



(10) 授权公告号 CN 113632105 B

(45) 授权公告日 2024. 11. 19

(21) 申请号 202080025222.2

(22) 申请日 2020.01.30

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 113632105 A

(43) 申请公布日 2021.11.09

(30) 优先权数据
16/264,671 2019.01.31 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2021.09.27

(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/US2020/015932 2020.01.30

(87) PCT国际申请的公布数据
W02020/160301 EN 2020.08.06

(73) 专利权人 摩根士丹利服务集团有限公司
地址 美国纽约州

(72) 发明人 K·穆拉里达拉 A·杰达
P·平托

(74) 专利代理机构 广州嘉权专利商标事务所有
限公司 44205

专利代理师 赵东明

(51) Int.Cl.
G06N 7/08 (2006.01)
G06F 11/30 (2006.01)
H04L 9/40 (2022.01)
G06F 11/34 (2006.01)
G05B 13/02 (2006.01)
G06N 5/043 (2023.01)
G06V 20/58 (2022.01)
G06F 18/25 (2023.01)
G05D 1/00 (2024.01)
G06F 21/55 (2013.01)

(56) 对比文件
W0 2013113111 A1, 2013.08.08

审查员 娄松林

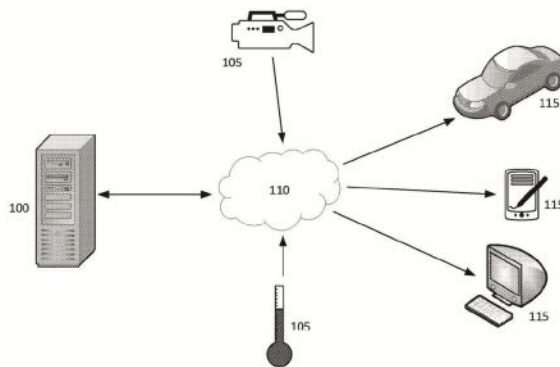
权利要求书2页 说明书9页 附图6页

(54) 发明名称

基于人工智能的混沌系统异常响应

(57) 摘要

一种用于检测和响应混沌环境中的异常的系统,该系统包括一个或多个自主代理装置和中央服务器。中央服务器在第一时间窗口期间从远程电子传感器接收第一组传感器读数,传感器读数记录混沌环境中的一个或多个变量的伪布朗变化;基于第一组传感器读数而确定在第一时间窗口之后的第二时间窗口期间变量的预期范围;在第二时间窗口期间从远程电子传感器接收记录变量的变化的第二组传感器读数;基于第二组传感器读数来确定一个变量不在预期范围内;并且使自主代理装置尝试减轻由一个变量在预期范围之外指示的潜在危害。



1. 一种用于检测和响应混沌环境中的异常的人工智能系统,包括:

一个或多个自主代理装置;以及

中央服务器,所述中央服务器包括处理器和存储指令的非暂时性存储器,所述指令在由所述处理器执行时使所述处理器执行下述各项:

在第一时间窗口期间从一个或多个远程电子传感器接收第一组传感器读数,其中,所述传感器读数记录所述混沌环境中的一个或多个变量的伪布朗运动变化;

基于所述第一组传感器读数,至少部分地基于从所述第一时间窗口内的时间部分中的传感器读数计算的双幂变化,而确定在所述第一时间窗口之后的第二时间窗口期间所述一个或多个变量的预期范围;

在所述第二时间窗口期间从所述一个或多个远程电子传感器接收记录所述一个或多个变量的变化的第二组传感器读数;

基于所述第二组传感器读数,来确定所述一个或多个变量中的一个变量不在所述预期范围内;并且

使所述一个或多个自主代理装置尝试减轻由所述一个变量在所述预期范围之外指示的潜在危害;

其中,所述预期范围的确定至少部分地基于预定概率,使得在所述混沌环境中不存在主动干扰的情况下传感器读数将至少以所述预定概率落在所述预期范围内。

2. 根据权利要求1所述的系统,其中,所述预期范围的确定至少部分地基于双幂变化,所述双幂变化根据所述第一时间窗口内的时间部分中的归一化传感器读数计算,并且所述预期范围是针对一个或多个即将到来的时间窗口计算的。

3. 根据权利要求1所述的系统,其中,所述一个或多个自主代理装置尝试通过防止网络消息通过网络传输来减轻所述潜在危害。

4. 根据权利要求1所述的系统,其中,所述一个或多个自主代理装置尝试通过激活作用于所述混沌环境的物理设备来减轻所述潜在危害。

5. 根据权利要求1所述的系统,其中,所述一个或多个自主代理装置尝试通过使自主车辆行驶至特定位置来减轻所述潜在危害。

6. 根据权利要求1所述的系统,其中,所述一个或多个自主代理装置尝试通过生成用于由人类用户接收的消息来减轻所述潜在危害。

7. 根据权利要求1所述的系统,其中,所述一个或多个自主代理装置尝试通过激活人类用户可见或可听的警报来减轻所述潜在危害。

8. 根据权利要求1所述的系统,其中,所述指令在由所述处理器执行时,进一步致使所述处理器至少部分地基于不在所述预期范围内的所述一个或多个变量来扩展所述预期范围。

9. 根据权利要求1所述的系统,其中,所述指令在由所述处理器执行时,进一步致使所述处理器至少部分地基于指示所述一个或多个变量在所述预期范围内的第三组传感器读数而缩小所述预期范围。

10. 一种用于检测和响应混沌环境中的异常的人工智能方法,包括:

在第一时间窗口期间从一个或多个远程电子传感器接收第一组传感器读数,其中,所述传感器读数记录所述混沌环境中的一个或多个变量的伪布朗运动变化;

基于所述第一组传感器读数,至少部分地基于从所述第一时间窗口内的时间部分中的传感器读数计算的双幂变化,而确定在所述第一时间窗口之后的第二时间窗口期间所述一个或多个变量的预期范围;

在所述第二时间窗口期间从所述一个或多个远程电子传感器接收记录所述一个或多个变量的变化的第二组传感器读数;

基于所述第二组传感器读数,来确定所述一个或多个变量中的一个变量不在所述预期范围内;以及

使一个或多个自主代理装置尝试减轻由所述一个变量在所述预期范围之外指示的潜在危害。

11.根据权利要求10所述的方法,其中,所述预期范围的确定至少部分地基于双幂变化,所述双幂变化根据所述第一时间窗口内的时间部分中的归一化传感器读数计算,并且所述预期范围是为一个或多个未来时间窗口计算的。

12.根据权利要求10所述的方法,其中,所述预期范围的确定至少部分地基于预定概率,使得在所述混沌环境中不存在主动干扰的情况下传感器读数将至少以所述预定概率落在所述预期范围内。

13.根据权利要求10所述的方法,其中,所述一个或多个自主代理装置尝试通过防止网络消息通过网络传输来减轻所述潜在危害。

14.根据权利要求10所述的方法,其中,所述一个或多个自主代理装置尝试通过激活作用于所述混沌环境的物理设备来减轻所述潜在危害。

15.根据权利要求10所述的方法,其中,所述一个或多个自主代理装置尝试通过使自主车辆行驶至特定位置来减轻所述潜在危害。

16.根据权利要求10所述的方法,其中,所述一个或多个自主代理装置尝试通过生成用于由人类用户接收的消息来减轻所述潜在危害。

17.根据权利要求10所述的方法,其中,所述一个或多个自主代理装置尝试通过激活人类用户可见或可听的警报来减轻所述潜在危害。

18.根据权利要求10所述的方法,还包括至少部分地基于不在所述预期范围内的所述一个或多个变量来扩展所述预期范围。

19.根据权利要求10所述的方法,还包括至少部分地基于指示所述一个或多个变量在所述预期范围内的第三组传感器读数来缩小所述预期范围。

基于人工智能的混沌系统异常响应

技术领域

[0001] 本申请涉及人工智能方法和系统,并且更具体地涉及用于人工智能以分析来自混沌环境的传感器数据并且用以影响该环境的方法和系统。

背景技术

[0002] 在1827年,Robert Brown通过观察水中的花粉颗粒是如何通过与不可见的水分子相互反弹的撞击以不可预测的方式来回推动,而发现了物质分子理论的一些第一证据。随着观察装置质量的提高,已经发现尽管所有流体由在不受与其他分子碰撞阻碍时以直线行进的单个分子组成,但由于存在不断改变这些分子的动量的无数碰撞,因此所有流体都是高度混沌的。

[0003] 布朗运动——单个粒子在该混沌流体系统中的运动的性质——已经在统计物理、应用物理和拓扑的数学领域内被广泛地分析。此外,已经发现或假设许多非流体系统是可建模的,好像经历布朗运动比如星系内恒星的移动、或市场中投资资产的价值的变化一样。

发明内容

[0004] 本文公开了一种用于检测和响应混沌环境中的异常的人工智能系统,该人工智能系统包括一个或多个自主代理装置和中央服务器,中央服务器包括处理器和非暂时性存储器。存储器存储指令,该指令在由处理器执行时使处理器执行以下各项:在第一时间窗口期间从一个或多个远程电子传感器接收第一组传感器读数,其中,传感器读数记录混沌环境中的一个或多个变量的伪布朗变化;基于第一组传感器读数而确定在第一时间窗口之后的第二时间窗口期间一个或多个变量的预期范围;在第二时间窗口期间从一个或多个远程电子传感器接收记录一个或多个变量的变化的第二组传感器读数;基于第二组传感器读数来确定一个或多个变量中的一个变量不在预期范围内(并且因此,是否假定其不太可能是伪布朗运动的结果,而可能是非布朗运动);并且使一个或多个自主代理装置尝试减轻由一个变量在预期范围之外指示的潜在危害。

[0005] 还公开了一种用于检测和响应混沌环境中的异常的人工智能方法,该人工智能方法包括:在第一时间窗口期间从一个或多个远程电子传感器接收第一组传感器读数,其中,传感器读数记录混沌环境中的一个或多个变量的伪布朗变化;基于第一组传感器读数而确定在第一时间窗口之后的第二时间窗口期间一个或多个变量的预期范围;在第二时间窗口期间从一个或多个远程电子传感器接收记录一个或多个变量的变化的第二组传感器读数;基于第二组传感器读数来确定一个或多个变量中的一个变量不在预期范围内;以及使一个或多个自主代理装置尝试减轻由一个变量在预期范围之外指示的潜在危害。

附图说明

[0006] 图1描绘了用于接收混沌环境的分布式传感器读数并响应于混沌环境的变化来引导代理的计算系统;

- [0007] 图2描绘了具有伪布朗运动的混沌系统中预期行为的可能投影；
- [0008] 图3描绘了人工智能系统用以处理传入传感器数据并在混乱环境中引导代理的方法；
- [0009] 图4描绘了示出了当在新时间窗口结束之后重复重新计算预期范围时的在一段时间内的传感器读数和预期范围变化的实际曲线图；
- [0010] 图5描绘了示出了当变量经历突然减少并恢复正常时的在一段时间内的传感器读数的实际曲线图；以及
- [0011] 图6描绘了用于执行上述多个特征的通用计算装置。

具体实施方式

[0012] 图1描绘了用于接收混沌环境的分布式传感器读数并响应于混沌环境的变化引导代理的计算系统。

[0013] 具有彼此影响或影响系统内的“被动”实体的多个离散“主动”实体的混沌系统可以被描述为展现那些主动实体或被动实体的伪布朗运动。被描述的实体的行为越简单,环境中的实体的整体行为越可能与真实布朗运动环境的整体行为匹配;空气或水流的行为可以比群中的鸟的行为更好地近似,鸟的行为可以比人群中的人的行为更好地近似。运动也不必是物理物质,而不是值;例如,由网络装置维护的数据连接的数量可以响应于用户的独立行为(每个用户选择发起连接)和用户的依赖行为(每个用户选择终止连接,这是因为网络拥塞使得网络无用)而变化。在该示例中,在不同时间进入和离开网络的不耐心的用户和耐心的用户可以被抽象为好像高速分子和低速分子在流体中彼此推挤,使得网络拥塞水平本身经历伪布朗运动。

[0014] 现在转到图1的元件,中央服务器100经由网络110从混沌环境中的多个远程电子传感器105接收传感器数据,并且经由网络110向多个电子计算装置代理115传输指令。

[0015] 网络110可以是例如通常的互联网、本地无线网络、以太网网络或其他有线网络、卫星通信系统、或任何其他将传感器105连接至中央服务器100并将中央服务器连接至代理115以实现数据传输的器件。此外,网络110可以不是如图所示的单个网络,而不是多个单独的网络;例如,中央服务器100可以具有其通过有线连接所附接至的多个近端传感器105、其经由Wi-Fi网络连接至的多个附近传感器105、和其经由卫星连接至的多个极端远程传感器105。连接可以完全避免使用网络,并且使用直接有线或无线传输来向中央服务器100发送数据以及从中央服务器100发送数据。如图1所示,箭头示出了去往和来自网络的数据流的预期方向。

[0016] 传感器105可以是寄存来自中央服务器100外部的混沌环境的数据的任何类型的电子传感器。用于特定实施方式的示例传感器类型可以包括但不限于相机、温度计、GPS跟踪装置、或其他地理定位装置、运动/距离/加速度/取向的传感器、或从源接收电子数据通信的通信模块。

[0017] 代理115可以是能够引起混沌环境的变化或者能够引起受混沌环境影响的另一“现实世界”系统的变化的任何形式的计算装置。例如,代理115可以用以执行以下各项的计算装置,即:触发物理警报、驾驶无人机飞行器或自主车辆、路由网络流量、生成用于在与人类用户相关联的物理装置上显示的消息、或者执行与“智能家电”或其他自动化系统相关

联的其他动作。

[0018] 下面描述了用以实现特定目的的传感器105和代理115的多个可能配对。

[0019] 在一个示例实施方式中,传感器105可以包括在计算机内部或服务器房间内的各个位置处的温度计,并且代理115可以是气候控制风扇或空调。系统可以通过使用传感器数据来确定观察到的温度的上升可能是随机变化还是实质性问题,比如阻塞的风扇格栅或过热部件,来防止对计算机的物理损坏并改善计算机性能。响应于问题,可以激活或增加额外的冷却系统的功率,可以触发自动警报,并且可以向系统的人类操作者通知意外的温度变化。

[0020] 在另一示例实施方式中,传感器105可以是测量整个城市或景观的温度的室外温度计。系统可以通过使用来自温度计的数据来防止不准确的天气报告数据,以确定观察到的温度的变化不是天气相关的,而是人为引起的(比如用于温度计附近的加热空气的排气扇的操作,或者温度计附近存在篝火),并且自动通知天气服务应排除或谨慎处理来自特定传感器的数据。

[0021] 在另一示例实施方式中,传感器105可以包括多个动物上的GPS跟踪器,或者记录动物在自然保护区中的位置的相机。动物运动中的异常行为可能指示自然保护区中存在使动物以与畜群内的放牧和运动的通常模式不同的方式运动的捕食者、环境危害或不想要的捕食者。代理115可以是被发送以观察情况并将数据报告回公园管理的空中无人机,或者是由公园管理使用以警告他们应该派人来调查情况的个人装置或警报器。

[0022] 在另一示例实施方式中,传感器105可以包括多个汽车中的GPS跟踪器。一旦包括“漂移”变量以通过所有计算期间减去交通流的平均速度来归一化计算,则交通流可以被建模为当车辆彼此太接近时通过制动彼此“弹跳”的车辆伪布朗运动。代理115可以包括用于管理交通的自动化系统(比如交通灯或者可以打开或关闭的附加交通车道)、自主车辆本身、或者由驾驶员、警察、或其他第一响应者使用的个人装置或警报器。响应于交通堵塞、道路危险、意外交通量、或其他影响交通的自然流动的问题,可以引导各种自动化系统以减少交通阻抗的方式来改变行为,并且也可以向人类行为者警告该问题以通知他们的选择。

[0023] 在另一示例实施方式中,传感器105可以包括跟踪公共空间——如购物中心——中的多个人的位置的一个或多个相机。代理115可以包括火灾警报或其他警报系统、清洁机器人、或能够生成消息以指导人类工人的计算机系统。在避免与其他人接触的同时显著偏离“四处走动”或在一般方向上前进的人的行为可能指示被动危险比如液体溢出或有害气体,其影响人们采取更长的路径来避开危险,或者指示主动危险比如火灾或带武器的人,人们正在从主动危险中逃离。作为响应,系统可以自动尝试确定危险的原因,在必要时触发警报,并且指导自动化或人力资源来解决危险。

[0024] 在另一示例实施方式中,传感器105可以包括在计算机网络的边缘处的防火墙或路由器,报告网络分组的传入数量,而代理115可以包括服务器集群中的服务器、路由器或防火墙。系统可以通过将网络流量的增加与传入流量的自然变化区分开来检测拒绝服务(DDOS)攻击的开始,并且系统可以激活更多服务器来处理攻击或者切断网络流量的流入直到攻击停止为止。

[0025] 类似地,传感器105可以报告装置上的资源的总使用,比如CPU(中央处理单元)、网卡或存储器上的负载。代理115可以包括内核或操作系统进程,用于通过确定资源使用的上

升用以指示程序错误或恶意软件设计而不是软件的预期使用期间的自然变化来关闭或节流正在使用过量或增加比例的系统资源的软件。然后,操作系统进程能够通过自动终止软件、节流软件可用的资源、沙盒化软件以将其与其他系统部件隔离、或者为软件的人类用户生成警告来进行响应。

[0026] 在另一示例实施方式中,传感器105可以包括到特定资源的网络流量流的跟踪器,比如流服务上的特定电影的页面或者电子商务站点上的特定产品的页面,而代理115可以包括流服务内的服务器或与电子商务网站相关联的自动仓储元件。系统可以检测给定资源或物品的流行激增的开始(比如由名人背书或其他意外的文化或经济变化触发),并且开始引导内容递送网络更广泛地分发电子资源,或者可以引导自动化仓储元件来使物品的存储位置移动以更有效地从仓库装运。

[0027] 在另一示例实施方式中,传感器105可以包括证券交易所或其他市场处的对一个或多个资产的当前买入或卖出价格进行报告的装置。代理115可以包括能够向市场发送买入或卖出订单或者从市场召回买入或卖出订单的计算装置,或者可以包括能够防止这样的计算装置成功地向市场发送买入或卖出订单的防火墙装置。响应于市场异常,交易者交易的能力可以由计算装置本身自动停止,或者交易者可以被通知异常,因此交易者可以更谨慎地继续。

[0028] 观察到的传感器值的变化指示必须由代理115之一解决的问题的确定至少部分地基于对预期范围之外的传感器值的观察(如图2所示)来做出,预期范围由过去传感器值和当前传感器值的人工智能分析确定(如图3所示并在下面进一步描述的那样)。

[0029] 图2描绘了具有伪布朗运动的混沌系统中的感测值的预期行为的可能投影。

[0030] 图2的简化曲线图示出了观察到的历史传感器值205和预测的未来传感器值210。预期范围215——包括上范围216和下范围217——限制预测的未来传感器值210,由于可用于传感器值随机改变或伪随机改变的额外时间随着不确定性增加而随时间扩展(轴220)。

[0031] 预期范围215表示置信区间,使得如果传感器值的变化是伪布朗运动并且保持由伪布朗运动驱动而没有主动干扰,则将来观察到的传感器值比某个阈值更不可能超过该区间。例如,在一个实施方式中,可以以95%的概率预期传感器值不离开预期范围215,而没有影响由传感器105感测的基础混沌环境的一些未考虑的因素。在另一实施方式中,预期范围215可以更宽,并且表示传感器值在没有主动干扰的情况下将不会离开该范围的99%或99.9%或甚至更高的概率。这些变化的置信区间的示例在下面的图4中说明。

[0032] 如图2所示,观察和预测的传感器值205和210是单个标量值,因此与沿预期范围215的时间轴220的每个点垂直的横截面是垂直线,并且预期范围215本质上是当前具有点的二维楔形。在其他实施方式中,传感器值205和传感器值210可以是多维的。例如,如果一前一后地测量两个传感器值,则预期范围215将是三维棱锥或圆锥,其中,其当前的点具有相对于时间轴220的二维横截面,并且表示两个传感器值的可能对的预期范围。可以基于相同的原理来外推(尽管不容易示出)多个传感器的值的更高维预期范围。

[0033] 尽管预期范围215的边界216和边界217在这里被描绘为直线边界、曲线边界或其他非线性边界(或在更高维度的实施方式中为非平面边界/非超平面边界),但是可以根据混沌环境的特性或系统对异常的灵敏度来限制预期范围215。

[0034] 图3描述了一种用于人工智能系统的方法,用以处理输入的传感器数据、产生图2

的图表、并且响应于随后的传感器读数离开期望范围而在混沌环境中引导代理。

[0035] 在一系列时间窗口中的每个时间窗口的开始,由中央服务器100从传感器105接收一个或多个传感器读数(步骤300)。时间窗口可以针对特定实施方式进行调整,并且表示从测量动物的运动时的几分钟到测量系统的温度或人的运动时的几秒到监测车辆运动、网络流量、资源使用或资产价格波动时的几分之一秒的分钟的任何时间段。

[0036] 从数据中去除任何检测到的漂移项(即,所有传感器读数都经历一个方向上的系统偏移,如在一些实施方式中可能发生的那样)(步骤305)。例如,如上所述,交通堵塞中的车辆的位置不仅可以响应于彼此和危险而改变,而且还将以交通流的大约平均速度不断改变。因此,包括车辆的总速度的传感器读数应当通过减去漂移项、平均交通速度而被归一化。在标准化之后,一些车辆将具有相对于流动的负速度,而其他车辆将具有正速度,如人们从观察容器内的流体颗粒在给定方向上的正速度和负速度所预期的那样。类似地,在良好经济新闻之后的向上趋势市场中,可能需要隔离和移除漂移项,以便确定特定资产价格变化是否异常或符合市场趋势。

[0037] 可以采取其他动作以将来自不同类型的传感器读数的数据归一化,或者在给定实施方式中以其他方式需要。

[0038] 然后,查看来自先前时间窗口的归一化传感器读数,根据以下等式计算双功率变化(步骤310):

$$[0039] \quad \hat{\sigma}^2 = \sum_{i \in \omega} |s(t_i)| |s(t_{i-1})|$$

[0040] 其中, $s(t)$ 是在时间窗口 t 的传感器读数,小写西格马(sigma)表示挥发性估计量,其是通过双功率变化计算的传感器数据中的模拟标准偏差。

[0041] 基于所计算的标准偏差和特定应用的期望风险容限,在假定变量正在经历伪布朗运动的情况下,针对一个或多个即将到来的时间窗口计算预期范围(步骤315)。例如,通常通过确定与平均传感器值大致正负四西格马的范围来计算变量正在经历伪布朗运动的90%的置信区间,而99.9%的置信区间可以大致对应于与平均传感器值正负六西格马。

[0042] 更具体地,可以通过选择 L 来构建变量的变化是伪布朗而不是非布朗的置信区间。应当被认为是可能异常的传感器读数与西格马的比率,使得 $P(\text{异常}) = \exp(-\exp((C(n) - L)/S(n)))$,其中 $C(n)$ 是等于 $((2 \log n)^{1.5}/c) - ((\log \pi + \log \log n)/2c(2 \log n)^{0.5})$ 的函数, n 是窗口的总数并且因此也是当前窗口的索引, c 是常数 $\sqrt{2/\pi}$,并且 $S(n)$ 是等于 $1/c(2 \log n)^{0.5}$ 的函数。

[0043] 如果每个传入的传感器读数在置信区间内(步骤320),则不采取动作,除了返回到在下一个时间窗口中接收新的传感器读数并重新计算预期范围(重复步骤300至315)。如果检测到异常传感器读数,则中央服务器100可以生成用于传输至自主代理115中的一个或多个自主代理的消息(步骤325),然后自主代理115可以进一步用于配置成根据异常检测系统的应用使得危害最小化(步骤330)。不管自主代理115的动作如何,中央服务器100继续查看传感器数据以确定是否存在附加异常,或者进一步的传感器数据是否似乎指示混沌系统中的易变性的“新正常”以及预期范围的后续调整,如图4所示。

[0044] 图4描绘了示出了当在新时间窗口结束之后重复重新计算预期范围时的在一段时间内的传感器读数和预期范围变化的实际曲线图。

[0045] 预期的最大值216和最小值217表示99.9%置信区间,如果仅受伪布朗运动而不受外部非布朗运动影响,则在整个图4中用400、401、402和其他地方的点绘制的传感器读数将落入该置信区间内。

[0046] 预期的最大值216和最小值217不是如图2所示的线性,而是基于过去数据和当前数据的重新计算随时间变化,使得图4有效地表示在该投影中的当前时间之后立即发生的每个单个投影的小切片。随着传感器读数400的变化在时间窗口期间增加或减小,在那些时间点的预期最大值与预期最小值之间的范围相应地变宽和变窄。

[0047] 在两个时间点(在传感器读数401和传感器读数402附近),传感器读数400中的波动性显著增加,以致传感器读数401和传感器读数402分别高于置信区间216和置信区间217,并且大约同时的三个附加读数分别低于置信区间216和置信区间217。这些异常数据点强烈地指示混沌环境的正常函数中的某种主动干扰,并且可能是自主代理115的動作的基础。

[0048] 由于异常值可能但不太可能是不受系统异常影响的传感器读数,并且由于其他稍后的传感器读数可能仍然受到干扰的混沌系统的影响,置信区间在异常值401和异常值402之后显著扩展,以防止来自后续传感器读数的错误警报,该错误警报可能表示系统中的这种干扰之后的正常混沌行为。

[0049] 图5描绘了示出了当变量经历突然减少并恢复正常时的在一段时间内的传感器读数的实际曲线图。

[0050] 在三个变量500经历变化的大部分时间段中,L比率几乎在所有时间保持低于4,这是因为变量500虽然有噪声,但在任何小时间窗口内没有显著变化。然而,在时间501,在三个变量中的一个变量中存在突然且急剧的下降,导致L比率尖峰到大约10,这表明变化不是变量变化中的随机噪声或伪布朗运动的另一示例的非常高的可能性。因此,监视这些变量的变化的系统应当触发并根据需要采取自动动作。

[0051] 在时间502,发生另一突然变化,导致L比率更进一步增加到大约14的值。然而,在这种情况下,尽管L值令人难以置信地高,但是系统不应该必须采取行动,这是因为L值已经被较低且更稳定的测量变量500的周期偏斜。在时间502处的跳跃可能表示恢复到平均值并且可能表示对变量500的异常影响的结束,而不是进一步使其失真的新的次级影响。

[0052] 系统采取或抑制自动动作的决定不仅可能受到短时间窗口上的传入传感器数据的统计分析的影响,而且还可能受到长窗口上的传感器数据或补充传感器数据或信息馈送的影响,所述补充传感器数据或信息馈送不直接报告变量500值,而是报告可能影响变量500值的信息,并且可能有助于分析变量值中的第二干扰是否是均值的回复。选择较长的时间窗口用于数据分析可以有助于避免系统对突然变化和恢复/自校正过度反应,但是也存在使系统对将不自校正的变化的响应性较低的风险。给定实施方式的经验测试可以帮助确定窗口大小和连续窗口的数量,以用于优化不必要动作与不期望的无动作之间的折衷。

[0053] 图6是可以用于实现本文所描述的各种特征和过程——例如,中央服务器100、传感器105或自主代理115的功能——的代表性计算装置的高级框图。可以在由计算机系统可执行指令的一般上下文中对计算装置进行描述,例如由计算机系统执行的程序模块。通常,程序模块可以包括执行特定任务或实现特定抽象数据类型的例程、程序、对象、部件、逻辑、数据结构等。

[0054] 如图6所示,计算装置以专用计算机系统的形式示出。计算装置的部件可以包括(但不限于)一个或多个处理器或处理单元900、系统存储器910、以及将包括存储器910的各种系统部件耦接至处理器900的总线915。

[0055] 总线915表示若干类型的总线结构中的任何一种总线结构中的一个或多个总线结构,其包括存储器总线或存储器控制器、外围总线、加速图形端口、以及使用各种总线架构中的任何一种总线架构的处理器或局部总线。作为示例而非限制,这些体系结构包括工业标准体系结构 (ISA) 总线、微通道体系结构 (MCA) 总线、增强型ISA (EISA) 总线、视频电子技术标准协会 (VESA) 局部总线、和外围部件互连 (PCI) 总线。

[0056] 处理单元900可以执行存储在存储器910中的计算机程序。任何合适的编程语言都可以用来实现特定实施方式的例程,包括C、C++、Java、汇编语言等。可以采用不同的编程技术比如过程的或面向对象的。例程可以在单个计算装置或多个计算装置上执行。此外,可以使用多个处理器900。

[0057] 计算装置通常包括各种计算机系统可读介质。这样的介质可以是由计算装置访问的任何可用介质,并且这样的介质包括易失性和非易失性介质、可移动和不可移动介质。

[0058] 系统存储器910可以包括易失性存储器形式的计算机系统可读介质,比如随机存取存储器 (RAM) 920和/或高速缓冲存储器930。计算装置还可以包括其他可移除/不可移除、易失性/非易失性计算机系统存储介质。仅作为示例,存储系统940可以被提供用于从不可移除的非易失性磁介质(未示出并且通常被称为“硬盘驱动器”)读取以及写入到不可移除的非易失性磁介质。尽管未示出,但是可以提供用于从可移除的非易失性磁盘(例如,“软盘”)读取和写入的磁盘驱动器,以及用于从可移除的非易失性光盘(比如CD-ROM、DVD-ROM或其他光学介质)读取或写入的光盘驱动器。在这种情况下,每个可以通过一个或多个数据介质接口连接至总线915。如下面将进一步描绘和描述的,存储器910可以包括具有配置成执行本公开中所描述的各实施方式的功能的一组(例如,至少一个)程序模块的至少一个程序产品。

[0059] 作为示例而非限制,具有一组(至少一个)程序模块955的程序/实用程序950以及操作系统、一个或多个应用软件、其他程序模块和程序数据可以存储在存储器910中。操作系统、一个或多个应用程序、其他程序模块和程序数据中的每一者或其某种组合可以包括联网环境的实现。

[0060] 计算装置还可以与以下一个或多个外部装置970通信:诸如键盘、指示装置、显示器等;使得用户能够与计算装置交互的一个或多个装置;和/或使得计算装置能够与一个或多个其他计算装置通信的任何装置(例如,网卡、调制解调器等)。这种通信可以经由输入/输出 (I/O) 接口960发生。

[0061] 另外,如上所述,计算装置可以经由网络适配器980与一个或多个网络比如局域网 (LAN)、通用广域网 (WAN) 和/或公共网络(例如,因特网)通信。如所描绘的,网络适配器980经由总线915与计算装置的其他部件通信。应当理解的是,尽管未示出,但是其他硬件和/或软件部件可以与计算装置结合使用。示例包括(但不限于)微代码、装置驱动器、冗余处理单元、外部磁盘驱动器阵列、RAID系统、磁带驱动器和数据存档存储系统等。

[0062] 已经出于说明的目的呈现了对本发明的各种实施方式的描述,但是并不旨在穷举或限于所公开的实施方式。在不脱离所描述的实施方式的范围和精神的情况下,许多修改

和变化对于本领域普通技术人员将是明显的。选择本文使用的术语是为了最好地解释实施方式的原理、实际应用、或对市场中发现的技术的技术改进,或者为了使本领域普通技术人员能够理解本文所公开的各实施方式。

[0063] 本发明可以是处于任何可能的技术细节集成级别的系统、方法和/或计算机程序产品。计算机程序产品可以包括计算机可读存储介质(或多个介质),计算机可读存储介质上具有用于使处理器执行本发明的各方面的计算机可读程序指令。

[0064] 计算机可读存储介质可以是有形装置,其可以保留和存储由指令执行装置使用的指令。计算机可读存储介质可以是例如但不限于电子存储装置、磁存储装置、光存储装置、电磁存储装置、半导体存储装置、或前述的任何合适的组合。计算机可读存储介质的更具体示例的非穷举列表包括以下:便携式计算机磁盘、硬盘、随机存取存储器(RAM)、只读存储器(ROM)、可擦除可编程只读存储器(EPROM或闪存)、静态随机存取存储器(SRAM)、便携式光盘只读存储器(CD-ROM)、数字通用盘(DVD)、记忆棒、软盘、机械编码装置比如其上记录有指令的凹槽中的穿孔卡或凸起结构、以及前述的任何合适的组合。如本文所使用的计算机可读存储介质不应被解释为暂时性信号本身比如无线电波或其他自由传播的电磁波、通过波导或其他传输介质传播的电磁波(例如,通过光纤电缆的光脉冲)、或通过电线传输的电信号。

[0065] 本文所描述的计算机可读程序指令可以从计算机可读存储介质下载到相应的计算/处理装置,或者经由网络例如互联网、局域网、广域网和/或无线网络下载到外部计算机或外部存储装置。网络可以包括铜传输线缆、光学传输光纤、无线传输、路由器、防火墙、交换机、网关计算机和/或边缘服务器。每个计算装置/处理装置中的网络适配卡或网络接口从网络接收计算机可读程序指令,并转发计算机可读程序指令以存储在相应计算装置/处理装置内的计算机可读存储介质中。

[0066] 用于执行本发明的操作的计算机可读程序指令可以是汇编指令、指令集架构(ISA)指令、机器指令、机器相关指令、微代码、固件指令、状态设置数据、集成电路的配置数据、或者以一种或多种编程语言的任何组合编写的源代码或目标代码,所述编程语言包括比如Smalltalk、C++等的面向对象的编程语言、以及比如“C”编程语言或类似编程语言的过称编程语言。计算机可读程序指令可以完全在用户的计算机上执行,部分在用户的计算机上执行,作为独立的软件包执行,部分在用户的计算机上且部分在远程计算机上执行,或者完全在远程计算机或服务器上执行。在后一种情况下,远程计算机可以通过任何类型的网络——包括局域网(LAN)或广域网(WAN)——连接至用户的计算机,或者可以连接至外部计算机(例如,使用互联网服务提供商通过互联网)。在一些实施方式中,包括例如可编程逻辑电路、现场可编程门阵列(FPGA)或可编程逻辑阵列(PLA)的电子电路可以通过利用计算机可读程序指令的状态信息来执行计算机可读程序指令以个性化电子电路,进而执行本发明的各方面。

[0067] 本文参照根据本发明的各实施方式的方法、设备(系统)和计算机程序的流程图和/或框图来对本发明的各方面进行描述。应当理解的是,流程图图示和/或框图的每个框以及流程图图示和/或框图中的框的组合可以由计算机可读程序指令来实现。

[0068] 这些计算机可读程序指令可以被提供给通用计算机、专用计算机或其他可编程数据处理设备的处理器以产生机器,使得经由计算机或其他可编程数据处理设备的处理器执行的指令创建用于实现流程图和/或框图的一个或多个框中指定的功能/动作的器件。这些

计算机可读程序指令还可以存储在计算机可读存储介质中,该计算机可读存储介质可以指示计算机、可编程数据处理设备和/或其他装置以特定方式起作用,使得其中存储有指令的计算机可读存储介质包括制品,该制品包括实现流程图和/或框图的一个或多个框中指定的功能/动作的各方面的指令。

[0069] 计算机可读程序指令还可以被加载到计算机、其他可编程数据处理设备或其他装置上,以使得在计算机、其他可编程设备或其他装置上执行一系列操作步骤,以产生计算机实现的过程,使得在计算机、其他可编程设备或其他装置上执行的指令实现流程图和/或框图的一个或多个框中指定的功能/动作。

[0070] 附图中的流程图和框图示出了根据本发明的各种实施方式的系统、方法和计算机程序产品的可能实现的架构、功能和操作。在这方面,流程图或框图中的每个框可以表示指令的模块、部段或部分,其包括用于实现指定的逻辑功能的一个或多个可执行指令。在一些替代实施方案中,框中指出的功能可以不按图中指出的顺序发生。例如,连续示出的两个框实际上可以基本上同时执行,或者这些框有时可以以相反的顺序执行,这取决于所涉及的功能。还将指出的是,框图和/或流程图图示的每个框以及框图和/或流程图图示中的框的组合可以由基于专用硬件的系统来实现,该系统执行指定功能或动作或者执行专用硬件和计算机指令的组合。

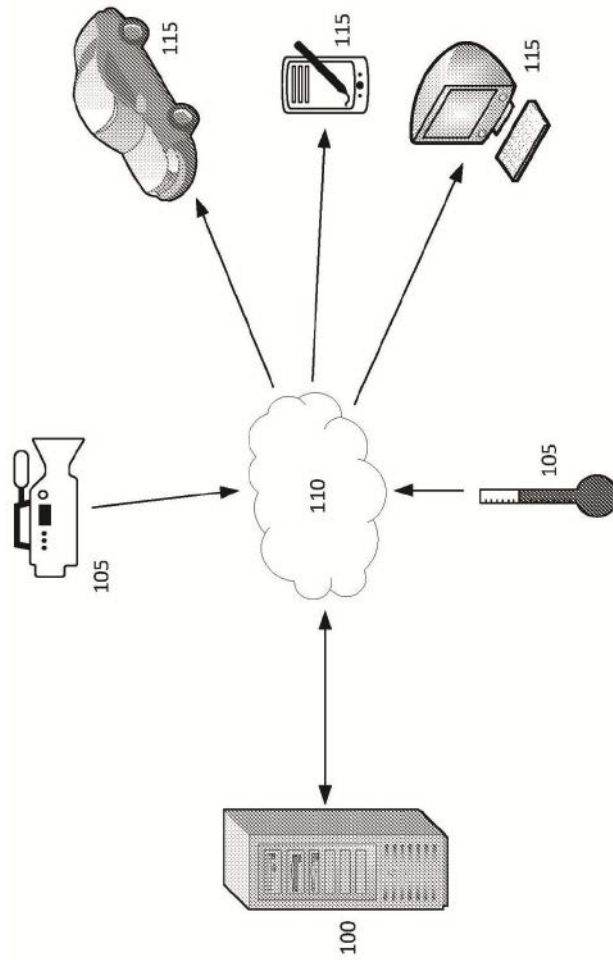


图1



图2

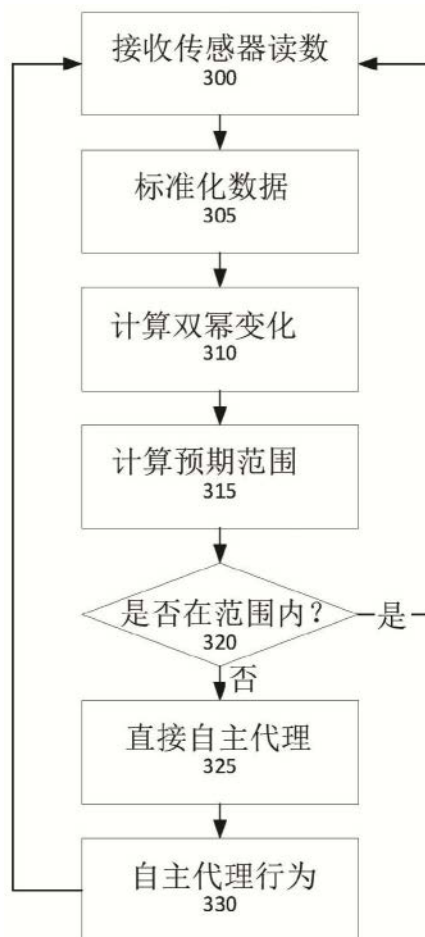


图3

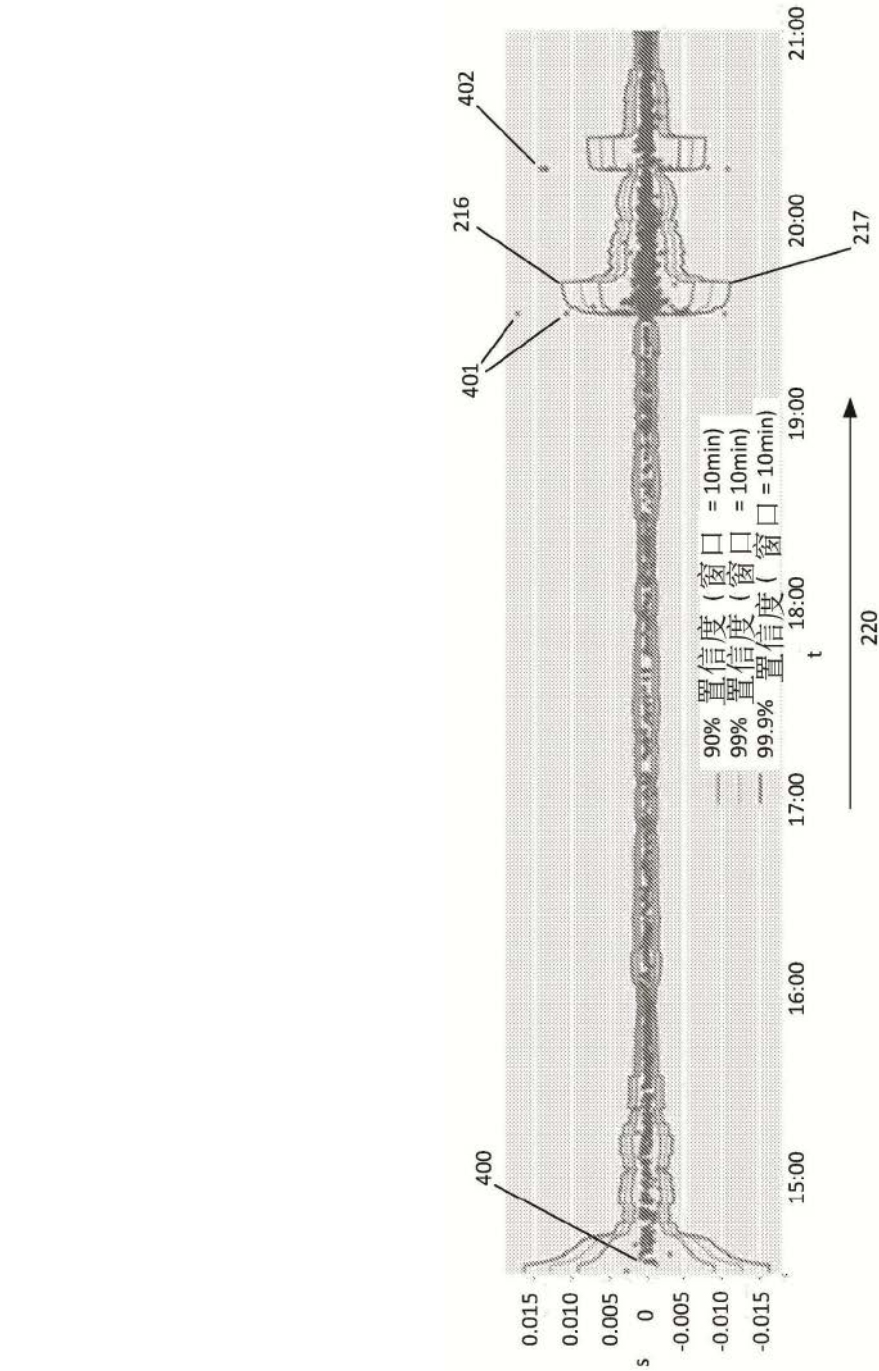


图4

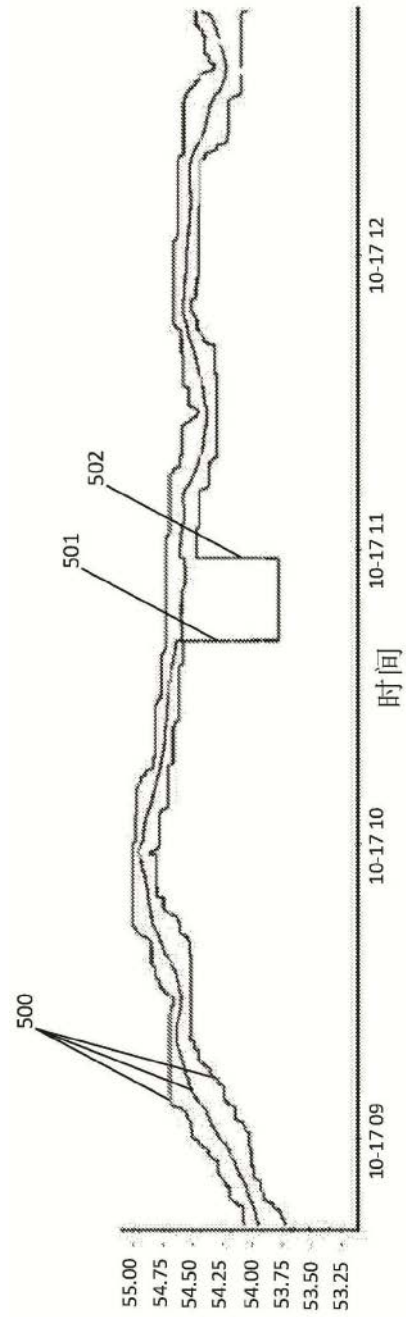


图5

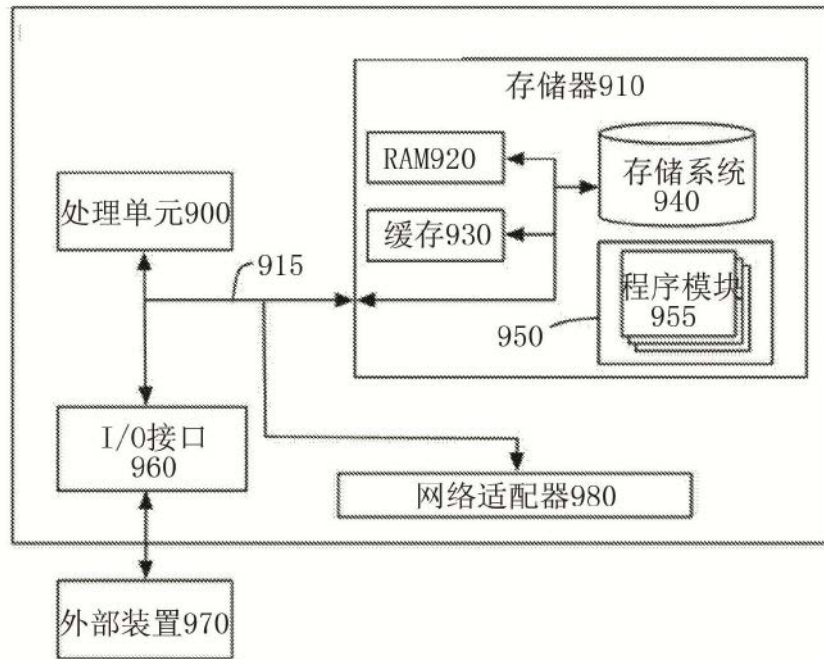


图6