

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

G08B 13/187 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200580036678.4

[45] 授权公告日 2009 年 11 月 18 日

[11] 授权公告号 CN 100561532C

[22] 申请日 2005.3.21

[21] 申请号 200580036678.4

[30] 优先权

[32] 2004.8.27 [33] US [31] 60/605,294

[32] 2004.11.24 [33] SG [31] 200406771-6

[86] 国际申请 PCT/SG2005/000088 2005.3.21

[87] 国际公布 WO2006/022594 英 2006.3.2

[85] 进入国家阶段日期 2007.4.25

[73] 专利权人 新加坡科技劲力私人有限公司

地址 新加坡新加坡

[72] 发明人 陈鸿顺 沈 飞 王英杰 郭裕明

T·H·郑

[56] 参考文献

CN1359091A 2002.7.17

GB2292628A 1996.2.28

CN2561034Y 2003.7.16

US5936666A 1999.8.10

US5019802A 1991.5.28

CN1413343A 2003.4.23

WO9927335A1 1999.6.3

US5331308A 1994.7.19

审查员 李凤新

[74] 专利代理机构 北京北翔知识产权代理有限公司

代理人 谢 静 杨 勇

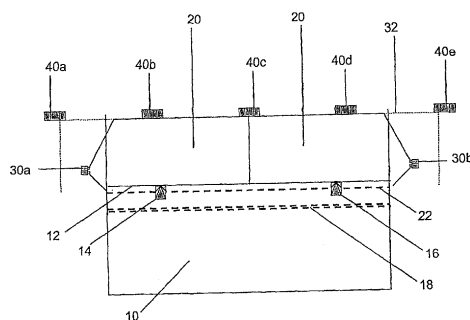
权利要求书 4 页 说明书 13 页 附图 5 页

[54] 发明名称

多传感器入侵探测系统

[57] 摘要

公开了适合用于铁路站台(10)的入侵探测系统,该系统使用两个或多个探测器(14,16),所述探测器优选地为不同波长范围的电磁波谱的探测器。该探测器可以是激光扫描器和 CCTV 立体摄影机。对来自两个探测器的信号进行处理,以通过要求两个探测器都指示一个入侵来避免误警报。可存储一个区域空时的背景轮廓,并结合所述探测器之一使用该背景轮廓,以确定例如人的存在。该处理可以进一步要求两个探测器在同一时间同一位置探测到某一存在。每个探测器可以包括用于删除诸如光水平变化之类的环境条件变化的装置。



1. 一种用于探测目标到指定区域中的入侵的入侵探测装置, 所述装置包括:

- 第一电磁波谱范围的至少第一探测器;
- 第二电磁波谱范围的至少第二探测器, 该第二电磁波谱的范围和所述第一电磁波谱明显不同;

其中该第一和第二探测器被布置于不同位置, 以探测来自所述指定区域的各自对应的电磁波, 以便

- 将所探测的、所述指定区域的正常或没有入侵的轮廓的电磁波指定为背景参考; 以及

- 将当前探测的、目标作出的到所述指定区域中的入侵的电磁波和所述背景参考作比较, 以确定所述背景参考和当前探测到的电磁波之间是否存在变化, 于其上探测预定变化, 生成探测信号;

- 信号处理装置, 该信号处理装置被布置以接收来自所述探测器的探测信号, 其中当所述信号处理器验证来自第一和第二探测器的探测信号为探测在约同一位置并在约同一时间的入侵时, 生成入侵警报信号。

2. 根据权利要求1的入侵探测装置, 在包括城市通勤火车站在内的交通人流量高的区域实现, 其中指定区域覆盖铁轨和所述火车站的站台边缘中的至少一个。

3. 根据权利要求1的入侵探测装置, 其中该第一和第二探测器各选自光电点到点、多级光束探测器。

4. 根据权利要求1的入侵探测装置, 其中该第一和第二探测器各选自微波、无线电波、红外、激光器和可见光探测器。

5. 根据权利要求1的入侵探测装置, 其中该第一探测器是激光扫描器。

6. 根据权利要求5的入侵探测装置, 其中该扫描器是直线扫描器。

7. 根据权利要求6的入侵探测装置, 其中该激光扫描器是二维(2D)激光扫描器, 该二维激光扫描器投射出与指定区域的周界的至少一部分平行的虚墙并限定该指定区域的周界的至少一部分, 使得越过该虚墙触发探测信号。

8. 根据权利要求6的入侵探测装置, 其中该激光扫描器安装在站台

边缘的上方，刚好大约在站台边缘内侧向下面和旁边投射。

9. 根据权利要求 5 的入侵探测装置，其中足够数量的激光扫描器被设置以投射出虚墙，以跨越火车站站台的上车区域的长度。

10. 根据权利要求 1 的入侵探测装置，其中该第二探测器包括选自静物照相机和摄像机的至少一个照相机。

11. 根据权利要求 10 的入侵探测装置，其中该照相机包括一对立体摄影机。

12. 根据权利要求 10 的入侵探测装置，其中在站台的至少一端，该照相机安装在站台边缘上方。

13. 根据权利要求 11 的入侵探测装置，其中该立体摄影机对被对准，使其光轴平行于站台边缘，使得用该立体摄影机对可接收到的立体图像显示为一合成图像，该合成图像被分成两侧，即站台侧和轨道侧，使得该站台边缘在该合成图像中表现为一单根投影线。

14. 根据权利要求 11 的入侵探测装置，其中该立体摄影机对被安装在站台两端。

15. 根据权利要求 13 和 14 中任何一项的入侵探测装置，其中该立体摄影机对中的至少一个所捕获的立体合成图像和位于 X 和 Y 轴内的像素阵列相关，该 X 和 Y 轴对应于沿站台边缘延伸并横越沿所述站台的列车轨道的网格。

16. 根据权利要求 1 的入侵探测装置，还包括至少一个位置传感器，该至少一个位置传感器能够探测正接近、停靠或离开站台的列车，并相应地生成待由所述信号处理装置处理的信号。

17. 根据权利要求 16 的入侵探测装置，其中该位置传感器在探测到停靠的列车时生成停靠信号，该停靠信号被发送至所述信号处理装置。

18. 根据权利要求 16 的入侵探测装置，其中该位置传感器是感应设备。

19. 根据权利要求 16 的入侵探测装置，其中多个位置传感器被放置在上方，足以覆盖沿着站台的停靠的列车的长度，并且另外的位置传感器被放置在站台之后和站台之前，以探测列车的到达和离开。

20. 一种用于探测目标到指定区域中的入侵的方法，所述方法包括以下步骤：

- 探测第一电磁波谱范围内的电磁波;
- 探测第二电磁波谱范围内的电磁波, 该第二电磁波谱的范围和所述第一电磁波谱范围明显不同;

其中第一和第二电磁波谱范围被在所述指定区域的不同位置探测, 由此

- 将所探测的、所述指定区域的正常或没有入侵的轮廓的、第一和第二电磁波谱范围内的电磁波指定为背景参考; 以及
- 将当前探测的、入侵到所述指定区域中的目标的、第一和第二电磁波谱范围内的电磁波和所述背景参考作比较, 以确定所述背景参考和当前探测到的电磁波之间是否存在变化; 于其上探测预定变化, 生成探测信号;
- 在生成入侵警报信号之前, 验证来自该第一和第二电磁波谱的探测信号为探测在所述指定区域中的约同一位置并在约同一时间被接收的入侵。

21. 根据权利要求 20 的用于探测目标的入侵的方法, 进一步包括:

- 一旦探测到变化, 将所述变化和预定变化阈值作比较, 以及,
- 当探测到所述变化超过所述预定变化阈值时, 触发第一入侵警报。

22. 根据权利要求 20 的用于探测目标的入侵的方法, 包括

- 在沿站台停靠的列车的至少一个位置探测, 以及
- 忽略来自第一电磁波谱范围的探测信号或第一和第二电磁波谱范围的探测信号。

23. 根据权利要求 21 的用于探测目标的入侵的方法, 其中当该第一入侵警报被触发时,

- 启动例程, 以利用三维几何学功能估计用所述第一和/或第二电磁波谱探测到的入侵目标的尺寸;
- 将估计的目标尺寸和预定阈值尺寸作比较; 和/或
- 在触发第二入侵警报之前, 验证是否已经在至少 2 帧里探测到所述目标。

24. 根据权利要求 22 的用于探测目标的入侵的方法, 其中由多模块探测装置对列车的整个长度和/或位置进行探测, 该多模块探测装置以整体的方式进行所述探测以起单功能的作用。

25. 根据权利要求 20 至 24 中任何一项的用于探测目标的入侵的方法，其中该信号被远程传输以供处理。

26. 根据权利要求 20 至 24 中任何一项的用于探测目标的入侵的方法，该方法是可远程启用的以对铁路服务网络的多个火车站进行集中监控，包括可启用 SCADA 或可启用因特网协议中的任何一个或其组合。

多传感器入侵探测系统

技术领域

本发明涉及使用两个或多个探测器的入侵探测系统，每个探测器用于不同波长范围的电磁波谱。它使用来自不同探测器的信号进行入侵特性分析，以将误警报减至最少，特别是在保护交通繁忙区域方面。

背景技术

当不恰当的警报是由诸如风吹起的报纸或衣服或迷路的动物（如狗、猫和鸟）之类的进入指定禁区的无效目标触发的时，用于提醒出现进入该指定禁区中的人或危险目标入侵的常规入侵探测系统经常会被误警报充斥。

在诸如火车站的铁路轨道之类的禁区内——在火车站，站台有等车、上车以及下车的乘客导致的高的客流量，上述入侵系统对无效目标的敏感性进一步加重。上述不恰当的警报或误警报的发生可能给铁路服务造成不必要的干扰。另一方面，无论何时出现有效的人或危险目标入侵，入侵系统必须健壮而精确地触发警报。

新式的列车系统通常自动运行，没有驾驶员或站台管理人员，并且尽管安全“黄线”沿站台边缘建立了约50cm的安全清空地带，但乘客还是可能偶尔无意地越过该黄线以便更靠近站台边缘。这种情况在乘客看到正在靠近的列车时尤为常见，因而大大增加了跌下站台的危险，在这样的危急时刻入侵探测系统仅有几秒钟的时间来发出警告和制止正在靠近的列车从跌落的乘客身上碾过。

一个解决办法是利用一堵带有门的墙在物理上将站台和铁路轨道分开，该门只在列车安全停靠时才打开，而列车门与站台门相对应。该解决办法要求安装昂贵的设备，以便站台门和列车门可被协调以协作运行，并且该解决方法要求精确的停靠，以便使双方门的位置在列车的整个长度上相对应，而其中车厢的个数和模型可能不同。然而这种物理方法不能警告轨道上有其他可能干扰列车、使列车出轨或损坏列车的目标出现。

激光扫描器也已被用作入侵探测系统的探测器，如在美国专利

No. 4, 949, 074 以及美国专利 No. 6, 278, 373 所公开的入侵探测系统中。二维(2-D)激光扫描器也已被用来扫描和覆盖沿着火车站站台的轨道。然而, 这样的二维激光扫描器价格昂贵, 并且为了覆盖一般车站站台的长度, 要求在外面露天或无掩蔽的环境中安装至少四个这样的扫描器以覆盖单个铁路轨道。这种扫描器的激光传感器安装在室外时被暴露于恶劣天气下, 从而其有效性受影响, 从而可能容易触发误警报, 并且大雨或强烈的日光会干扰探测器。

另一个方法是使用闭路电视(CCTV), 即包括静物照相机和摄像机, 作为监测或图像传感器, 如美国专利 No. 6, 429, 893 和美国专利 No. 6, 097, 429 所公开的, 其在识别真正入侵时对视频数据进行图像处理方面效果有限。这是因为照相机是可见光传感器, 对变化的天气和光照条件高度敏感。

美国专利 No. 6, 297, 844 中使用了立体摄影机。美国专利 No. 5, 825, 412 中的摄像机探测系统计算入侵目标的像素数目, 因此是对目标的二维捕获。于是, 除了照相机对其敏感的、诸如由外部环境中的云斑引起的变化的天气和波动的光照之类的上述其他不准确性以外, 一张报纸可能被认为是一个很大的目标。

在本说明书中对文献、设备、动作或知识的所有讨论被包括进来以解释本发明的背景。不应该被视为承认, 在这里任何上述内容在该公开和权利要求的优先权日或该优先权日之前在新加坡或任何其他地方构成现有技术基础的一部分或相关领域中的公知常识。所有关于日期的陈述或关于这些文献的内容的描述基于申请人可获得的信息, 并不构成对这些日期或这些文献的内容的正确性的任何承认。

发明内容

我们的发明致力于通过结合新的硬件配置以及新的数据处理逻辑克服上面讨论过的问题。我们的第一个目标是通过结合能够探测处于两个不同范围的电磁波谱的传感器来减少昂贵的感测硬件的个数。

我们的第二个目标是通过来自两套传感器的探测信号作整体处理来减少误警报的发生。第三个目标是采用两套传感器的结合来描出周界以及减少待针对入侵进行扫描的实际区域。

第四个目标是提供对入侵目标的三维扫描, 以便确定它的实际尺

寸而不是二维图像。第五个目标是提供数据处理逻辑流程图或算法，该数据处理逻辑流程图或算法在允许生成入侵警报之前验证来自传感器的两个或多个入侵信号。第六个目标是在一定的时间帧内确定入侵目标是瞬时的还是静止在轨道上的，以便系统触发警报。

为实现上述目标，我们的入侵探测系统提供了我们的发明的采用入侵探测装置的形式的基本实施方案，该入侵探测装置用于探测目标到指定区域中的入侵，所述装置包括：

- 第一电磁波谱范围的至少第一探测器；
- 第二电磁波谱范围的至少第二探测器，该第二电磁波谱的范围和所述第一电磁波谱明显不同；

其中该第一和第二探测器被布置于不同位置，以探测来自所述指定区域的各自对应的电磁波，以便

- 将所探测的、所述指定区域的正常或没有入侵的轮廓的电磁波指定为背景参考；以及

- 将当前探测的、目标作出的到所述指定区域中的入侵的电磁波和所述背景参考作比较，以确定所述背景参考和当前探测到的电磁波之间是否存在变化，于其上探测变化，生成探测信号；

- 信号处理装置，该信号处理装置被布置以接收来自所述探测器的探测信号，其中当所述信号处理器验证来自第一和第二探测器的探测信号为探测在约同一位置并在约同一时间的入侵时，生成入侵警报信号。

优选地，我们的装置在诸如城市通勤火车站 (urban commuting train station) 之类的交通人流量高的区域实现，其中指定区域覆盖铁轨和所述火车站的站台边缘中的至少一个。还优选地，第一和第二探测器各选自光电点到点 (point-to-point)、多级光束探测器 (multi-level beam detector)，或各选自微波、无线电波、红外、激光器和可见光探测器。

在一个优选实施方案中，第一探测器是激光扫描器，该激光扫描器包括直线 (rectilinear) 扫描器。该激光扫描器可为二维 (2D) 激光扫描器，该二维激光扫描器投射出与指定区域的周界的至少一部分平行的虚墙并限定该指定区域的周界的至少一部分，使得越过该虚墙触发探测信号。该激光扫描器安装在站台边缘的上方，刚好大约在站台边缘内侧向下面和旁边投射。足够数量的激光扫描器可被设置以投射出虚墙，以跨越火车站站台的上车区域的长度。

优选地，第二探测器可为选自静物照相机和摄像机的照相机，该

照相机包括一对立体摄影机，其可在站台的至少一端安装在站台边缘上方，或者优选地，在站台的两端均安装在站台边缘上方。该立体摄影机对可被对准，使其光轴平行于站台边缘，使得用该立体摄影机对可接收到的立体图像显示为一合成图像，该合成图像被分成两侧，即站台侧和轨道侧，使得该站台边缘在该合成图像中表现为单根投影线(perspective line)。该立体摄影机对中的至少一个所捕获的立体合成图像和位于X和Y轴内的像素阵列相关，该X和Y轴对应于沿站台边缘延伸并横越沿所述站台的列车轨道的网格。

在一个优选实施方案中，包括至少一个位置传感器，该至少一个位置传感器能够探测正接近、停靠或离开站台的列车，并相应地生成待由所述信号处理装置处理的信号。该位置传感器可在探测到停靠的列车时生成停靠信号，该停靠信号被发送至所述信号处理装置。该位置传感器优选为感应设备。多个位置传感器可被放置在上方，足以覆盖沿着站台停靠的列车的长度，并且另外的位置传感器被放置在站台之后和站台之前，以探测列车的到达和离开。

在本发明的另一方面，提供了一种用于探测目标到指定区域中的入侵的方法，其中该方法包括以下步骤：

- 探测第一电磁波谱范围内的电磁波；
- 探测第二电磁波谱范围内的电磁波，该第二电磁波谱的范围和所述第一电磁波谱范围明显不同；

其中第一和第二电磁波谱范围被在所述指定区域的不同位置探测，由此

- 将所探测的、所述指定区域的正常或没有入侵的轮廓的、第一和第二电磁波谱范围内的电磁波指定为背景参考；以及
- 将当前探测的、入侵到所述指定区域中的目标的、第一和第二电磁波谱范围内的电磁波和所述背景参考作比较，以确定所述背景参考和当前探测到的电磁波之间是否存在变化；于其上探测预定变化，生成探测信号；
- 在生成入侵警报信号之前，验证来自该第一和第二电磁波谱的探测信号为探测在所述指定区域中的约同一位置并在约同一时间被接收的入侵。

在一个优选实施方案中，该方法接收探测到的第一和第二电磁波谱范围内的电磁波，并将所述电磁波作为背景参考。优选地，我们的方法接收当前探测到的第一和第二电磁波谱范围内的电磁波；将所述探测到的电磁波和背景参考作比较，以获取变化；将所述变化和预定

变化阈值作比较；以及，当探测到所述变化超过所述预定变化阈值时触发第一入侵警报。优选地，当在沿站台停靠的列车的至少一个位置探测时，忽略来自第一电磁波谱范围的探测信号或第一和第二电磁波谱范围的探测信号。

在该方法的一个优选实施方案中，当第一入侵警报被触发时，启动例程，以利用三维几何学功能估计用所述第一和/或第二电磁波谱探测到的入侵目标的尺寸；将估计的目标尺寸和预定阈值尺寸作比较；和/或，在触发第二入侵警报之前，验证是否已经在至少 2 帧里探测到目标。

优选地，可由多模块探测装置对列车的整个长度和/或位置进行探测，该多模块探测装置以整体的方式进行所述探测以起单功能的作用。可探测沿站台停靠的列车的至少一个位置，而优选忽略来自该第一和/或第二电磁波谱的探测信号。探测信号可被远程传输以供处理，因此可实现为可远程启用的 (remotely-enabled) 以对铁路服务网络的多个火车站进行集中监控，这可包括可启用 SCADA 或可启用因特网协议中的任何一个或其组合。

通过下文中给出的详细描述，本发明的进一步适用范围将变得显而易见。然而，应该理解的是，尽管该详细描述和具体实施例说明了本发明的优选实施方案，但该详细描述和具体实施例仅是以例证的方式给出的，因为根据该详细描述，对本领域技术人员来说，落在本发明的实质和范围之内的多种变化和改型是显而易见的。

附图说明

通过参考附图和接下来在下文中进行的详细描述，可以更好地理解本发明，其中具体实施方案被作为非限制性实施例或例证加以描述，其中：

图 1 示出了根据本发明的用于火车站站台的入侵探测系统的示意配置平面图；

图 2A-2C 示出了图 1 入侵探测系统的示意配置的侧视图，其中图 2A 示出了用于没有列车停靠的站台的传感器配置，图 2B 示出了用于有单车厢列车停靠的站台的传感器配置，图 2C 示出了用于有两车厢列车停靠的站台的传感器配置；以及

图 3 示出了根据本发明的入侵系统的逻辑流程图或算法。

具体实施方式

简要地，根据我们的发明的用于指定区域的入侵探测系统基本上总体包括用于扫描第一电磁波谱范围的第一类型探测器和用于扫描第二电磁波谱范围的第二类型探测器。这两种类型的探测器可被布置于不同位置，以接收来自所述指定区域的各自对应的电磁波，以便首先

收集背景信号作为参考，然后入侵信号被比较以探测它们之间的显著变化，以生成探测信号。信号处理装置对来自这两种类型的探测器的信号作整体处理。只有当信号处理器验证入侵被这两种类型的探测器约在同一位置并约在同一时间探测到时，才生成入侵警报信号。

通过参考作为优选实施方案的图 1 可以更好地理解本发明的入侵探测系统，其中该系统被用于探测火车站内的入侵，特别是沿站台(10)和沿站台(10)的铁路轨道(20)的入侵。已知至轨道区域(20)内的入侵最有可能只来自站台(10)的事实，我们认为我们的探测周界应该起始于沿着铁路轨道(20)延伸的站台边缘(12)。

传感器类型 1: 激光扫描器

如图 1 所示，一对以合适间距隔开放置的激光扫描器(14, 16)，作为第一电磁波谱范围的第一类型探测器，可以被安装在站台边缘(12)的上方，以便激光扫描光束射向下面及旁边。对于诸如新加坡大众捷运(MRT)系统之类的典型火车站，站台跨度可能只有 40 米，单个这种激光扫描器足以覆盖站台(10)的整个长度。对于更大的车站，将需要一对这种昂贵的激光扫描器(14, 16)，如图 1 所示。

激光扫描器(14, 16)可以优选地为二维扫描类型。这种激光扫描器的典型包括由 SICK AG(瓦尔德基尔希(Waldkirch)，德国)制造的 LMS-291 激光扫描器，该 LMS-291 激光扫描器可提供长的探测距离以及可靠的探测，即使在最为恶劣的环境条件下也如此。

预期的激光扫描器的另一个典型是由 Siemens AG(慕尼黑，德国)制造的 SIGUARD LS-4，SIGUARD LS-4 是光学距离传感器。该设备在 190° 的工作范围内周期性地发送光脉冲。如果脉冲碰到障碍物或人，激光扫描器将接收反射回来的光并对它进行估算。扫描器根据光传播时间计算被探测到的障碍物的确切坐标。如果障碍物/人在程控(programmed)区域以内，扫描器将发出警报信号或启动安全停机。

显然，可以使用其他提供约 180° 的扫描视场并且最小速率在 25Hz 的激光扫描器，而限于 LMS-291 和 SIGUARD LS-4。

优选地，光束射向离站台边缘(12)约 2 厘米的地方，以便光束不探测出由不顺从的乘客和那些被拥挤的人群挤进黄线区域(18)的乘客作出的至黄线区域(18)内的入侵，该入侵可能触发误警报。采

用该配置,除非乘客非常危险地接近站台边缘(12),不然入侵将不会被检测到。离站台边缘(12)的这个2cm的间距也确保了激光传感器(14,16)在列车进入车站或离开车站时,不探测出来自列车的假入侵信号。

该2-D激光扫描器从上至下地扫描站台场景,给出约 180° 的扫描视场,其速率在25Hz到40Hz的范围内。图2A-2C表示的侧视图最清楚地示出了有列车和没有列车存在的扫描场。

根据激光扫描器的上述配置,明显的是,我们的方法是使用激光扫描器(14,16)沿着站台边缘(12)建立虚墙(22),以限定待保护的轨道区域的周界,而不是对站台的黄线区域(18)和沿站台(10)的铁路轨道(20)的整个长度进行监视;事实上至轨道区域(20)内的入侵最有可能只来自站台(10),而该入侵必须穿过虚墙(22),因此,通过利用这样的事实减少了待针对入侵进行监视的区域。于是,我们只需通过首先探测任何对虚墙(22)的越过来探测至轨道区域(20)内的入侵。该方法显著地减少了待监控的区域以及系统所需的传感器数目。

传感器类型II: 照相机

至于第二类型传感器,可以使用照相机。照相机可以是静物照相机或摄像机。优选地,一对立体摄影机(30a,30b)(包括闭路电视,CCTV)被安装在站台(10)每一端的上方,并被对准到铁路轨道(20)上,优选地,位于车站顶棚(32)的覆盖下,以便它们较少地受天气的影响。该立体摄影机对中的两个立体摄影机的光轴互相对准,以便站台边缘在所显示的图像中表现为一单根线条,同时在合成图像中将图像分成两部分,即站台部分和轨道部分。

采用这种激光扫描器和立体CCTV的配置,受保护的或指定区域将被入侵探测系统完全覆盖。任何被如此探测到并在CCTV显示器上表现为图像的入侵将非常肯定地对应于物理上位于铁路轨道(20)上或上方的入侵目标。

尽管上面示例性描述的两种类型的探测器是激光扫描器和立体CCTV,即分别探测激光和可见光谱区的电磁波长,但它们可以由用于其他电磁波谱范围的探测器替代,只要这些探测器是具有不同波谱范

围的探测器。具体而言，第一和第二探测器可以包括微波、无线电波、红外、激光和可见光探测器中的任何一种或它们的任何组合。

除了具有 180° 扫描场的激光扫描器，虚墙 (22) 也可以通过光电点到点、多级光束探测器中的任何一种或由它们组合形成，所述光电点到点、多级光束探测器形成光束阵列，或采用被安排以形成虚墙或警戒网的直线扫描的形式。在这里术语“光电”设备旨在涵盖任何由入射电磁辐射而不只是可见光谱区的电磁波谱引起的、在设备（如，传感器）中产生的电流和电效应。

在具体配置中，只有虚墙 (22) 被越过时，CCTV 立体摄影机 (30a, 30b) 才被启动以针对入侵进行扫描。在用附图图解的本实施例中，形成虚墙 (22) 的两个激光扫描器 (14, 16) 可和 CCTV 立体摄影机 (30a, 30b) 并行运行。由该立体摄影机对中的至少一个立体摄影机捕获的立体合成图像可和位于 X 和 Y 轴内的像素阵列相关，该 X 和 Y 轴与沿站台边缘 (12) 延伸并横跨沿所述站台 (10) 的铁路轨道 (20) 的网格对应。我们的系统的算法要求，为了使探测到的入侵是有效的，该入侵必须能够被两种类型的传感器探测到，即至少被激光扫描器 (14, 16) 中的一个和 CCTV 立体摄影机 (30a, 30b) 中的至少一个探测到。实施该原理可以将误警报率保持在很低的比率，即便在严酷的天气条件下也如此。

可以通过使用电荷耦合器件 (CCD) 实现该原理，CCD 是一种形式的模数转换器，它生成表示模拟图像输入的数字信号输出。CCD 内存储电荷的迁移提供了运行方法，使得每个像素可以被分配一个与覆盖沿站台边缘的列车轨道的网格相应的坐标。在这种布置中，两种类型的传感器，特别是立体摄影机，可以在每种类型的传感器所对应的像素位置上在同一时间探测到入侵。

可替换地，或者补充地，可以使用图像-地面对准的概念提供一种方案，使图像上的像素位置 (x_i, y_i) 和地面上的实际空间坐标 (X_g, Y_g) 相关。这通过首先选择图像中被识别为轨道区域的区域实现。通过将图像中的该轨道区域的角落 (x_i, y_i) 同它们距照相机的实际地面距离 (X_g, Y_g) 相映射，轨道区域里的每个像素都被映射到实际空间中的二维坐标。通过该映射，可以估计占据轨道区域中的位置 (x_i, y_i) 的目标的实际位置 (X_g, Y_g)。

位置传感器

参考图 1, 除了上述两种类型的传感器即激光扫描器 (14, 16) 以及 CCTV 立体摄影机 (30a, 30b) 之外, 还可以将第三种类型的传感器配置进系统中, 以此作为我们发明的最优选实施方案。该第三种类型的传感器是位置传感器, 其优选为感应设备, 即在探测到含铁或非含铁金属目标时感应生成电流作为信号的设备, 该目标在设备的感应线圈周围感应出所述信号。一些这种传感器包括由 Omron Electronics LLC (Schaumburg, IL, 美国) 制造的 TL-L 系列长距离电感式接近传感器, 对于铁 (含铁的) 和铝 (非含铁的) 目标, 该 TL-L 系列远程电感式接近传感器均具有最高达 100mm 的长有效感测距离。另一种传感器模型是由 Schneider Electric Industries S.A. (Rueil-Malmaison, 法国) 制造的 Osiprox 电感式接近传感器, 该 Osiprox 电感式接近传感器的有效感测距离最高达 60mm。

如图 1 所示, 最优选的实施方案包括三种类型的传感器, 即除了激光扫描器 (14, 16) 以及 CCTV 立体摄影机 (30a, 30b) 之外, 还优选地沿铁路轨道间隔开地放置位置传感器 (40a, 40b, 40c, 40d 以及 40e), 用于探测列车的到达、离开和停靠位置。

图 1 示出了五个这种位置传感器 (40a, 40b, 40c, 40d 以及 40e), 它们沿铁路轨道间隔开地放置, 其中它们中的 3 个位置传感器 (40b, 40c 以及 40d) 被放置用来感测停靠在站台上的列车的位置, 而两个位置传感器 (40a, 40e) 被放置在轨道的两端, 优选地位于远离站台每一端 10m 的地方, 使得可在车站外感测到列车到达或离开车站。优选地, 位置传感器被置于横跨铁路轨道 (20) 的上方 (如, 安装在轨道顶棚上)。

位置传感器的个数取决于车站的长度以及适当地覆盖列车的长度的需要, 而列车的长度取决于车厢的个数。如图 2B 和 2C 所示, 一个位置传感器 (40) 可以适当地探测单车厢列车 (50) 的位置, 两个传感器 (40b, 40c) 可以适当地探测两车厢列车 (52) 的位置。由激光扫描器 (14, 16) 建立的虚墙 (22) 可以被配置, 以忽略沿虚墙 (22) 某些部分的越过, 或在位置传感器 (40, 40b, 40c) 探测到列车已经沿站台停靠时, “打开” 沿虚墙 (22) 的窗口区域。这种窗口开启区域

可和列车的门对应，以便从那儿上车或下车的乘客的移动不被记录为入侵或越过虚墙（22）。

三维扫描

在我们的实现中，立体摄影机通过使用计算立体不一致地图（stereo disparity map）的已确立方法来提供三维扫描。通过将两个不同相机位置拍摄的同一场景的两个图像作比较，可以获取这种不一致地图。每个地图由一值矩阵组成，由此每个值表示每个像素的位置不一致程度。每个单元（element）上的值通过如下方式计算：首先将两个照相机看到的同一点相关联，确定该同一点在两个图像中的每一个图像上的相对位置，并通过使用基本几何学获取该点的深度信息。这种立体方法（stereo method）使得可以确定目标距照相机的距离。因此，当该信息与图像所提供的二维空间信息相结合时，该信息被扩展到三维。

信号处理和逻辑

除了前述传感器配置之外，用于列车站台和轨道的本入侵探测系统的一个基本部件是信号处理装置，该信号处理装置用于接收和处理来自前述各种类型的传感器的信号，以便背景参考数据可以被收集并被存储，以和在该系统的入侵探测运行期间从所述传感器接收的信号作比较。信号处理装置可以优选地体现图 3 所表示的逻辑流程图或算法。

在逻辑流程图的步骤（1），激光扫描器和 CCTV 立体摄影机都通过允许传感器在还不允许乘客到站台上时接收来自待保护的指定区域的数据，执行自动校准，该待保护的指定区域即站台边缘和铁路轨道。保存收集的数据并将其作为参考数据可检索地存储起来。对于激光扫描器，由扫描器探测的站台边缘的轮廓被收集并被保存在存储器里。对于 CCTV，没有列车时的铁路轨道的图像也被捕获和存储。

在步骤（2），激光扫描器使用它的入侵探测例程扫描站台边缘。它以 40Hz 的频率扫描场景，并且对于所捕获的每一帧，都在步骤（3）中将其和作为参考的背景轮廓作比较。如果值没有变化或者值的变化在预定阈值以内，例程将回到步骤（2）的开始处。如果参考数据和扫

描数据之间有变化,或者幅度值(range value)的差别超过预定阈值,则探测信号被视为可能的或潜在的入侵。

在步骤(4)、(5)和(6),一旦激光扫描器探测到区域轮廓(range profile)的变化,例程就对位置传感器的状态进行检查。如果位置传感器记录列车被停靠,那么可能的或潜在的入侵信号可能由乘客在上车或离开时越过激光扫描器的虚墙而触发。于是检查在虚墙处的越过坐标,以查看它们是否和列车的停靠位置相关。如果它们确实相关,例程将回到步骤(2)的开始处。

反之,例程将进入下一步骤,即如果所探测到的越过落在位置传感器确定的停靠的列车以外的区域,那么可能有入侵,即在列车前方或后方可能有人已经跌入到轨道上。下一个逻辑步骤是计算入侵目标的尺寸。

在步骤(7)和(8),将通过对正被探测的角片段(angular segment)的个数进行分析,计算入侵目标的估计尺寸。如果估计尺寸超过预定尺寸或阈值尺寸,该入侵被视为有效扫描器级别(scanner-level)入侵。该入侵的确切位置被记录,供在步骤(9)中通过第二类型传感器,即 CCTV 立体摄影机,作进一步分析。

在步骤(9)、(10)和(11),该例程借助于使用 CCTV 立体摄影机来查看该入侵是否可在铁路轨道区域上的同一位置被类似地探测到。如果报告有同一位置的入侵,那么在步骤(12)例程将着手确定目标与激光扫描器所探测到的目标是否是同一个,并着手确定目标尺寸。反之,探测事件将被视为起因于噪声,例程将回到步骤(2)的开始处。

在步骤(11),如果 CCTV 没有探测到任何目标,例程将利用激光扫描器上的计时器进行检查,以查看该探测是瞬时的还是超过了预定的时间帧(time-frame)。如果该探测超过了例如 2 秒的时间帧,那么入侵可能由干预(tampering)、干扰或站得离站台边缘太近的乘客引起,因此不断触发扫描器级别的入侵警报。

因此,该例程将触发警报级别 1,该警报级别 1 可以借助于诸如自动语音广播、闪光和报警器警告声等的声音和/或视觉手段生成公共警告,或者通知车站安全人员并通告铁路网络的中央指挥和控制。如果 CCTV 没有探测到任何目标,或者如果探测的时间帧没有被超过(如,入侵乘客已经离开),例程假设激光扫描器作出的探测起因于瞬时噪

声。于是例程将回到步骤 2 的开始处，并选择性地产生一个事件日志。

一旦 CCTV 确认入侵目标的存在，就执行步骤 (12)。目标停留在轨道上以后，例程就使用 CCTV 所捕获的图像计算目标的高度和宽度。这是基于这样的假设，即估计固定目标的尺寸比估计仍然在飞行或降落的目标，如报纸，的尺寸更精确。目标的尺寸利用所捕获的目标图像的已记录像素数量 (registered pixel count) 来估计。

在步骤 13，将根据 CCTV 图像估计的目标尺寸和预定阈值进行比较，并同目标保持被捕获的时间帧的数值对照。如果目标尺寸超过阈值尺寸并且不是瞬时的，那么触发警报级别 2。依赖于和该级别的警报相关的响应，可以由例程生成信号，以阻碍列车正常程序继续运行，通知车站安全人员以及铁路网络的中央指挥和控制等，其中该级别 2 的警报被视为比级别 1 的警报更严重。

将会理解的是，可以使很多上述特征模块化，或者针对其他形式的用途或配置相应地对它们进行修改或者调整。例如，可以使传感器的配置模块化，以便可以安装和配置两个或多个模块，以作为一个系统整体地发挥作用，覆盖大火车站或道路立体枢纽。来自传感器的信号可以通过无线装置传输至信号处理装置。入侵探测系统还可以被做成具有管理控制和数据采集能力的，或者可启用管理控制和数据采集 (SCADA) 的，或可启用因特网协议的，以便可以对铁路服务网络的多个火车站进行集中监控。

还将理解的是，上述入侵探测系统还可另外添加其他类型的传感器，以进一步增强对误警报的防止能力，如添加用于确认铁路轨道上出现大的温血体的红外和感温探测器。

对于本领域技术人员来说还显而易见的是，根据本发明的相同的总构思、特征以及工作原理，上述一些传感器或扫描器配置以及逻辑过程可以被重新配置、修改或替代。

这些变体以及替代实施方案可作为替代配置或实施方案，用于替换上述的组成部分、部件、材料、步骤或过程，尽管在此没有具体描述这些替代配置或实施方案，但这些替代配置或实施方案还是可用来有效地实践本发明的构思和工作原理。因此，它们不能被视为偏离本发明，而应看作落入以下权利要求的表述和范围之内。

尽管结合本发明的具体实施方案对本发明作了描述，但应能理解

的是，本发明可以有进一步的修改。该申请旨在覆盖本发明的任何下述变体、应用或修改：这样的变体、应用或修改在总体上遵循本发明的原理并且包括偏离本公开但在本发明所属技术领域为已知或惯常做法且可应用于在上文中陈述的基本特征的内容。

由于本发明可以以多种形式体现而不脱离本发明基本特征的实质，因此应该理解的是，除非另有规定，上述实施方案并不是来限制本发明的，而应该在如所附权利要求限定的本发明的实质和范围之内作宽泛的理解。旨在多种改型和等同方案被包含在本发明以及所附权利要求的实质和范围内。因此，具体实施方案应被理解成是说明实践本发明原理的很多方式的。在以下的权利要求中，旨在装置加功能款项覆盖执行所限定的功能的结构以及结构等同物和等同结构。例如，尽管钉子和螺丝钉可能不是结构等同物，因为钉子采用圆柱表面将木质部分固定在一起，而螺丝钉采用螺旋表面将木质部分固定在一起，但在固定木质部分的环境下，钉子和螺丝钉是等同结构。

“包括 (comprise/comprising)” 在本说明书中被使用时，用来规定所陈述的特征、完整物 (integer)、步骤或部件的存在，但是不排除存在或者附加一个或多个其他特征、完整物、步骤、部件或其组合。

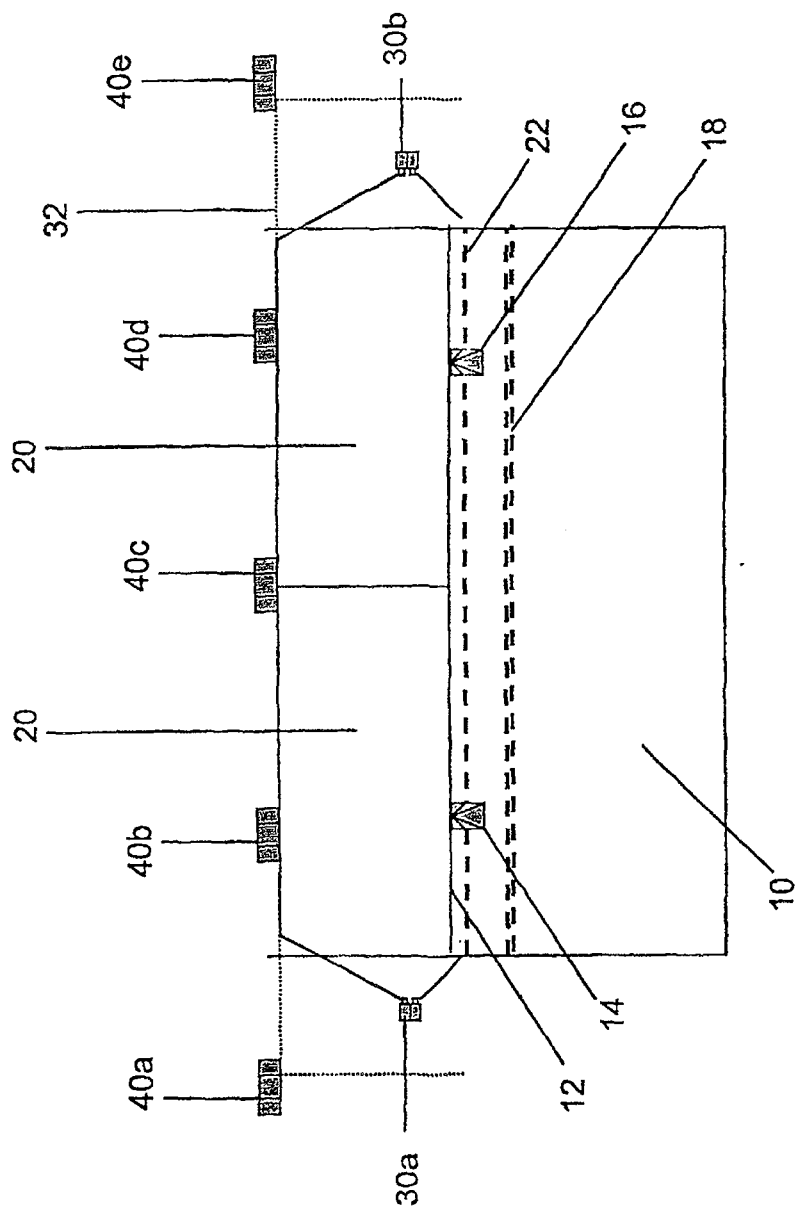


图 1

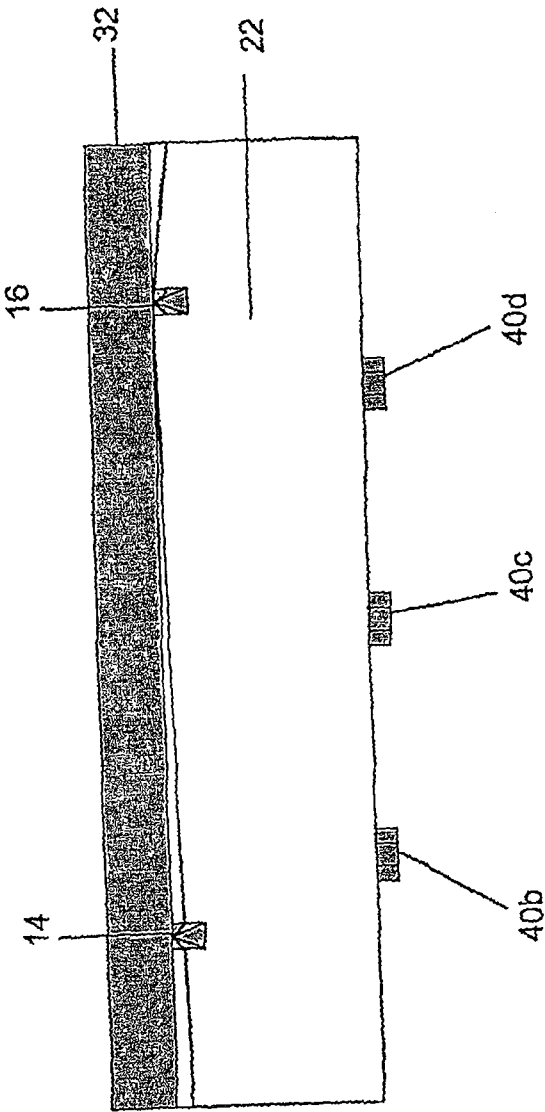


图 2A

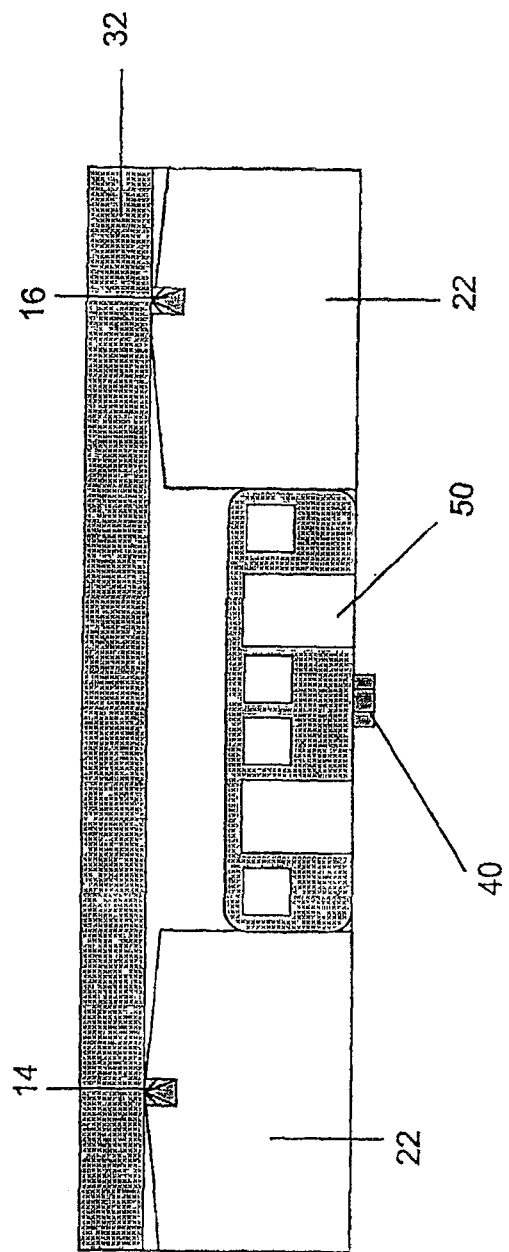


图 2B

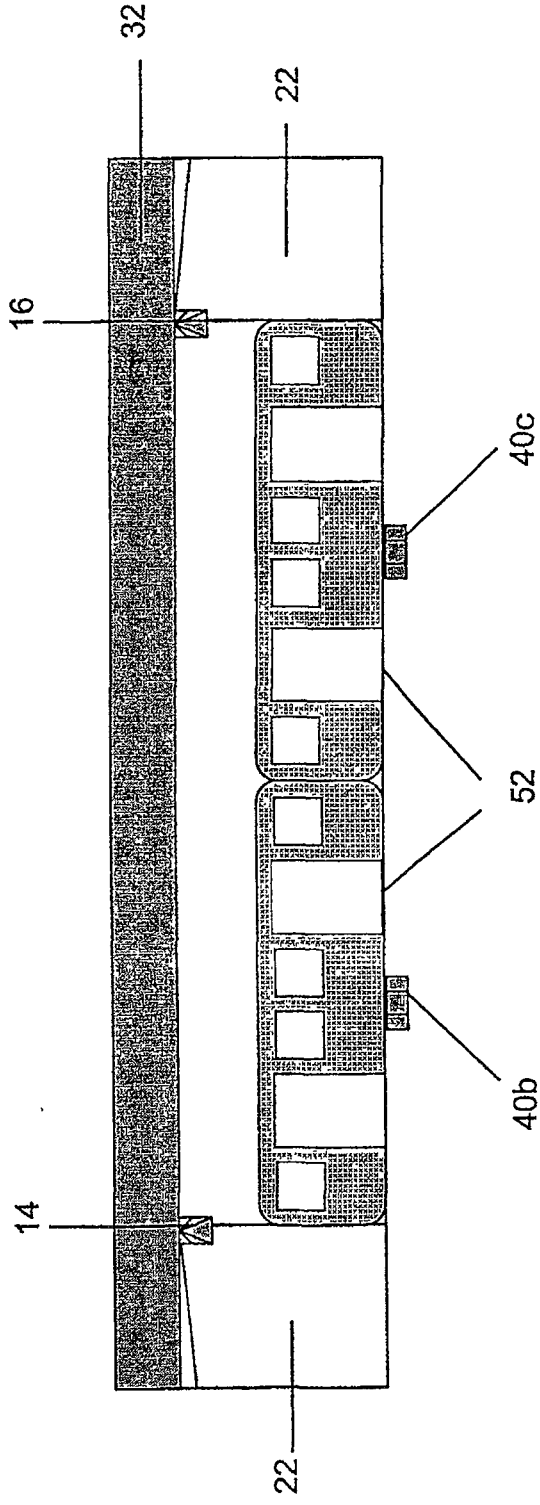


图 20

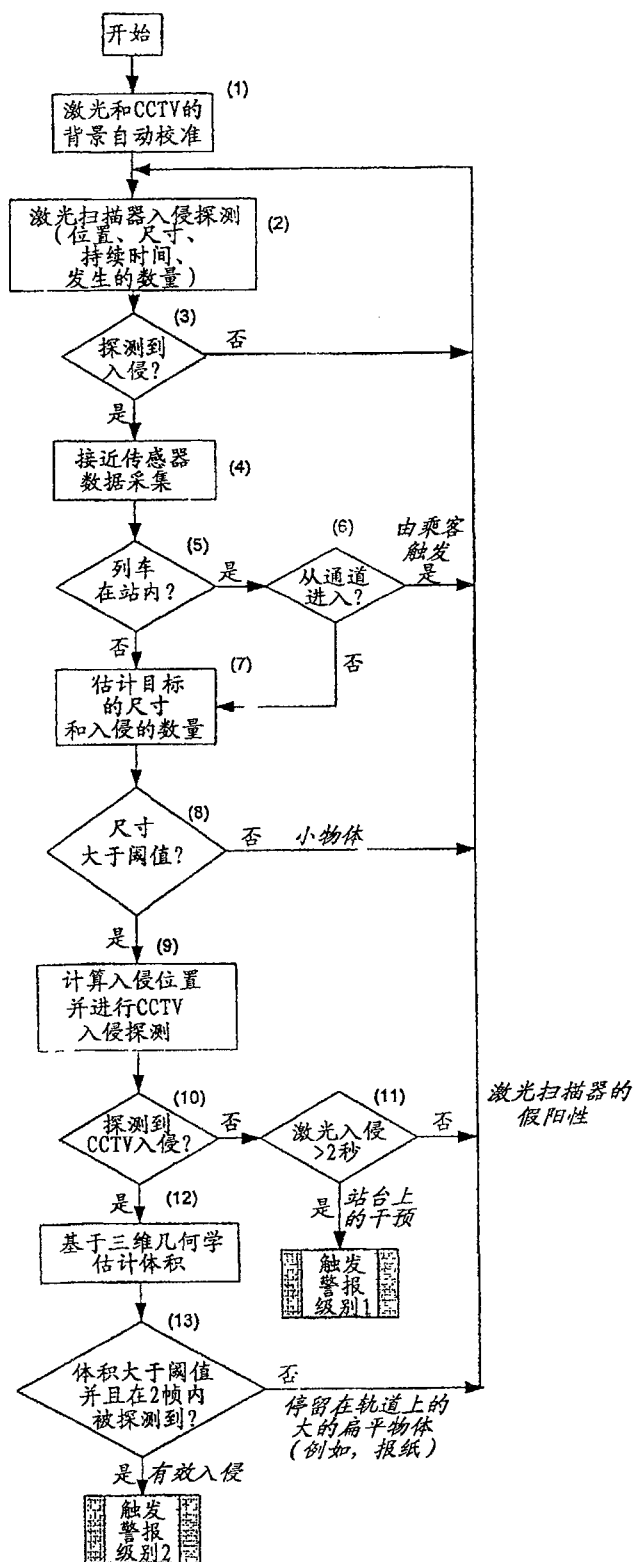


图 3