(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 102610058 B
(45)授权公告日 2016.08.10

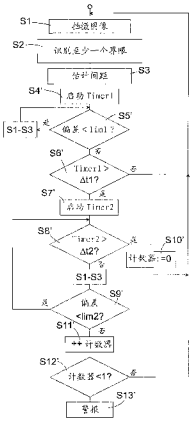
(21)申请号 201110462552.0
(22)申请日 2011.10.21
(30)优先权数据
102010049086.5 2010.10.21 DE
(73)专利权人 通用汽车环球科技运作有限责任公司
地址 美国密歇根州
(72)发明人 R·拉思马克 T·施拉姆 O·谢普
(74)专利代理机构 北京市柳沈律师事务所 11105
代理人 侯宇
(51)Int.Cl.
G08B 21/06(2006.01)
(56)对比文件
US 2010/0194887 A1,2010.08.05,
US 2010/0039249 A1,2010.02.18,
US 7719431 B2,2010.05.18,
审查员 冉小燕
权利要求书1页 说明书6页 附图3页

(54)发明名称

用于判断驾驶员注意力的方法

(57)摘要

本发明涉及一种用于判断在行车道(3)上行驶的汽车(1)的驾驶员注意力的方法包括以下步骤:检测汽车(1)横向于行驶方向(S1-S3)在行车道(3)上的位置(d);测定位置(S4)波动的程度;如果在一观察持续时间内,检测到在至少一个第一显著时段(t1-t2、t5-t6)内,所述位置(d)的波动(V)程度低于低的第一极限值(lim1),并且检测到在第二显著时段(t4-t5,t7-t8)内,所述波动(V)的程度超过高的第二极限值(lim2),那么判断(S5-S20、S4′-S 13′)为注意力不够。



CN 102610058 B

1.一种用于判断在行车道(3)上行驶的汽车(1)驾驶员的注意力的方法,包括以下步骤:

a)检测所述汽车(1)在所述行车道(3)上横向于行驶方向(S1-S3)的位置(d);

b)测定所述位置的波动程度(S4);

其特征在于步骤:

c)如果在一观察持续时间内检测到,在至少一个第一显著时段(t1-t2、t5-t6)内,所述位置(d)的波动(V)程度低于低的第一极限值(lim1),并且检测到在第二显著时段(t4-t5,t7-t8)内,所述波动(V)的程度超过高的第二极限值(lim2),那么判断(S5-S20、S4'-S13')为注意力不够,作为至少与所述第一极限值(lim1)相比的波动的量度计算(S4)所述位置(d)的方差(V)并且作为与所述第二极限值(lim2)相比的波动的量度计算所述位置(d)与平均值的偏差(S4'、S9'),如果所述第一显著时段(t1-t2、t5-t6)的持续时间超过第一显著极限值(t1),那么判断所述第一显著时段为显著的(S13;S16),如果第二显著时段(t4-t5、t7-t8)的持续时间超过第二显著极限值(t2)或者如果在所述第二显著时段的开始时刻与偏差超过所述第二极限值(lim2)的时间点之间的时间小于所述第二显著极限值(t2)(S8'、S9'),那么判断所述第二显著时段为显著的(S13;S16)。

2.按权利要求1所述的方法,其特征在于,在步骤c)中,如果在观察持续时间内,所述第一显著时段(t1-t2、t5-t6)的数量和/或所述第二显著时段(t4-t5、t7-t8)的数量至少为2(S19、S12'),那么判断注意力不够。

3.按权利要求1所述的方法,其特征在于,如果紧接着第一显著时段后的时间间隔不满足第二显著时段的标准,那么观察持续时间结束(S8'、S10')。

4.按权利要求1所述的方法,其特征在于,如果注意力被判断为不够,则向驾驶员发出警报(S20、S13')。

5.按权利要求1所述的方法,其特征在于,为检测所述汽车(1)的位置(d),通过至少一个随车携带的摄像机(7)拍摄所述行车道(3)的图像。

6.按权利要求5所述的方法,其特征在于,识别所述图像内的至少一个行车道界线(5、6),并根据所识别的行车道界线估计所述汽车(1)与所述行车道界线(5、6)的距离(d)(S3)。

7.按权利要求6所述的方法,其特征在于,将一个所述行车道界线(5;6)用作检测所述汽车(1)位置(d)的基准。

8.按权利要求6所述的方法,其特征在于,识别所述图像中的右和左行车道界线(5、6)。

9.按权利要求8所述的方法,其特征在于,根据所识别的行车道界线(5、6)确定行车道中心(10),并将所述行车道中心(10)用作检测所述汽车(1)的位置(d)的基准。

10.按权利要求8或9所述的方法,其特征在于,根据所识别的行车道界线(5、6)估计行车道宽度,并且根据所述行车道宽度确定所述第一和/或第二极限值(lim1、lim2)。

11.按权利要求1所述的方法,其特征在于,根据车速确定所述第一和/或第二极限值(lim1、lim2)。

用于判断驾驶员注意力的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于判断行驶中汽车的驾驶员的注意力的方法和装置。

背景技术

[0002] 用于监测汽车驾驶员的驾驶行为，以判断其质量并且根据该判断评估驾驶员的注意力水平以及必要时产生警报的装置和方法已由大量的公开文献公开。例如DE 10 2005 012 196A1描述了一种方法，其中借助于安装在汽车中的摄像机拍摄汽车前方的行车道的图像，在该图像中确定行车道界线并估计汽车与行车道界线的距离。在此方面由此出发，即，只要驾驶员没有在方向盘上睡着，大多数情况下都能防止汽车Z形运动并使Z形运动的程度接近于零。但如果驾驶员在驾驶期间睡着，则假定汽车按照Z形线运动，因此在这种情况下应当触发警报。

[0003] 这种已知技术的问题在于，诱发大量交通事故的驾驶员“微睡”经常是突然出现的，当它出现时，驾驶员也不能再保持Z形路线，而是直接偏离行车道。在这种情况下并不发生唤醒驾驶员并可以使其修正转向运动的警报。

发明内容

[0004] 本发明所要解决的技术问题在于，进一步发展用于判断驾驶员注意力的传统方法，以改进其实用性和可靠性。

[0005] 该技术问题通过这样一种方法解决，该方法具有以下步骤：

[0006] a)检测汽车在行车道上横向于行驶方向的位置；

[0007] b)确定所述汽车的位置波动的程度；

[0008] c)如果在观察持续时间内，检测到在至少一个第一显著时段内位置波动的程度低于低的第一极限值，并且检测到在第二显著时段内波动的程度超过高的第二极限值，则判断注意力不够。

[0009] 这种方法考虑到的实际情况是，在实际进入微睡之前，驾驶员尚能施加必要注意力以将汽车精确地保持在路线上的阶段与他仅能有限达到这一点的阶段相互交替。在后一阶段中，驾驶员的反应时间延长，因此在驾驶员反向转向之前，汽车沿行车道横向更明显地运动。如果仅基于靠近的程度判断注意力，那么相对行车道界线的、在低于其时触发警报的距离必须设定得非常低，以避免汽车的驾驶员和可能的乘客由于误警报而恼怒。但按照本发明，不是检测位置波动的纯程度，而是这些波动变化的图案，可以明显提高判断可靠性，而且尤其可以敏感地调节超过其就可以确定高程度波动的极限值，以便即使在由此引发的位置波动尚没有大到足以让人担心偏离行车道的情况下，就可以识别驾驶员由于疲劳而减退的反应速度。

[0010] 波动的量度可以不同的方式规定。属于此的例如为：在预先规定的时间间隔内经常低于与行车道界线预先规定的距离，或者可以对该距离相连续的最大值与最小值之间的差值进行评估。量度也可以对于与第一和第二极限值进行比较而不同地确定。

[0011] 在按本发明的方法第一中设计方案的框架内，尤其对于与第一极限值进行比较而言，波动的量度是位置的方差(其中，在本发明中，数理统计意义上的方差与从中得出的数值，如标准偏差之间不进行区分)。

[0012] 尤其是对于与第二极限值进行比较而言，根据该方法的第二种设计方案，使用位置(d)与平均值的偏差的最大值。

[0013] 尤其是在上述第一种设计方案的框架内，可以预先规定观察持续时间；但其开始和结束优选在第二种设计方案中可以分别通过观察结果确定，正如下面还要详细介绍的那样。

[0014] 根据第一种设计方案，如果第一和/或第二时段的持续时间超过预先规定的第一或第二显著极限值，则该第一和/或第二时段被相宜地总是判断为显著的。

[0015] 根据第二种设计方案，时段，尤其是第二时段，始终在时段开始与偏差超过极限值的时间点之间的时间小于显著极限值的情况下被判断为显著的。

[0016] 上面提到的、可能导致观察持续时间结束的观察结果尤其是这样的实际情况，即，紧接着第一显著时段后的时间间隔不满足第二显著时段的标准。

[0017] 因为该方法设计用于检测进入微睡之前出现的注意力波动，而不是进入微睡本身，所以不一定要求在在显著时段内检测到唯一一次超过第二极限值就将注意力判断为不够。而是，在确定驾驶员的注意力不足之前必须检测到的第一显著时段的数量和/或第二显著时段的数量至少为2。这使得尤其可以将第二极限值设置得低，以便以高概率检测到严重的注意力波动，而同时不会由此导致大量不正确的判断。

[0018] 如果注意力被判断为不够，则应当向驾驶员发出警报，这种警报要么本身的作用仅在于重新产生注意力，要么可以促使驾驶员停车休息。

[0019] 为检测汽车的位置，优选随车携带至少一个拍摄行车道图像的摄像机。

[0020] 可以如下进行行车道横向上的位置确定，即，识别由至少一个摄像机提供的图像中的至少一个行车道界线，并根据所识别的行车道界线估计汽车与行车道界线的距离。

[0021] 这样识别的行车道界线可以直接用作检测汽车位置的基准。这种方法虽然有简单的优点，但并不能区分因为行车道变窄而导致汽车接近行车道界线与通过操控引起的接近，因此尤其是在进入狭窄行车道路段时存在增大的误判危险。

[0022] 因此根据一种优选的扩展方案，识别图像中的右行车道界线和左行车道界线。根据所识别的这些行车道界线可以测定行车道中心并将行车道中心用作检测汽车位置的基准。因为在驾驶员注意力集中时，在驶入狭窄的行车道路段时，汽车相对于行车道中心的位置比相对于行车道界线的位置更少地改变，所以在这里减小了误判的危险。

[0023] 如果根据所识别的行车道界线估计行车道宽度，则还存在的可能性是，根据行车道宽度确定第一和/或第二极限值，并因此考虑这种实际情况，即，在窄行车道上只能容忍较小的位置偏差并且注意力集中的驾驶员一般由此考虑这种实际情况，即，他在窄行车道上减速行驶，以便可以相应精确地控制位置。

[0024] 本发明的主题还涉及一种车载计算机，该车载计算机设置用于实施上述方法以及涉及一种计算机程序产品，具有使计算机能够执行上述方法的程序代码装置。

附图说明

[0025] 由以下根据附图对实施例的说明得出本发明的其它特征和优点。在附图中示出：

[0026] 图1示出了按本发明的方法应用情形的示意图；

[0027] 图2举例示出了距离和方差的数值随时间变化的曲线；

[0028] 图3示出了在图1所示的汽车的车载计算机内实施的、按方法的第一种设计方案的、用于判断驾驶员注意力的方法的流程图；以及

[0029] 图4示出了在图1所示的汽车的车载计算机内实施的、按方法的第二种设计方案的、用于判断驾驶员注意力的方法的流程图。

具体实施方式

[0030] 图1在示意的俯视图中示出了在道路2上行驶的汽车1。道路2的两个行车道3、4分别通过外部的边界实线5和断续的中心线6标记。汽车1具有两个沿行驶方向倾斜向前定向的摄像机7，用于检测与汽车的行车道3相邻的分界线5和中心线6。也可以考虑在汽车的中间安装唯一一个摄像机，以便在该摄像机唯一的图像内既反映分界线5，也反映中心线6。

[0031] 汽车的车载计算机8是编程的，以便在摄像机7的图像内按照图形识别的已知方法识别行车道3的中心线6或分界线5。车载计算机8根据摄像机7相对于行车道纵向的已知定向和在所提供的图像内检测到的分界线5或中心线6的位置计算汽车与分界线5或中心线6的距离。相对于其计算距离的参考点可以是车身朝向相关行车道界线5或6的侧面、车身的纵向中心面或其它任意可固定在汽车1上的点。

[0032] 图像以预先规定的重复频率拍摄，这种频率取决于车载计算机8的处理能力并优选为多个Hz。因此根据图像以周期性的时间间隔获得汽车1在其行车道3横向上位置d的测量值。图1作为位置d示例性地示出汽车1的纵向中心面9与行车道3的中心线10之间的距离。

[0033] 位置d的测量值在车载计算机8内可以不同形式进行处理。一种可能性是，从由摄像机7提供的每对图像中得出两个位置数值，所述位置数值分别给出与左行车道界线，也就是中心线6或右行车道界线、即分界线5的距离，以便彼此独立以后面还要详细介绍的方式评估这两个位置数值。这种方式的优点是，如果所行驶的道路没有分界线5或中心线6或不能识别的话，两个位置数值之一的计算或评估可以暂缓。

[0034] 另一种方案是，根据从每对图像中获得的两个距离值计算行车道3的宽度以及汽车1的基准点与行车道中心的侧向偏移。

[0035] 也可以设想，作为与两个行车道界线之一的距离计算和确定汽车1的位置，以及行车道宽度的测量仅用于确定后面还要详细介绍的极限值lim1、lim2。

[0036] 图2举例示出了行车道横向上的汽车位置d的测量值随时间变化的曲线和从中得出的、汽车位置的方差V随时间变化的曲线。为了更好的可区分性，所测得的汽车位置的曲线11在图2中示出为连续的直线段，而从中得出的方差V随时间的分布示出为连续的曲线12。在实际中(在比图2所示更高的时间分辨率或更小的时间间隔情况下)，两条曲线11、12由于对图像时间上断续地获取和评估而可以看作为分段函数。

[0037] 在时间间隔[t0、t2]内，位置d缓慢并以小幅度波动，而方差V则逐步下降。在时间点t1上，方差低于下极限值lim1。方差V保持在极限值lim1以下的时间间隔[t1、t2]略长于显著阈值Δt1，从而时间间隔[t1、t2]被看作是正常操控活动的时间间隔。

[0038] 位置在时间间隔[t2、t3]中短时间的强烈变化(例如由于驾驶员故意变线)导致方

差V短时间重新上升到极限值lim1以上。时间间隔[t3、t4]中的平稳操控活动不被评判为正常操控活动的时间间隔，因为时间间隔[t3、t4]略短于显著阈值Δt1。

[0039] 在时间间隔[t4、t5]内，位置d的多个强列变化导致方差V在比第二显著阈值Δt2更长的时间间隔中超过上极限值lim2。位置在该时间间隔[t4、t5]内的强列偏转表明，驾驶员的反应时间由于疲劳而延长，因此他容忍较强的位置波动并必须通过强烈的反向打轮应对这些波动。

[0040] 从t5到t6之后重新是正常操控活动的时间间隔，该时间间隔长于显著阈值Δt1，并因此属于正常操控活动的时间间隔。驾驶员注意力从时间t7起的重新不足导致位置波动，这些波动虽然没有与在时间间隔[t4、t5]内那么大的幅度，但在此却有高的速度，从而也导致方差在显著阈值Δt2以上的时间间隔内超过上极限值lim2。现在，在曲线图中所示的时间间隔内检测到两次正常的平稳操控活动和两次强烈的操控活动以后，车载计算机8得出驾驶员注意力不足的结论并为驾驶员产生光学或声学类型的警报。

[0041] 根据图3的流程图详细说明由车载计算机8实施的监测方法。在图3中所示的方法步骤以有规律的时间间隔重复。该方法的每次重复以通过摄像机7拍摄图像S1(或唯一摄像机的单个图像)开始。在步骤S2中使用图形识别方法，以便识别所拍摄的图像内的至少一个界线5或6，并在步骤S3中估计汽车1的基准点，如纵向中心面9与所识别的界线5或6或行车道3根据界线5、6得出的基准点，如中心线10之间的距离。

[0042] 步骤S4包括更新位置测量的方差V。这种更新可以用各种方式进行。第一种可行的方案是，计算汽车位置d的滑动的平均值$\bar{d}_i$，方式是在每次重复该方法时在前面循环中所获得的滑动平均值$\bar{d}_{i-1}$加上位置的新测量值di，并将结果与预先规定的遗忘系数(1-ε)相乘，该遗忘系数是＜1的实数：

[0043] $$\bar{d}_i = \left(\bar{d}_{i-1} + d_i\right)(1-\varepsilon)$$

[0044] 在下一个步骤中，计算当前的位置值di与滑动平均值$\bar{d}_i$之间偏差的平方，将该结果与滑动的方差值Vi-1相加，并将结果再与遗忘系数(1-ε)相乘，以获得方差Vi的当前值：

[0045] $$V_i = \left(V_{i-1} + (d_i - \bar{d}_i)^2\right)(1-\varepsilon)$$

[0046] 用于估计方差Vi的另一种可能性是，每预定的数目n储存保持由该方法分别最近的循环得出的测量值di、di-1、...di-n，通过将这些位置值di、di-1、...di-n相加并且将结果除以n计算出平均值：

[0047] $$\bar{d}_i = \frac{1}{n}\sum_{j=i-n}^{i} d_j$$，

[0048] 并随后对所储存的每个位置值di、di-1、...di-n与平均值之间的差值$\bar{d}_i$平方并将平方值相加，并且将相加的结果除以n：

[0049] $$V_i = \frac{1}{n}\sum_{j=1-n}^{i} (d_j - \bar{d}_i)^2$$

[0050] 在步骤S5中检查，方差是否自从前面的循环以来降到极限值lim1以下。如果是，那么在步骤S6中启动计时器Timer1。如果相反方差升到lim1以上(步骤S7)，在步骤S8中停止

计时器1并复位。

[0051] 在步骤S9至S12中以类似方式检查方差与更高的第二极限值lim2的关系，并且在上升到极限值lim2以上时启动计时器Timer2，而在下降的情况下复位该计时器。

[0052] 极限值lim1、lim2可以是预先规定的常数。但它们也可以作为车速和/或由车载计算机估计的行车道3宽度的函数预先规定，并因此随时间变化，其中，在后一种情况下，极限值是速度的减函数并且是行车道宽度的增函数。

[0053] 在步骤S13中，检查计时器1是否达到或超过显著极限值Δt1。如果是，那么将目前的时间点储存在索引列表1内(步骤S14)，并将计时器1停止和复位。在步骤S15中，检查列表1是否含有比预先规定观察持续时间更晚的时间点。如果列表中含有这种时间点，那么将其清除。在步骤S16到S18中以相应的方式检查由计时器2检测的时间是否超过显著极限值Δt2，必要时将时间点储存在索引列表2中，以及清除列表2中长于观察持续时间的时间。在步骤S19中，检查每个列表的条目数量是否超过预先规定的最小值n1或n2。如果不存在或仅有一次超过极限值，那么将该方法跳回到起点，并等待摄像机的下一个图像。如果超过两个极限值n1、n2，则在步骤20中向驾驶员发出警报。

[0054] 观察持续时间相宜地持续数分钟的时间间隔。显著极限值Δt1、Δt2可以在几秒到几十秒的范围内，其中，Δt2一般选择得比Δt1小。阈值n1、n2小的自然数，优选是2或更大。

[0055] 该方法的进一步扩展设计可以将该方法与驾驶员的驾驶风格相适应。在该扩展设计中由此出发，即，汽车刚启动后驾驶员注意力不集中的概率较低。因此测量启动后有限时间间隔内，例如15或30min汽车位置d的方差，将这样获得的方差数值加上第一安全系数设置为极限值lim1。第二极限值lim2设定为高于第一极限值的预定系数。这样可以确保，使用分别与驾驶员的个人反应能力相适应的极限值并避免不必要的警报。

[0056] 图4示出了按本发明的方法的第二种设计方案的流程图。不同于第一种设计方案，在此观察持续时间没有固定的长度，而是取决于位置监测的结果，正如后面还要详细介绍的那样。该方法开始的步骤S1至S3与图3的方法中相同，并因此不再重新说明。在此，第一计时器在步骤S4′中与数值零时的第一位置测量时间上直接相关地启动。在步骤S5′中，检查在前面步骤S3中获得的距离值与如可以参照对图3中的步骤S4的介绍获得的平均值的偏差是否保持在第一极限值lim1以下。如果是，则在预定的等待时间后重复步骤S1至S3，而计时器Timer1测量自从其启动S4′以来经过的时间。

[0057] 如果在步骤S5′中识别出超过极限值lim1，那么该方法转到步骤S6′，在该步骤中，将由计时器Timer1测量的时间与显著极限值Δt1进行比较。如果由计时器Timer1所测量的时间小于Δt1，那么该方法返回起点。如果所测量的时间长于Δt1，那么显著时段视为具有良好的驾驶方向稳定性，并在步骤S7′中启动第二计时器Timer2。在随后的步骤S8′中，检查计时器Timer2的测量值是否超过第二显著极限值Δt2。只要不是这种情况，就重复步骤S1至S3，以获取新的距离估计值，并且在步骤S9′中将距离估计值与平均值的偏差与第二极限值lim2进行比较。只要该偏差小于极限值lim2，该方法就返回步骤S8′。如果这种情况经常发生，那么最后第二计时器Timer2超过显著极限值Δt2，也就是说，经过长度Δt2的时间间隔，在该时间间隔内没有出现超过lim2的明显位置偏差。在这种情况下，在步骤S10′中将计时器设为零，其功能下面还要详细说明，并且该方法返回起点。因此结束观察持续时间并开

始新的观察持续时间。

[0058] 相反，如果在步骤S9′中在时间t2结束之前记录到超过极限值lim2，那么在步骤S11′中使计数器增加，并且在步骤S11′中检查，计数器状态是否大于1。这种情况在下述情况下出现，即，在观察持续时间内两次连续记录到长度至少等于第一显著极限值Δt1的、良好驾驶方向稳定性的时间间隔，并随后在该时间间隔结束后不超过Δt2的时间间隔内记录到超过lim2的强烈位置偏差。如果是这种情况，那么由此出发，即，强烈的位置偏差实际上归结为驾驶员的注意力不集中，并在步骤S13′中向驾驶员发出警报。

[0059] 参照图3和4所说明的、依据本发明方法的两种方案也可以相互组合，尤其是这样组合，为检测小位置偏差的时段，将图4中方法的步骤S1-S6′通过图3中的步骤S1至S8和S13替代，也就是借助于监测方差识别小位置偏差的时段，相反为检测大位置偏差的显著时段则如步骤S9′中那样检测唯一一个偏差＞lim2就足够。

[0060] 附图标记清单

[0061] 1 汽车

[0062] 2 道路

[0063] 3 行车道

[0064] 4 行车道

[0065] 5 分界线

[0066] 6 道路中心线

[0067] 7 摄像机

[0068] 8 车载计算机

[0069] 9 纵向中心面

[0070] 10 中心线

[0071] 11 曲线

[0072] 12 曲线

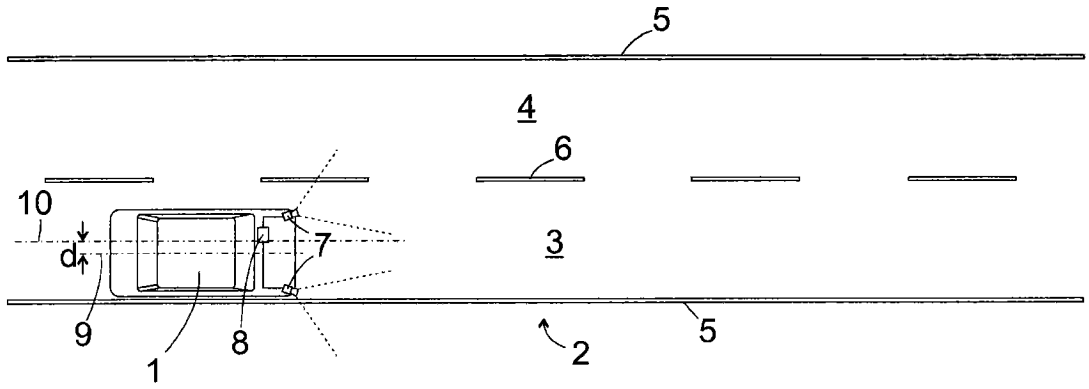

5
4
6
10
d
7
3
9
1
8
2
5

图1

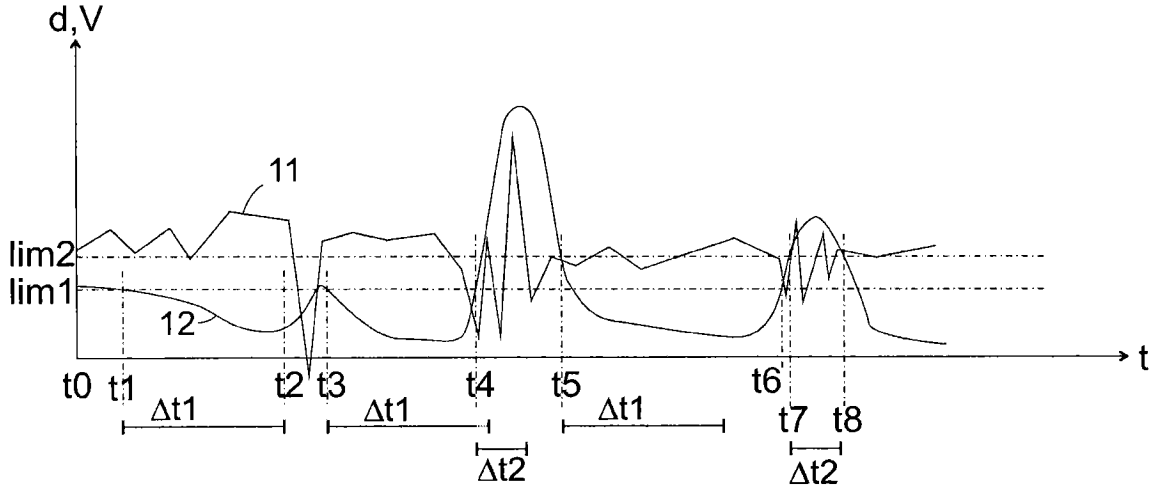

d,V
11
lim2
lim1
12
t
t0
t1
t2
t3
t4
t5
t6
t7
t8
Δt1
Δt1
Δt1
Δt2
Δt2

图2

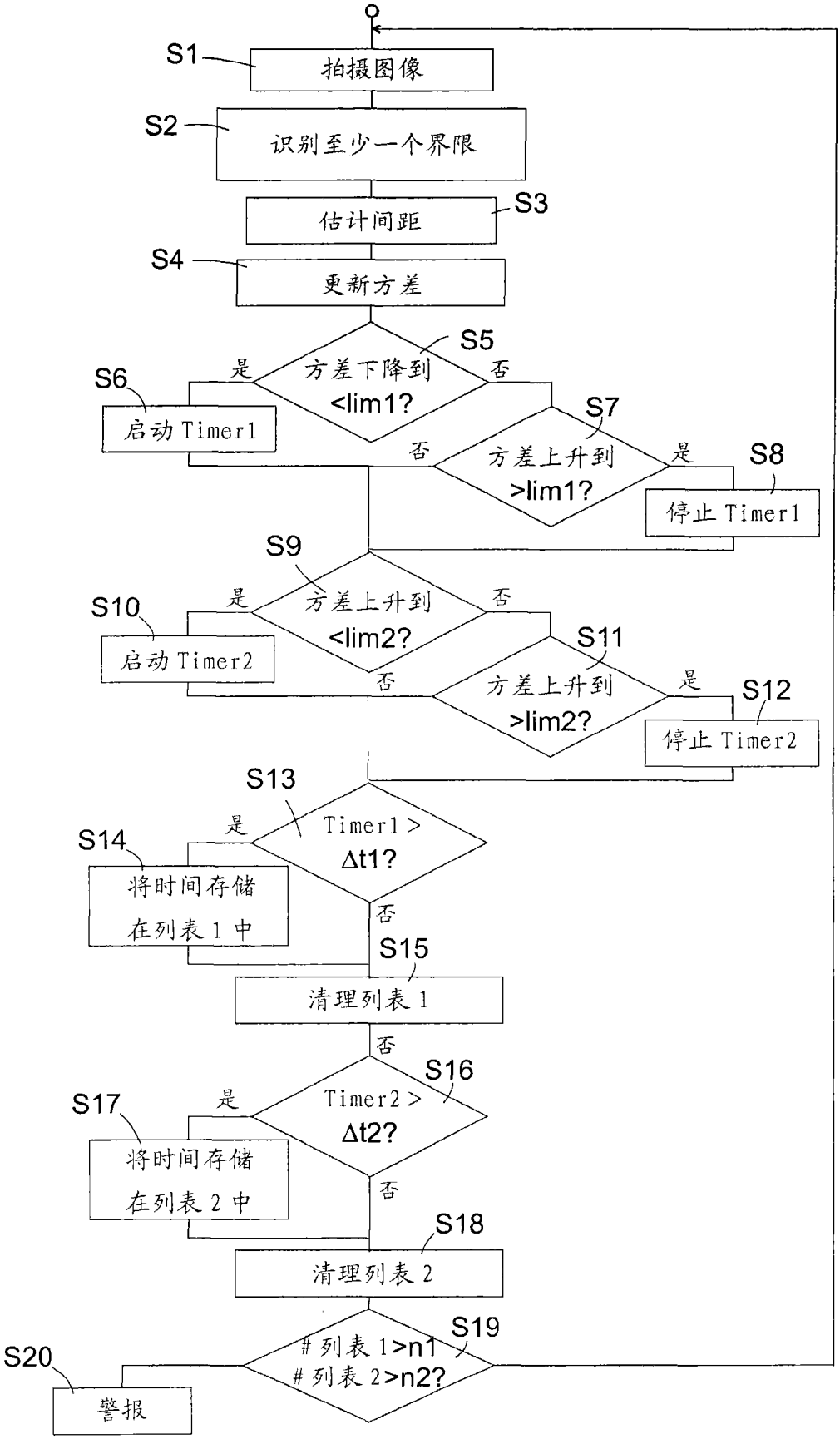

S1
拍摄图像
S2
识别至少一个界限
S3
估计间距
S4
更新方差
S5
方差下降到 <lim1?
是
否
S6
启动 Timer1
S7
方差上升到 >lim1?
否
是
S8
停止 Timer1
S9
方差上升到 <lim2?
是
否
S10
启动 Timer2
S11
方差上升到 >lim2?
否
是
S12
停止 Timer2
S13
Timer1 > Δt1?
是
否
S14
将时间存储在列表 1 中
S15
清理列表 1
否
S16
Timer2 > Δt2?
是
否
S17
将时间存储在列表 2 中
S18
清理列表 2
S19
列表 1>n1
列表 2>n2?
S20
警报

图3

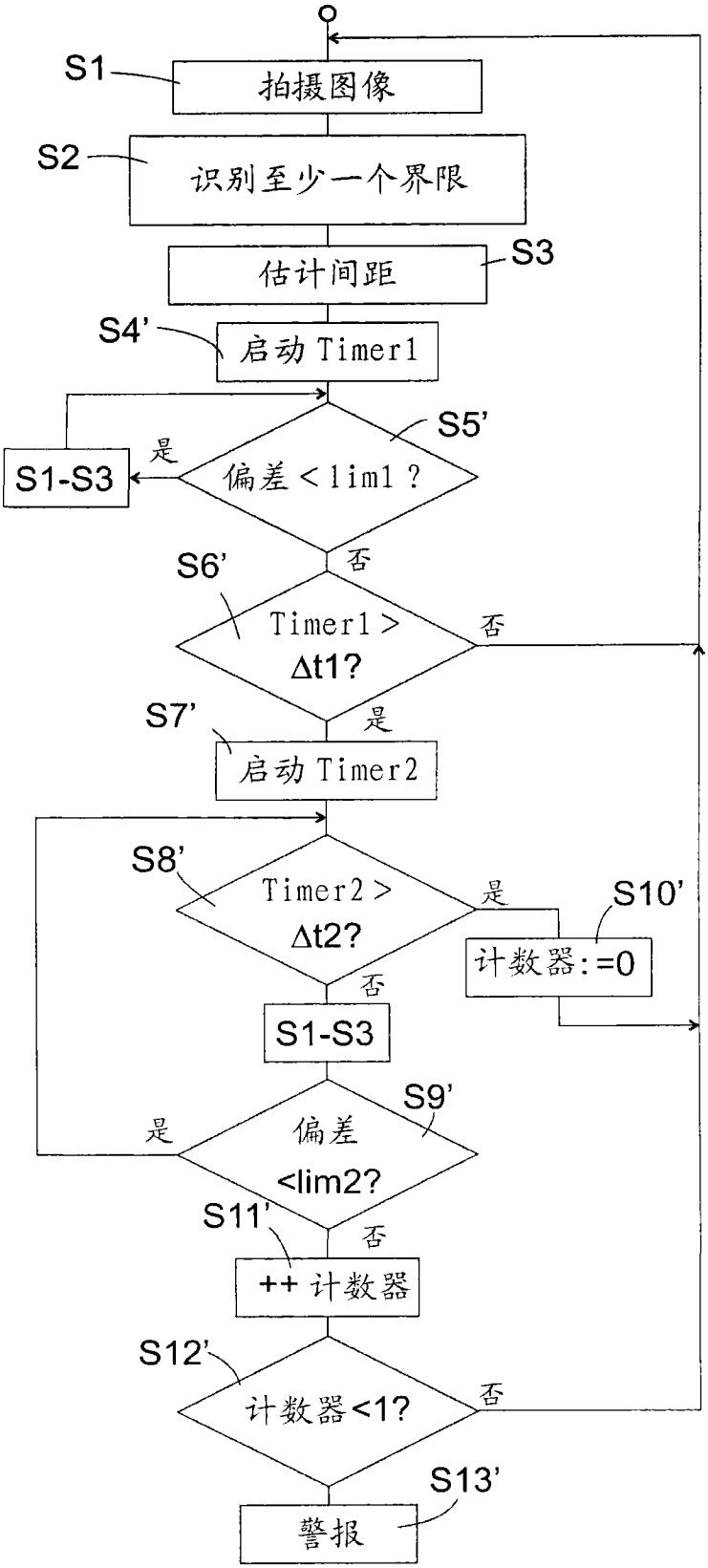

S1
拍摄图像
S2
识别至少一个界限
S3
估计间距
S4'
启动 Timer1
S5'
偏差 < lim1 ?
是
S1-S3
否
S6'
Timer1 > Δt1?
否
是
S7'
启动 Timer2
S8'
Timer2 > Δt2?
是
S10'
计数器:=0
否
S1-S3
S9'
偏差 <lim2?
是
S11'
否
++ 计数器
S12'
计数器<1?
否
S13'
警报

图4