用预先确定的计算间隔提供函数的一个计算出的输出点集合的步骤。随后确定该集合的最大输出点，且函数的输出点仅在最大值区域内进行内插。已内插输出点的最大值逼近函数的峰值。这允许当函数以比峰值所要求的分辨率低得多的取样频率可获得时，可以精确地检测函数的峰值。

在本发明的另一方面中，提供了一种使用至少一个数字滤波器逼近函数峰值的方法。数字滤波器使用多个滤波系数对函数操作。该方法包括提供以相同间隔隔开的函数第一个输出点集合并确定第一个最大输出点的步骤。随后选择与第一个最大输出点紧邻的输出点，因此邻近的输出点定义了第一个最大输出点周围的第一个相域。随后在第一个最大输出点周围沿第一个相域的第二个输出点集合被取样，且第二个输出点集合的第二个最大输出点被确定。随后选择第二个集合的邻近输出点以定义第二个最大输出点周围的第二个相域。随后在第二个最大输出点周围沿第二个相域的第三个输出点集合被取样，且第三个最大输出点被确定。通过这些迭代，所确定的最大值开始逼近真正的峰值区域。通过改变滤波系数为变化相位中的取样点来获得来自函数的输出。

在本发明的另一方面中，提供了一种定位相关函数波形峰值的方法。该方法包括向滤波器组的移位寄存器中装入以输入取样周期计算的第一个相关集合的步骤。随后从第一个相关集合中检测第一个最大相关值。滤波器系数随后被更新，以得到从第一个相关集合移相的第二个相关集合。第二个相关集合有比输入取样周期小的周期，并位于第一个最大相关值的邻近。最后，从第二个相关集合中检测第二个最大相关值。第二个最大相关值比先前检测的第一个最大相关值更逼近函数的峰值。

在本发明的另一方面中，提供一种使用数字滤波器组来定位相关函数峰值的方法。该方法包括从初始以相同的第一个间隔计算的第一

个相关集合中检测第一个最大相关值的步骤。随后改变滤波器的系数以得到从第一个相关集合移相的第二个相关集合。此第二个相关集合以更小的第二个间隔隔开并与第一个最大相关值邻近。随后从第二个相关集合检测第二个最大相关值。此第二个最大值开始逼近函数峰值，且随后重复该方法的步骤，以仅在相邻相位内在渐进减小的间隔之间计算迭代。

本发明可进一步在一种包含多个互连数字滤波器的设备中实施，这些滤波器对函数操作以计算输出值，且至少有一个控制单元与数字滤波器通信。控制单元控制滤波器的输出并选择输出值的第一个最大值。控制单元允许对第一个最大值周围的输出值进行渐进的内插，以确定已内插的输出值是否逼近峰值。

因此本发明允许仅在感兴趣区域内使用高分辨率来定位信号的峰值。这种逼近的优点在于降低了通常用来定位最大值的内插过程的复杂性。由于只针对指定相域，而无需对整个函数进行穷举随机取样。此外，该设备结合了用于函数内点内插的滤波器组和用于分离出内插最大值的控制单元，从而简化了为完成最大化计算所需的硬件、功率和时间。

此处讨论的特定实施方案可以用于任何估计峰值所要求的精确度是函数取样周期的一小部分的系统中。例如，这种方法可以在诸如定位蜂窝系统中移动装置的应用中实现。

应当理解前面的概述和后面的详述是示范的和解释性的，意即对所要求权利的发明提供更进一步的解释。

本发明连同更多的目的及其优点，将最好通过参考下面的详述并结合附图得到理解。

附图简述

图 1 是在本发明优选实施方案中使用的一个自适应滤波器组的示意图；

图 2 是表示本发明迭代方法的图示；且

图 3 是说明本发明优选方法实施方案的步骤的流程图。

优选实施方案详述

优选实施方案的设备优选地包括一个用来实现多速率滤波器组的自适应滤波器。滤波器的系数可被更新多次。在一次系数更新后对

输出进行定时，提供输出信号的不同相位。提供控制单元以将滤波器组装入滤波系数，且以输入样值的速率和所要求的速率估算滤波器脉冲响应的值。

在图 1 中示出设备优选实施方案的示意框图。如图所示，设备 10 包括内含多个延迟元件 13 的单个滤波器 12。滤波器组 12 优选包括多个移位寄存器 14 和乘法器 16。乘法器 16 使用多个可变滤波系数 c_i 对接收到的信号操作，并通过电路 18 与控制单元 20 连接。滤波器组 12 可以使用传统的形式实现（参看 Crochiere and Rabiner, “Multirate Digital Signal Processing（多速率数字信号处理）”）。在替代方法中，可以使用有移位寄存器的多个滤波器。这些滤波器可能依次有固定的系数。在优选实施方案中，滤波器组 12 使用定制的特定用途集成电路（ASIC）实现，这些 ASIC 可以从许多制造商，例如德州仪器公司处获得。这些实施方案仅作为示范，并不仅限于此。因此，本领域技术人员将能够从替换此处指定的部件。

所提出的滤波器组 12 可以用硬件或软件方式实现，并非本发明的一个限定。在感兴趣窗口中产生数值的相关器可以与自适应滤波器组结合，以按照内插前的标称取样率进行相关操作。

控制单元 20 可以包含一个微处理器、逻辑电路、其它电路或软件来执行此处描述的功能和步骤。在优选实施方案中，一个示范控制单元可能包括一个由高级精减指令机器公司（Advanced Risc Machines）制造的 ARM7100 型微处理器和有关存储器和时钟电路。优选地，控制单元 20 能够编码一个存储的程序并可作为哈佛机器体系机构中定义的通用计算机使用。ARM 核心可作为 ASIC 的一个部件块集成，这些 ASIC 可来自许多供货商，如德州仪器公司。如前所述，这些部件并非用于限制本发明，且其它部件可被替换。

电路的输入 μ 是接收到的信号与从诸如移动单元（未示出）的源接收到的已同步波形序列进行相关操作后的输出。输入通过一个固定窗口预先计算，且滤波器组 12 的移位寄存器由控制单元 20 预先装入，并与计算出的相关值同步。在优选实施方案中，延时 z^{-1} 指输入取样周期。

图 2 表示在图 1 中示出的系统 10 中使用的计算进展。如图所示，该实现有效地间隔所计算出的相位，因此短时间内可以低功耗地以所

要求的分辨率确定峰值。

通常，滤波器组的每次激活对应于产生已内插相关波形 $f(n)$ 的不同相位。在一种可能的实施方案中，滤波器组的每次激活可作为到转接器的一个方向以寻址并选择多相滤波器结构的一个特定分支。

图 2 中所示的箭头以每次迭代的感兴趣相位标注。开始时，在真正的最大值可能存在的地方中有三个标注为“0”的相位。在迭代 1，控制单元导致在标注“1”的相位处计算滤波器的输出。这些相位的位置在感兴趣区间内的某处，一般选作由峰值和两个相邻样值所定义区域对称二等分处。也可使用基于斐波纳契数列黄金分割准则的二分法的其它技术（参见 Knuth, “The Art of Computer Programming: Searching and Sorting (计算机编程技术：搜索和排序)”）。

在每次迭代，对所述点计算得到的峰值位置用来决定下次计算的感兴趣相位。用来决定感兴趣相位的准则是这些相位必须位于当前最大值的任何一侧。对迭代 3，由于当前峰值仍然位于点“0”，感兴趣区域由标注“0”的中心点和位于“0”任何一侧的标注“2”的两个点定义。因此感兴趣的相位，标注“3”的点是这两个区域的二等分。这些值在迭代 3 期间计算。在迭代 3 后，控制单元 20 确定中心点“0”左侧标注“3”的点是当前峰值。下次迭代的感兴趣区域由标注“3”的点任何一侧最近的两个已知点定义，本例中这两个最近点包括左手点“2”和中心点“0”。之后的迭代将使用新定义区域的二等分。直到达到所要求的精确度后，迭代进程终止。

图 3 示出本发明方法的流程图形式。结合前图，如图中框 30 所示，从函数初始装入的相关输出以预置间隔优选取样。控制单元 20 从这个点集合中确定一个最大点。随后控制单元将此最大值标注为“当前最大”，或“CM”，且将其周围计算出的函数输出点标注为“CL”和“CR”。此步骤示于框 32。

在框 34，控制单元确定二等分 CL 和 CM 之间以及 CM 和 CR 之间间隔的点。点 CM 周围的二等分在点 PL (CL 和 CM 之间) 和 PR (CM 和 CR 之间) 处建立了一个感兴趣相位。优选地，控制单元 20 对滤波器 12 复位并上载新的系数，并操作滤波器组 12 以计算相关函数在点 PL 和 PR 处的内插输出。此步骤示于框 36。

PL 和 PR 的内插结果随后通过连接 18 送回控制单元 20，其使用

框 38-46 所示的逻辑来复位点和感兴趣相位。如流程图所示，如果对点 PL 计算出的值比 CM 值大，则这些点被复位以定义 CL 和 CM 之间新的感兴趣相位。特别地，CM 复位至标号 CR，PL 复位至标号 CM，CL 不变，如框 40 所示。在此复位后，从框 34 开始重复过程，再对新的感兴趣区域二等分并在新的 PL 和 PR 点处内插。

如框 42 所示，如果对点 PL 计算出的值不比 CM 大，且 PR 值比 CM 大，则在函数波形的 CM 和 CR 之间定义新的感兴趣相位。框 44 示出 CM 复位至标号 CL，PR 复位至标号 CM，CR 不变。对于框 40，从框 34 开始重复过程，在新的感兴趣相位内对新的二等分相位点 PL 和 PR 内插。

如果在框 44 处 PR 或 PL 都不比 CM 大，则 CM 保持为当前的最大值。为验证 CM 在可能的最高分辨率内最大化函数，在框 46 定义了一个新的感兴趣相位以更精密地检查 CM 周围的点。特别地，新的感兴趣相位以点 CM 为中心，沿 CL 和 CM 以及 CM 和 CR 之间相位的二等分取得更窄。如框 46 所示，相位点 PL 改变为标号 CL，相位点 PR 改变为标号 CR。在此例中 CM 不变。在标号改变后，处理在框 34 再继续，对窄相位执行更多内插。

在所有上述条件下，以二进制搜索方式继续处理过程，直到满足所要求的分辨率和最大值为止。相位被持续二等分或者以其它方式划分，以令迭代过程针对最大值区域进行。

因此本发明在一种设备或方法中结合了最大化和内插过程以降低内插器激活时的点数。鉴于本发明的设备和方法，由于所需迭代次数减少，所以迭代过程的复杂性从 $O(n)$ 降到 $O(\log n)$ 。因此本发明允许无需浪费沿整个函数曲线内插点所需资源，就可完成更精确的内插。

如上所述，本发明所设想的主要用途在于定位系统，诸如那些在数字蜂窝网络中使用以定位网络中的移动单元。在此类应用中，可能将从移动台接收到的信号与已同步系统序列相关，产生一个相关信号。通过确定相关信号峰值的位置，可以高分辨率地在特定蜂窝基站确定到移动装置的距离。通过三角测量法结合由其它基站完成的计算，可以高分辨率地确定移动装置的位置，这通常为目前的联邦条例所需。

还需指出，本发明可用于多种应用中。一种应用是确定脉冲序列到达的时间。另一种应用可能是在频谱分析过程中确定已处理信号的频谱峰值。同样，峰值检测问题可转换为估计一个常规函数的零值或最小值的逆问题，术语“峰值”的使用并非本发明的局限方面。通常，本发明可用于任何需要以非常高的分辨率确定函数最优值的应用中，其中通过减少迭代次数获得效率。

当然，应当理解可对前述实施方案进行广泛的改变和修正。例如，优选实施方案中的任何或所有部分除用硬件实现以外，也可用软件实现。因此前面的详述应视作解释说明，而并非限定，应当理解是下述权利要求，包括所有的等同物对应词，定义了本发明的范围。

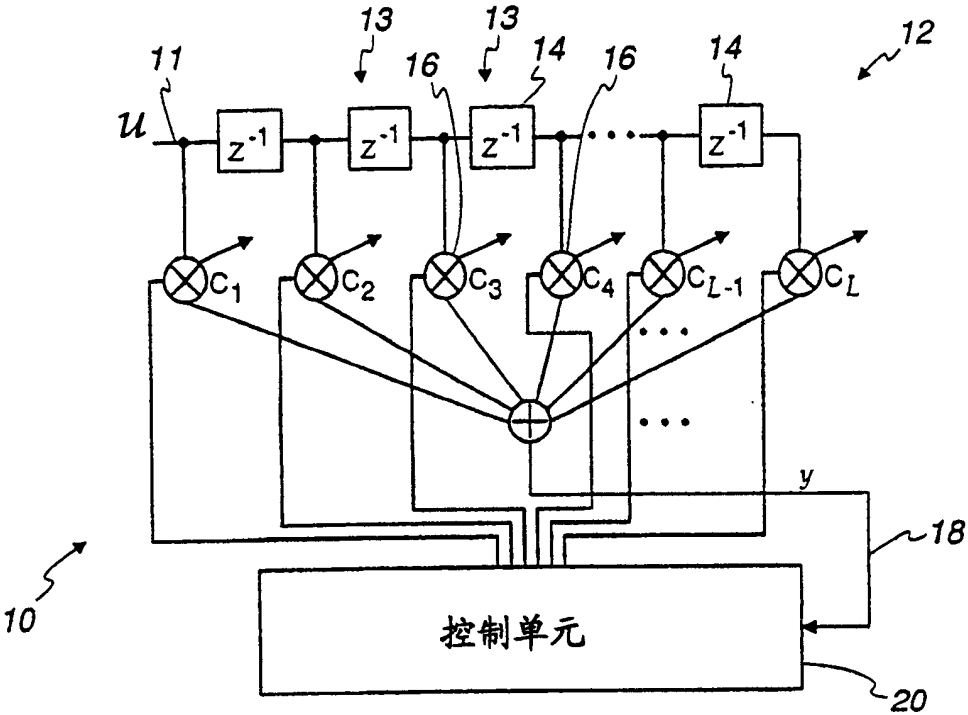


图 1

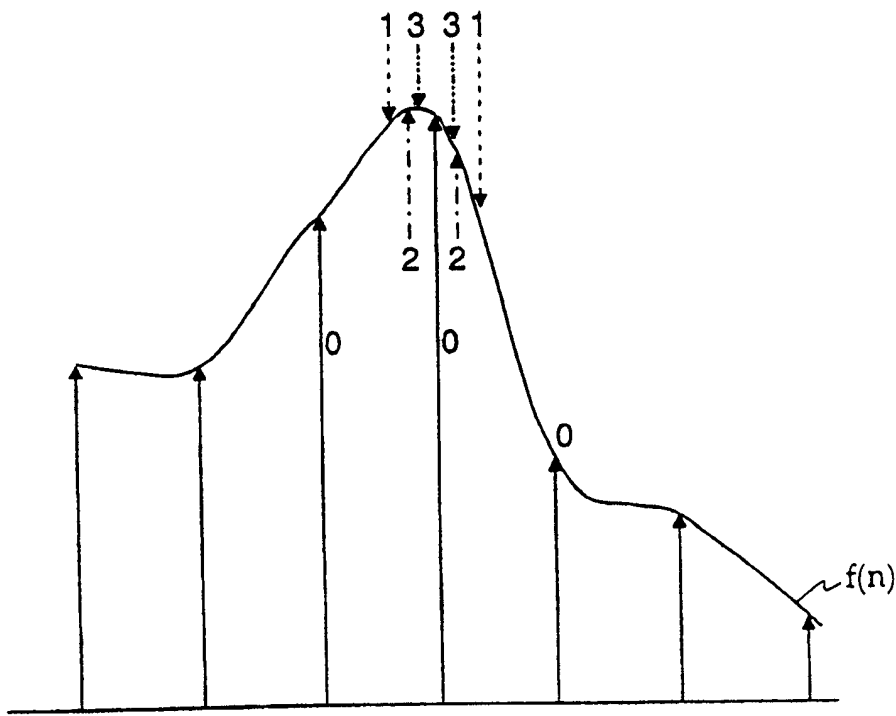


图 2

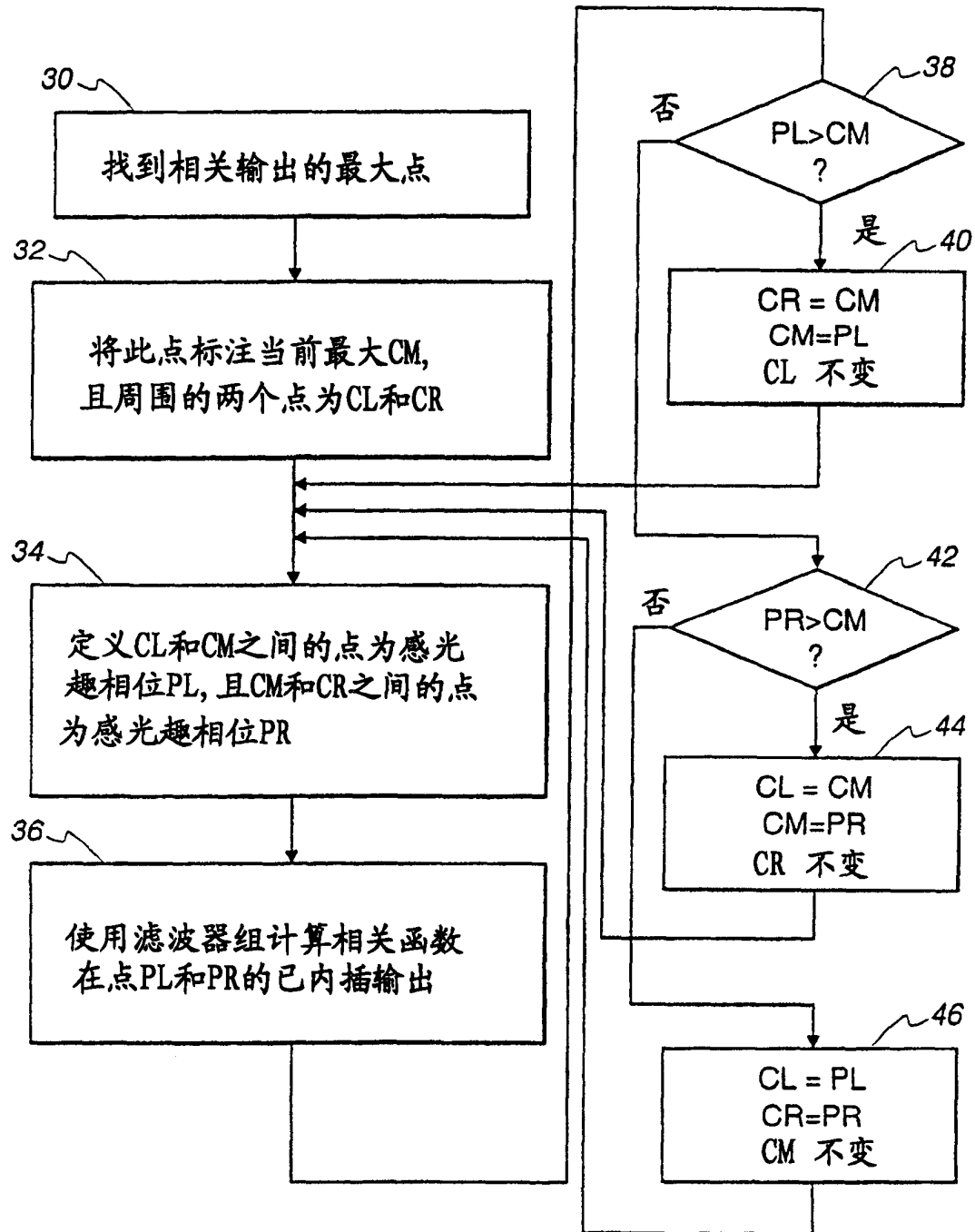


图 3