(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 111540183 A
(43)申请公布日 2020.08.14

(21)申请号 202010394448.1

(22)申请日 2020.05.11

(71)申请人 苏州求臻智能科技有限公司
地址 215345 江苏省苏州市昆山市淀山湖镇万元路66号A04栋103室

(72)发明人 杨强 胡颖泽

(74)专利代理机构 北京劲创知识产权代理事务所(普通合伙) 11589
代理人 张铁兰

(51)Int.Cl.
G08B 31/00(2006.01)
G08B 13/22(2006.01)
G07C 1/20(2006.01)

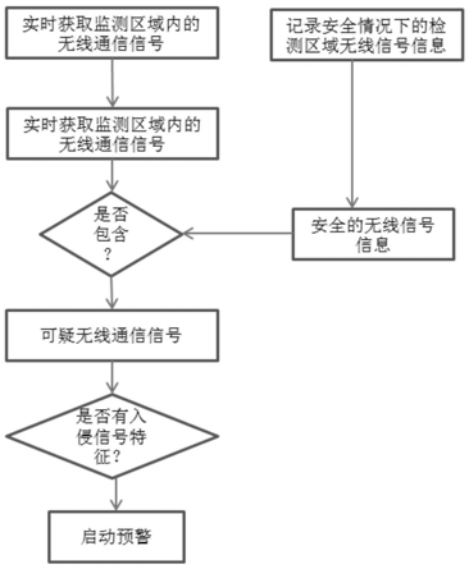
权利要求书1页 说明书4页 附图2页

(54)发明名称

基于无线信号分析的巡检机器人安全区域入侵预警方法

(57)摘要

本发明公开了基于无线信号分析的巡检机器人安全区域入侵预警方法,具体方法包括以下步骤:步骤1:记录安全情况下的监测区域中的无线信号信息;步骤2:实时获取监测区域中的无线信号信息;步骤3:根据信号源过滤出可疑信号;步骤4:根据信号强弱变化在可疑信号中过滤出巡检机器人入侵设备安全区域的信号,启动报警。该方法基于巡检机器人与控制器之间的通信监测,该方法预警准确度高,成本在大众可以承受的范围内,且可以识别新版本的巡检机器人。



CN 111540183 A

1.基于无线信号分析的巡检机器人安全区域入侵预警方法,其特征在于:具体方法包括以下步骤:步骤1:记录安全情况下的监测区域中的无线信号信息;

步骤2:实时获取监测区域中的无线信号信息;

步骤3:根据信号源过滤出可疑信号;

步骤4:根据信号强弱变化在可疑信号中过滤出巡检机器人入侵设备安全区域的信号,启动报警。

2.根据权利要求1所述的基于无线信号分析的巡检机器人安全区域入侵预警方法,其特征在于:所述的步骤1中,所述的安全情况是指在确认没有巡检机器人入侵的情况,即通常所述的一般情况或者静态条件,所述的监测区域是指受到预警保护的区域,所述的无线信号信息包括区域内所有无线网络接入点和接收站的MAC地址或者名称。

3.根据权利要求1所述的基于无线信号分析的巡检机器人安全区域入侵预警方法,其特征在于:所述的步骤2中,所述的监测区域以及无线信号信息同步骤1中定义,所述的实时获取可以指以小于0.2秒的频率不断按照顺序扫描目标频段的信道。

4.根据权利要求1所述的基于无线信号分析的巡检机器人安全区域入侵预警方法,其特征在于:所述的步骤3中,所述的过滤的原理是指将步骤2所获得的无线信息与步骤1所记录的无线信息比较,得出步骤2中获取的但不包括在步骤1记录的无线信息,包含这些信息的信号将被视为可疑信号。

5.根据权利要求1所述的基于无线信号分析的巡检机器人安全区域入侵预警方法,其特征在于:所述的步骤4中,所述的根据信号强弱变化的过滤的原理是指获取步骤3中可疑信号的RSSI变化趋势,将其与入侵安全区域的巡检机器人信号的RSSI变化趋势进行比较,如果相似程度高,则判定该信号为巡检机器人入侵信号,所述的报警应该在确定出现巡检机器人入侵信号之后进行,除此之外的任何情况都不能触发报警。

6.根据权利要求1所述的基于无线信号分析的巡检机器人安全区域入侵预警方法,其特征在于:预警系统能够正常工作之前步骤1就应该先被执行,当记录完所有需要信息之后,步骤1被跳过,步骤2和步骤3循环进行,步骤4在步骤3过滤出可疑信号之后进行。

7.根据权利要求5所述入侵巡检机器人信号的RSSI变化趋势,其特征在于RSSI随着时间先增长,然后趋向于平稳,最后下降。

基于无线信号分析的巡检机器人安全区域入侵预警方法

技术领域

[0001] 本发明涉及基于无线信号分析的巡检机器人安全区域入侵预警方法，具体为巡检机器人安全运行和入侵设备安全区域的预警技术领域。

背景技术

[0002] 变电站智能巡检机器人已成为近年来的发展热点，充分利用变电站巡检机器人平台来构建智能化变电站设备状态监测装置及系统有着非常重要的现实意义。

[0003] 近年来，随着变电站巡检机器人在变电站中的应用和机器人的无人值守巡检方式下的导航定位失准等问题，不可避免地造成了巡检机器人进入变电站设备安全管理区范围内，造成对变电设备的物理损坏或者影响站内设备的正常运行，对于该种事件的检测和预警技术显得愈加重要。

[0004] 现有的巡检机器人安全区域入侵预警技术主要分为以下几种：

[0005] 1)基于视频相机和图像分析的变电站智能巡检机器人入侵预警技术。该技术涉及到巡检机器人的外形识别，但是由于市面上的巡检机器人外形多样，该技术的识别精度不高。本技术基于巡检机器人与变电站巡检机器人管理平台之间的通信监测，并没有以上缺点。

[0006] 2)基于混合途径的巡检机器人入侵预警技术。该技术涉及到对巡检机器人视觉、声音、雷达监测系统的搭建，识别精度高，但是具有所用器件繁多、成本高的缺点。本技术的实施只要一台普通个人电脑即可完成，成本在大众可以承受的范围内。

[0007] 3)基于巡检机器人通信协议的巡检机器人入侵预警技术。该技术涉及到对巡检机器人通信协议的检测，缺点在于只能对已知的巡检机器人型号进行预警，如果入侵巡检机器人的型号比较新，该技术则无法应用。本技术基于巡检机器人巡检过程中的无线通信信号强弱变化来判断是否存在巡检机器人入侵事件，并没有以上缺点。

[0008] 现有搭载有拍摄模块的巡检机器人大多使用2.4GHz频段的和5.8GHz频段的无线信号传送图像数据，有些甚至使用这些信号发送巡检指令和运行控制。在无线通信网络的物理层中，数据是通过帧传播的，而数据帧的传播方式是通过广播。所述的广播，是指当一个数据帧被发出后，它是能被该网络上的所有主机接收到的，当主机接收到数据帧后，会检查在数据帧中的地址是否和自己的地址相匹配，发现匹配则将数据帧中的信息接收，不匹配则将数据帧丢弃。因此，如果一个无线网络中的主机在网络中接收一切通过它的数据帧并选择全部解包，那么它就能嗅探到附近一定区域内所有的在传输的信息。以上是本发明中无线信号获取部分的理论基础。

[0009] RSSI(Received Signal Strength Indication，接收的信号强度指示)指接收器接收到信道带宽上的宽带接收功率，利用该指数测定信号点与接收点之间的距离。RSSI的单位是dBm，一般为负值，对于同个信号点发出的无线信号，接收点计算出的RSSI越大，则表明信号点和接收点的距离越近。有入侵行为的巡检机器人，绝大多数具有高精度的摄像仪器且通过无线信号实时传输图像，所以如果接收器在巡检机器人的附近，会得到巡检机器

人实时图像传输信号的RSSI，从而得到巡检机器人与接收器之间的距离变化。以上是本发明中判断信号是否属于入侵巡检机器人信号的理论基础。

发明内容

[0010] 本发明的目的在于提供一种基于无线通信信号分析的巡检机器人安全区域入侵检测和预警方法，该方法基于无线网络强度分析，具有准确度高，成本低的特点。

[0011] 为实现上述目的，本发明提供如下技术方案：基于无线信号分析的巡检机器人安全区域入侵预警方法包括以下步骤：步骤1：记录安全情况下的监测区域中的无线信号信息；

[0012] 步骤2：实时获取监测区域中的无线信号信息；

[0013] 步骤3：根据信号源过滤出可疑信号；

[0014] 步骤4：根据信号强弱变化在可疑信号中过滤出巡检机器人入侵设备安全区域的信号，启动报警。

[0015] 作为优选，所述的步骤1中，所述的安全情况是指在确认没有巡检机器人入侵的情况，即通常所述的一般情况或者静态条件，所述的监测区域是指受到预警保护的区域，所述的无线信号信息包括区域内所有无线网络接入点和接收站的MAC地址或者名称。

[0016] 作为优选，所述的步骤2中，所述的监测区域以及无线信号信息同步骤1中定义，所述的实时获取可以指以小于0.2秒的频率不断按照顺序扫描目标频段的信道。

[0017] 作为优选，所述的步骤3中，所述的过滤的原理是指将步骤2所获得的无线信息与步骤1所记录的无线信息比较，得出步骤2中获取的但不包括在步骤1记录的无线信息，包含这些信息的信号将被视为可疑信号。

[0018] 作为优选，所述的步骤4中，所述的根据信号强弱变化的过滤的原理是指获取步骤3中可疑信号的RSSI变化趋势，将其与入侵安全区域的巡检机器人信号的RSSI变化趋势进行比较，如果相似程度高，则判定该信号为巡检机器人入侵信号，所述的报警应该在确定出现巡检机器人入侵信号之后进行，除此之外的任何情况都不能触发报警。

[0019] 需要进一步说明的是，步骤1相当于一个初始化的过程，在预警系统能够正常工作之前步骤1就应该先被执行，当记录完所有需要信息之后，步骤1就应该被跳过。步骤2和步骤3循环进行，步骤4在步骤3过滤出可疑信号之后进行。

[0020] 与现有技术相比，本发明的有益效果是：提出了一种基于无线通信信号分析的巡检机器人安全区域入侵检测和预警方法，该方法基于巡检机器人与控制器之间的通信监测，该方法预警准确度高，成本在大众可以承受的范围内，且可以识别新版本的巡检机器人。

附图说明

[0021] 图1为本发明提出的巡检机器人入侵预警方法的流程图。

[0022] 图2为本发明中所建立的巡检机器人入侵模型示意图。

[0023] 图3为具有入侵趋势的巡检机器人信号RSSI变化示意图。

具体实施方式

[0024] 下面将结合本发明实施例中的附图，对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述，显然，所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例，而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例，本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例，都属于本发明保护的范围。

[0025] 请参阅图1-3，本发明提供一种技术方案：如图1所示，基于无线信号分析的巡检机器人安全区域入侵预警方法包含以下步骤：首先记录安全情况下的监测区域中的无线信号信息，无线信号信息指区域内所有信号接入点和接入站的MAC地址或者名称，将这些信息保存下来，得到保存下来的信息集。

[0026] 然后开始实时获取监测区域中的无线信号信息，得到实时信息集。将实时信息与之前保存下来的信息进行比较，判断保存下来的信息集是否包含实时信息集，即判断是否存在属于实时信息集但不属于保存下来的信息集的信息。若保存下来的信息集包含实时信息集，则跳回实时获取无线信号信息这一步；如果保存下来的信息集不包含实时信息集，记录下属于实时信息集但不属于保存下来的信息集的信息，将该信息所对应的信号记为可疑信号，进行下一步。

[0027] 如果发现了可疑信号，查看该信号的历史RSSI值，将其与入侵巡检机器人信号的RSSI变化趋势进行比较，如果具有入侵巡检机器人信号特征，则判定该信号为巡检机器人入侵信号，响起警报；如果不具有入侵巡检机器人信号特征，则跳回实时获取无线信号信息这一步。

[0028] 其中判断可以信号是否具有入侵巡检机器人信号特征的标准如下说明：

[0029] 如图2所示，其中S1、S2、S3表示入侵的巡检机器人的位置，T表示入侵目标，L1表示巡检机器人靠近目标的路径，L2表示巡检机器人离开目标的路径，两个空心矩形表示障碍物。

[0030] 本发明认为一般的巡检机器人入侵变电站中设备安全区域的过程可分为三步：靠近目标点，实施拍摄，行驶离开目标点。靠近目标点指巡检机器人从图中的S1行驶了L1长的路程到达观测点S2；实施拍摄指巡检机器人处于S2位置一段时间，进行拍摄；驶离目标点是指巡检机器人在拍摄完成之后从S2位置运动到S3。

[0031] 在许多情况下，巡检机器人入侵的变电站设备安全范围的环境可以认为是一个自由空间，在自由空间内，一个接收点收到的特定信号的RSSI可以由下式表示：

[0032] $$RSSI(d)=\begin{cases} Pt-40.2-10*2*\lg d & d\le 8m \\ Pt-58.5-10*3.3*\lg d & d>8m \end{cases}$$

[0033] 其中d表示信号接收点和信号发射点之间的距离，单位是m；Pt表示信号的发送功率，单位为dBm；RSSI的单位也是dBm。

[0034] 另外，一般的巡检机器人都搭配有高精度摄像头，该摄像头所拍摄到的图像会通过无线信号实时传送到后端设备巡检管理平台上。由于图像信号的传输是实时的，Pt可以视为不随时间变化，那么在巡检机器人实施入侵的过程中，目标点T处能够收到的巡检机器人图像传输信号的RSSI可以由图3示意。

[0035] 如图3所示，在图3中，横轴为时间，纵轴为RSSI。曲线由三部分组成，T1是上升段，T2是平稳段，T3是下降段。图中曲线只表示趋势。

[0036] 示意图像的T1段表示巡检机器人处于靠近目标点的状态,巡检机器人和目标点距离不断变小,RSSI值不断上升;T2段表示巡检机器人处于实施拍摄的状态,巡检机器人和目标点距离基本不变,RSSI值保持基本不变;T3段表示巡检机器人处于离开目标点的状态,巡检机器人和目标点距离不断变大,RSSI值不断下降。

[0037] 综上所述,评判可疑信号是否为入侵巡检机器人信号的方法如下:如果可疑信号具有出图3中T1和T2中的趋势,则该信号为入侵设备安全范围的巡检机器人信号;如果可疑信号不具有出图3中T1和T2中的趋势,则该信号不是入侵巡检机器人信号。

[0038] 实施例

[0039] 以在家用PC上搭建体现该方法的系统为例。

[0040] 步骤1:利用window系统下某些已经集成的监听软件可以便捷地完成周围无线信号信息的收集,例如CommView for WiFi,这些软件能够使用电脑的内置无线网卡抓取周围的无线数据包,处理得到这些包的发出地址,最终确定周围所有无线网络接入点和接收站的MAC地址或者名称,将结果保存成文本文档。

[0041] 步骤2:同样利用此类软件,即可实时得到周围的无线信号信息,将结果保存成文本文档。

[0042] 步骤3:把步骤1中文本文档中的无线信号信息建立一个数据库,用步骤2中所得到的信息进行检索,寻找不存在于数据库中的信息。由之前所述,这些信息指的是无线网络接入点和接收站的MAC地址或者名称。如果没有不存在于数据库中的无线信息,返回步骤2。

[0043] 步骤4:记录步骤3中得到的无线网络接入点和接收站所发出的信号的RSSI,在Matlab中对RSSI信号进行分析,如果可疑信号具有出图3中T1和T2中的趋势,则该信号为入侵巡检机器人的信号,可以确定进行预警;如果可疑信号不具有出图3中T1和T2中的趋势,则该信号不是入侵巡检机器人信号,返回步骤2。

[0044] 尽管已经示出和描述了本发明的实施例,对于本领域的普通技术人员而言,可以理解在不脱离本发明的原理和精神的情况下可以对这些实施例进行多种变化、修改、替换和变型,本发明的范围由所附权利要求及其等同物限定。

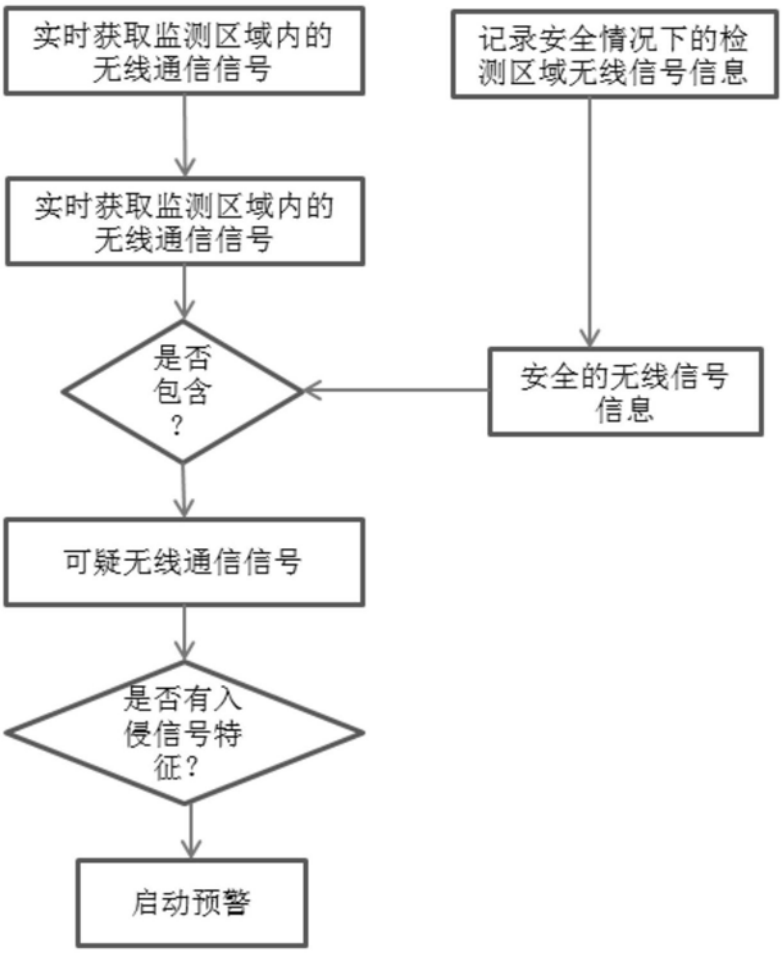

实时获取监测区域内的无线通信信号
记录安全情况下的检测区域无线信号信息
实时获取监测区域内的无线通信信号
是否包含？
安全的无线信号信息
可疑无线通信信号
是否有入侵信号特征？
启动预警

图1

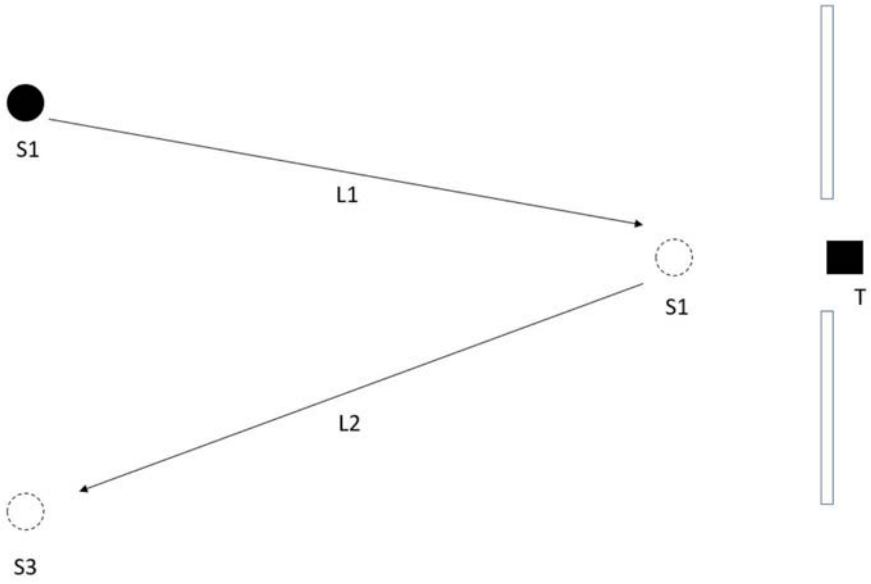

S1
L1
S1
T
L2
S3

图2

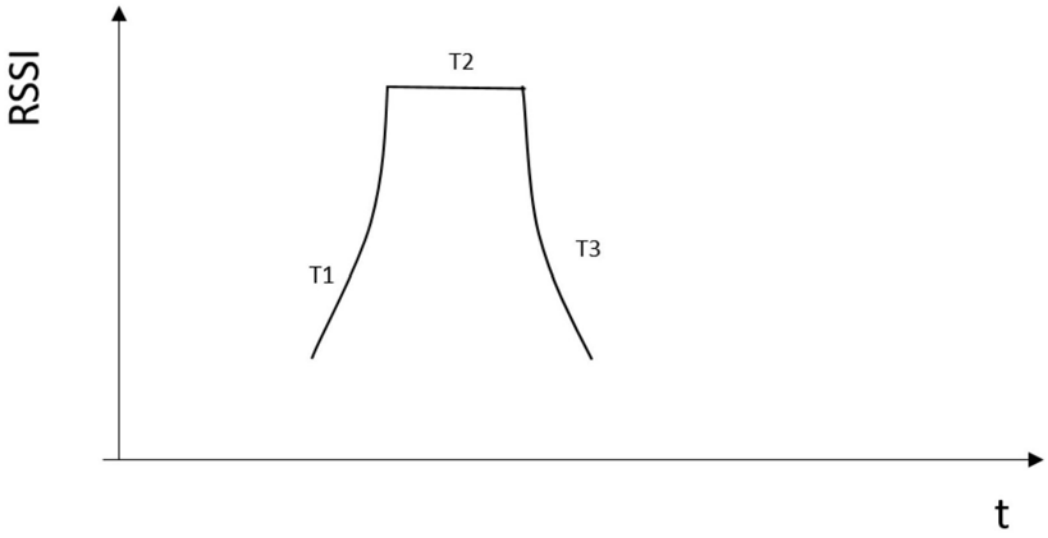


图3