



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109858360 A

(43)申请公布日 2019.06.07

(21)申请号 201811620260.3

(22)申请日 2018.12.28

(71)申请人 华中科技大学

地址 430074 湖北省武汉市洪山区珞喻路
1037号

(72)发明人 屈代明

(74)专利代理机构 华中科技大学专利中心

42201

代理人 李智 曹葆青

(51) Int. Cl.

G06K 9/00(2006.01)

G06F 17/50(2006.01)

G01R 31/00(2006.01)

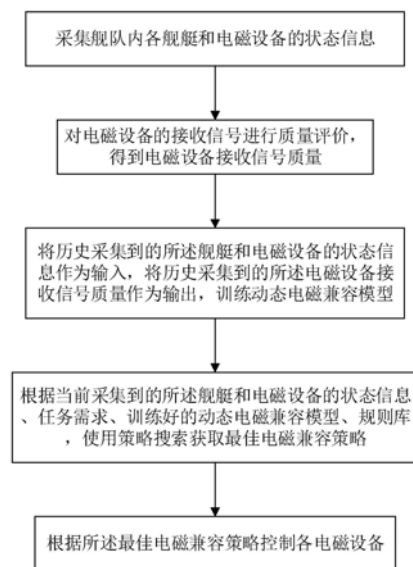
权利要求书2页 说明书5页 附图2页

(54)发明名称

一种舰队电磁兼容的动态管理方法和系统

(57)摘要

本发明公开了一种舰队电磁兼容的动态管理方法和系统,包括:采集舰队内各舰艇和电磁设备的状态信息;对电磁设备的接收信号进行质量评价,得到电磁设备接收信号质量;将历史采集到的所述舰艇和电磁设备的状态信息作为输入,将历史采集到的电磁设备接收信号质量作为输出,训练动态电磁兼容模型;根据当前采集到的舰艇和电磁设备的状态信息、任务需求、训练好的动态电磁兼容模型、规则库,使用策略搜索获取最佳电磁兼容策略;根据最佳电磁兼容策略控制各电磁设备。本发明在舰队和电磁设备的实际运行过程中,采集舰队内各舰艇和舰艇电磁设备的状态信息,动态搜索满足任务需求的最佳电磁兼容策略,从而实现舰队的高效率和高可靠的动态电磁兼容。



1. 一种舰队电磁兼容的动态管理方法,其特征在于,该方法包括以下步骤:

步骤S1. 采集舰队内各舰艇和电磁设备的状态信息;

步骤S2. 对电磁设备的接收信号进行质量评价,得到电磁设备接收信号质量;

步骤S3. 将历史采集到的所述舰艇和电磁设备的状态信息作为输入,将历史采集到的所述电磁设备接收信号质量作为输出,训练动态电磁兼容模型;

步骤S4. 根据当前采集到的所述舰艇和电磁设备的状态信息、任务需求、训练好的动态电磁兼容模型、规则库,使用策略搜索获取最佳电磁兼容策略;

步骤S5. 根据所述最佳电磁兼容策略控制各电磁设备。

2. 如权利要求1所述的动态管理方法,其特征在于,所述舰艇状态信息包括:舰艇位置、舰艇航向、舰艇速度、舰艇所在区域的气象、海况和地形;所述电磁设备包括:雷达、通信设备和电磁干扰设备;所述电磁设备状态信息包括:电磁设备的时域、频域和空域的占用情况及其相关参数。

3. 如权利要求1所述的动态管理方法,其特征在于,所述质量评价包括:客观评价和主观评价;其中,所述客观评价是通过噪声和干扰强度、误码率、误帧率、信噪比、信干比中至少一个直接进行信号质量的评价;所述主观评价来自电磁设备的使用者,包括以下三种:1) 工作正常,使用者没有触发诊断功能;2) 不正常,使用者触发了诊断功能;3) 持续/严重不正常,使用者多次触发了诊断功能。

4. 如权利要求1所述的动态管理方法,其特征在于,所述任务需求包括功能需求和性能需求;其中,所述功能需求定义了舰队内需要开启的电磁设备以及需要开启的电磁设备功能,所述性能需求定义了开启的电磁设备兼容需要满足的接收信号质量。

5. 如权利要求4所述的动态管理方法,其特征在于,步骤S4包括以下步骤:

S41. 随机生成一组满足规则库和任务的功能需求的电磁兼容策略;

S42. 将当前舰艇和电磁设备状态信息,以及这一组电磁兼容策略,输入到训练好的动态电磁兼容模型,输出每个电磁兼容策略的接收信号质量;

S43. 根据输出的接收信号质量判断所有任务的性能需求都得到满足,若是,则该策略为最佳电磁兼容策略;否则,选取能满足关键任务和高优先级任务的性能需求,同时尽可能多地满足了其它任务的性能需求的电磁兼容策略作为最佳电磁兼容策略。

6. 一种舰队电磁兼容的动态管理系统,其特征在于,所述系统包括:

数据采集模块,用于采集舰队内各舰艇和电磁设备的状态信息;

质量评价模块,用于对电磁设备的接收信号进行质量评价,得到电磁设备接收信号质量;

机器学习模块,用于将历史采集到的所述舰艇和电磁设备的状态信息作为输入,将历史采集到的所述电磁设备接收信号质量作为输出,训练动态电磁兼容模型;

电磁兼容策略搜索模块,用于根据所述数据采集模块当前采集到的所述舰艇和电磁设备的状态信息、任务需求、所述机器学习模块中训练好的动态电磁兼容模型、规则库,使用策略搜索获取最佳电磁兼容策略;

电磁设备控制模块,用于根据所述最佳电磁兼容策略控制各电磁设备。

7. 如权利要求6所述的动态管理系统,其特征在于,所述舰艇状态信息包括:舰艇位置、舰艇航向、舰艇速度、舰艇所在区域的气象、海况和地形;所述电磁设备包括:雷达、通信设

备和电磁干扰设备;所述电磁设备状态信息包括:电磁设备的时域、频域和空域的占用情况及其相关参数。

8.如权利要求6所述的动态管理系统,其特征在于,所述质量评价包括:客观评价和主观评价;其中,所述客观评价是通过噪声和干扰强度、误码率、误帧率、信噪比、信干比中至少一个直接进行信号质量的评价;所述主观评价来自电磁设备的使用者,包括以下三种:1)工作正常,使用者没有触发诊断功能;2)不正常,使用者触发了诊断功能;3)持续/严重不正常,使用者多次触发了诊断功能。

9.如权利要求6所述的动态管理系统,其特征在于,所述任务需求包括功能需求和性能需求;其中,所述功能需求定义了舰队内需要开启的电磁设备以及需要开启的电磁设备功能,所述性能需求定义了开启的电磁设备兼容需要满足的接收信号质量。

10.如权利要求9所述的动态管理系统,其特征在于,所述电磁兼容策略搜索模块通过以下步骤实现策略搜索:

1)随机生成一组满足规则库和任务的功能需求的电磁兼容策略;

2)将当前舰艇和电磁设备状态信息,以及这一组电磁兼容策略,输入到训练好的动态电磁兼容模型,输出每个电磁兼容策略的接收信号质量;

3)根据输出的接收信号质量判断所有任务的性能需求都得到满足,若是,则该策略为最佳电磁兼容策略;否则,选取能满足关键任务和高优先级任务的性能需求,同时尽可能多地满足了其它任务的性能需求的电磁兼容策略作为最佳电磁兼容策略。

一种舰队电磁兼容的动态管理方法和系统

技术领域

[0001] 本发明属于电磁兼容技术领域,更具体地,涉及一种舰队电磁兼容的动态管理方法和系统。

背景技术

[0002] 一条舰艇的雷达、通信或者电磁干扰设备在发射的时候,可能干扰舰队内另一条舰艇的雷达或通信设备的接收。由于军舰之间的相对位置是动态变化的,这种干扰时有时无,时强时弱。此外,一条舰艇的任务需求也是多样化和动态的,在执行不同任务的时候,需要使用不同的雷达、通信和电磁干扰设备,以及不同的频率和工作模式。这使得舰队内部多条舰艇之间存在电磁兼容问题,且为动态电磁兼容问题。

[0003] 当前雷达、通信或者电磁干扰设备已经可以通过电子手段对设备工作时间、频率、空间方向和功率进行控制,例如,由于舰艇上设备的安装位置比较固定,单条舰艇的电磁兼容问题通常采用比较静态的方式进行解决,即通过设置固定的频谱使用规则解决单条舰艇的电磁兼容问题。然而,因为舰队中舰艇之间的相对位置和每条舰艇的任务需求是动态多变的,通过静态的规则进行管理或者人工的方法进行设置,势必造成低效率和低可靠性。因此,为了适应舰队动态电磁兼容的需要,有必要采用更加动态方法进行自动对雷达、通信或者电磁干扰设备进行控制。

发明内容

[0004] 针对现有技术的缺陷,本发明的目的在于解决现有技术无法适应舰队动态电磁兼容的需要导致动态电磁兼容效率差、可靠性低的技术问题。

[0005] 为实现上述目的,第一方面,本发明实施例提供了一种舰队电磁兼容的动态管理方法,该方法包括以下步骤:

[0006] 步骤S1.采集舰队内各舰艇和电磁设备的状态信息;

[0007] 步骤S2.对电磁设备的接收信号进行质量评价,得到电磁设备接收信号质量;

[0008] 步骤S3.将历史采集到的所述舰艇和电磁设备的状态信息作为输入,将历史采集到的所述电磁设备接收信号质量作为输出,训练动态电磁兼容模型;

[0009] 步骤S4.根据当前采集到的所述舰艇和电磁设备的状态信息、任务需求、训练好的动态电磁兼容模型、规则库,使用策略搜索获取最佳电磁兼容策略;

[0010] 步骤S5.根据所述最佳电磁兼容策略控制各电磁设备。

[0011] 具体地,所述舰艇状态信息包括:舰艇位置、舰艇航向、舰艇速度、舰艇所在区域的气象、海况和地形;所述电磁设备包括:雷达、通信设备和电磁干扰设备;所述电磁设备状态信息包括:电磁设备的时域、频域和空域的占用情况及其相关参数。

[0012] 具体地,所述质量评价包括:客观评价和主观评价;其中,所述客观评价是通过噪声和干扰强度、误码率、误帧率、信噪比、信干比中至少一个直接进行信号质量的评价;所述主观评价来自电磁设备的使用者,包括以下三种:1)工作正常,使用者没有触发诊断功能;

2) 不正常,使用者触发了诊断功能;3) 持续/严重不正常,使用者多次触发了诊断功能。

[0013] 具体地,所述任务需求包括功能需求和性能需求;其中,所述功能需求定义了舰队内需要开启的电磁设备以及需要开启的电磁设备功能,所述性能需求定义了开启的电磁设备兼容需要满足的接收信号质量。

[0014] 具体地,步骤S4包括以下步骤:

[0015] S41. 随机生成一组满足规则库和任务的功能需求的电磁兼容策略;

[0016] S42. 将当前舰艇和电磁设备状态信息,以及这一组电磁兼容策略,输入到训练好的动态电磁兼容模型,输出每个电磁兼容策略的接收信号质量;

[0017] S43. 根据输出的接收信号质量判断所有任务的性能需求都得到满足,若是,则该策略为最佳电磁兼容策略;否则,选取能满足关键任务和高优先级任务的性能需求,同时尽可能多地满足了其它任务的性能需求的电磁兼容策略作为最佳电磁兼容策略。

[0018] 第二方面,本发明实施例提供了一种舰队电磁兼容的动态管理系统,所述系统包括:

[0019] 数据采集模块,用于采集舰队内各舰艇和电磁设备的状态信息;

[0020] 质量评价模块,用于对电磁设备的接收信号进行质量评价,得到电磁设备接收信号质量;

[0021] 机器学习模块,用于将历史采集到的所述舰艇和电磁设备的状态信息作为输入,将历史采集到的所述电磁设备接收信号质量作为输出,训练动态电磁兼容模型;

[0022] 电磁兼容策略搜索模块,用于根据所述数据采集模块当前采集到的所述舰艇和电磁设备的状态信息、任务需求、所述机器学习模块中训练好的动态电磁兼容模型、规则库,使用策略搜索获取最佳电磁兼容策略;

[0023] 电磁设备控制模块,用于根据所述最佳电磁兼容策略控制各电磁设备。

[0024] 具体地,所述舰艇状态信息包括:舰艇位置、舰艇航向、舰艇速度、舰艇所在区域的气象、海况和地形;所述电磁设备包括:雷达、通信设备和电磁干扰设备;所述电磁设备状态信息包括:电磁设备的时域、频域和空域的占用情况及其相关参数。

[0025] 具体地,所述质量评价包括:客观评价和主观评价;其中,所述客观评价是通过噪声和干扰强度、误码率、误帧率、信噪比、信干比中至少一个直接进行信号质量的评价;所述主观评价来自电磁设备的使用者,包括以下三种:1) 工作正常,使用者没有触发诊断功能;2) 不正常,使用者触发了诊断功能;3) 持续/严重不正常,使用者多次触发了诊断功能。

[0026] 具体地,所述任务需求包括功能需求和性能需求;其中,所述功能需求定义了舰队内需要开启的电磁设备以及需要开启的电磁设备功能,所述性能需求定义了开启的电磁设备兼容需要满足的接收信号质量。

[0027] 具体地,所述电磁兼容策略搜索模块通过以下步骤实现策略搜索:

[0028] 1) 随机生成一组满足规则库和任务的功能需求的电磁兼容策略;

[0029] 2) 将当前舰艇和电磁设备状态信息,以及这一组电磁兼容策略,输入到训练好的动态电磁兼容模型,输出每个电磁兼容策略的接收信号质量;

[0030] 3) 根据输出的接收信号质量判断所有任务的性能需求都得到满足,若是,则该策略为最佳电磁兼容策略;否则,选取能满足关键任务和高优先级任务的性能需求,同时尽可能多地满足了其它任务的性能需求的电磁兼容策略作为最佳电磁兼容策略。

[0031] 总体而言,通过本发明所构思的以上技术方案与现有技术相比,具有以下有益效果:

[0032] 本发明在舰队和电磁设备的实际运行过程中,采集舰队内各舰艇和舰艇电磁设备的状态信息,对电磁设备的接收信号同时进行客观评价和主观评价,采用人工智能的方法对雷达、通信和电磁干扰设备的工作时间、频率和空间方向进行动态控制,动态搜索满足任务需求的最佳电磁兼容策略,尽可能多的满足所有任务的功能需求和性能需求,从而实现舰队的高效率和高可靠的动态电磁兼容。

附图说明

[0033] 图1为本发明实施例提供的一种舰队电磁兼容的动态管理方法流程图;

[0034] 图2为本发明实施例提供的控制终端结构示意图;

[0035] 图3为本发明实施例提供的一种舰队电磁兼容的动态管理系统结构示意图。

具体实施方式

[0036] 为了使本发明的目的、技术方案及优点更加清楚明白,以下结合附图及实施例,对本发明进行进一步详细说明。应当理解,此处所描述的具体实施例仅仅用以解释本发明,并不用于限定本发明。

[0037] 如图1所示,一种舰队电磁兼容的动态管理方法,该方法包括以下步骤:

[0038] 步骤S1.采集舰队内各舰艇和电磁设备的状态信息;

[0039] 步骤S2.对电磁设备的接收信号进行质量评价,得到电磁设备接收信号质量;

[0040] 步骤S3.将历史采集到的所述舰艇和电磁设备的状态信息作为输入,将历史采集到的所述电磁设备接收信号质量作为输出,训练动态电磁兼容模型;

[0041] 步骤S4.根据当前采集到的所述舰艇和电磁设备的状态信息、任务需求、训练好的动态电磁兼容模型、规则库,使用策略搜索获取最佳电磁兼容策略;

[0042] 步骤S5.根据所述最佳电磁兼容策略控制各电磁设备。

[0043] 步骤S1.采集舰队内各舰艇和电磁设备的状态信息。

[0044] 在舰队和电磁设备的实际运行过程中,采集舰队内各舰艇状态信息和电磁设备状态信息。舰艇状态信息包括:舰艇位置、舰艇航向、舰艇速度、舰艇所在区域的气象、海况和地形。电磁设备包括:雷达、通信设备和电磁干扰设备。电磁设备状态信息包括:电磁设备的时域占用情况(每次发送接收的起始时间和结束时间)、频域占用情况(中心频率和带宽)、空域占用情况(空间方向、空间方向角度范围)和相关参数(发送的电磁信号功率、波形、调制和编码)。将采集到的数据通过有线/无线网络传输到历史数据库中进行存储。

[0045] 步骤S2.对电磁设备的接收信号进行质量评价,得到电磁设备接收信号质量。

[0046] 对雷达和通信设备的接收信号进行质量评价,质量评价包括:客观评价和主观评价。

[0047] 客观评价是指直接采样电磁设备的接收信号,对接收信号进行必要的信号处理后,采用噪声和干扰强度、误码率、误帧率、信噪比、信干比中至少一个进行信号质量的评价。客观评价主要依靠电磁设备自身给出评价结果,对于很多现有设备,可能不具有所需的质量评价功能,因此,就必须收集主观评价。

[0048] 主观评价来自电磁设备的使用者,使用者通过电磁设备的控制终端反馈主观评价。如图2所示,控制终端上包括一个触摸屏和一个诊断触发按钮。在电磁设备的接收信号质量不佳时,使用者会主动触发控制终端上的诊断按钮,进入诊断界面,报告当前问题,获取诊断帮助。通过记录和分析使用者的上述操作,提取使用者对电磁设备的接收信号质量评价的主观评价,包括但不限于以下三种:1) 工作正常,使用者没有触发诊断功能;2) 不正常,使用者触发了诊断功能;3) 持续/严重不正常,使用者多次触发了诊断功能,报告了严重干扰。

[0049] 将收集到的质量评价数据通过有线/无线网络传输到历史数据库中进行存储。在历史数据库中绑定同一时间内的舰艇和电磁设备的状态信息以及对电磁设备接收信号质量评价,得到样本数据。

[0050] 步骤S3. 将历史采集到的所述舰艇和电磁设备的状态信息作为输入,将历史采集到的所述电磁设备接收信号质量作为输出,训练动态电磁兼容模型。

[0051] 从历史数据库中提取样本数据,利用样本数据进行机器学习(深度神经网络),从而获取动态电磁兼容模型。采用机器学习手段根据历史数据库中的数据训练舰队动态电磁兼容模型。机器学习的作用是利用已知的样本数据,训练得到一个动态电磁兼容模型,对这个动态电磁兼容模型输入新的舰艇和电磁设备的状态信息,就可以预测电磁设备接收信号质量。

[0052] 机器学习的输入:多个样本数据,一个样本是某个时间上的舰艇和电磁设备的状态信息以及对电磁设备接收信号质量评价的数据组合。机器学习的输出:动态电磁兼容模型,采用深度神经网络机器学习技术的情况下,该模型对应训练得到的深度神经网络模型。

[0053] 动态电磁兼容模型的输入:舰艇和电磁设备的状态信息。动态电磁兼容模型的输出:电磁设备接收信号质量。该模型给出了在舰队中电磁设备之间的相互干扰关系,相互干扰的强弱取决于舰艇状态,如:位置、航向、速度、气象、海况、地形,和电磁设备工作状态,如:时、频、空占用和相关参数。

[0054] 步骤S4. 根据当前采集到的所述舰艇和电磁设备的状态信息、任务需求、训练好的动态电磁兼容模型、规则库,使用策略搜索获取最佳电磁兼容策略。

[0055] 任务需求是生成电磁兼容策略时的输入,任务需求包括功能需求和性能需求两个方面:功能需求定义了哪些电磁设备以及电磁设备的哪些功能需要开启;性能需求定义开启的电磁兼容设备需要达到的接收信号质量。

[0056] 规则库是使用者提前设定的规则,例如:1. 参数要求:某个设备的工作频率限定在某个范围内;2. 优先级设定:A设备比B设备优先,即优先保障A设备的正常工作,可以一定程度上牺牲B设备的接收信号质量;3. 固定策略:在特定的任务下,采用某个事先设定好的固定策略。

[0057] 根据当前舰艇和电磁设备状态信息,以及雷达探测、通信和电磁干扰任务需求,依据训练好的动态电磁兼容模型,在规则库的支持下,进行最佳电磁兼容策略的搜索,具体过程如下:

[0058] 1) 随机生成一组满足规则库和任务的功能需求的电磁兼容策略。

[0059] 每个电磁兼容策略包括:对舰队所有电磁设备工作时间、频率和空间方向进行控制的一组参数。

[0060] 2) 将当前舰艇和电磁设备状态信息,以及这一组电磁兼容策略,输入到训练好的动态电磁兼容模型,输出每个电磁兼容策略的接收信号质量。

[0061] 3) 根据输出的接收信号质量判断所有任务的性能需求都得到满足,若是,则该策略为最佳电磁兼容策略;否则,选取能满足关键任务和高优先级任务的性能需求,同时尽可能地满足了其它任务的性能需求的电磁兼容策略作为最佳电磁兼容策略。

[0062] 步骤S5. 根据所述最佳电磁兼容策略控制各电磁设备。

[0063] 依据搜索得到的最佳电磁兼容策略,进行舰队各舰艇电磁设备发送和接收的协调和调度,对舰队所有电磁设备工作时间、频率和空间方向进行实时控制,保障关键和高优先级任务的执行,同时尽可能地调度使其它任务得到执行,实现舰队的高效率和高可靠的动态电磁兼容。

[0064] 电磁设备根据电磁兼容策略控制电磁设备的工作时间、频率、空间方向和功率。将最佳电磁兼容策略对应的操作建议/命令在电磁设备的控制终端界面上显示出来。

[0065] 如图3所示,一种舰队电磁兼容的动态管理系统,所述系统包括:

[0066] 数据采集模块,用于采集舰队内各舰艇和电磁设备的状态信息;

[0067] 质量评价模块,用于对电磁设备的接收信号进行质量评价,得到电磁设备接收信号质量;

[0068] 机器学习模块,用于将历史采集到的所述舰艇和电磁设备的状态信息作为输入,将历史采集到的所述电磁设备接收信号质量作为输出,训练动态电磁兼容模型;

[0069] 电磁兼容策略搜索模块,用于根据所述数据采集模块当前采集到的所述舰艇和电磁设备的状态信息、任务需求、所述机器学习模块中训练好的动态电磁兼容模型、规则库,使用策略搜索获取最佳电磁兼容策略;

[0070] 电磁设备控制模块,用于根据所述最佳电磁兼容策略控制各电磁设备。

[0071] 以上,仅为本申请较佳的具体实施方式,但本申请的保护范围并不局限于此,任何熟悉本技术领域的技术人员在本申请揭露的技术范围内,可轻易想到的变化或替换,都应涵盖在本申请的保护范围之内。因此,本申请的保护范围应该以权利要求的保护范围为准。

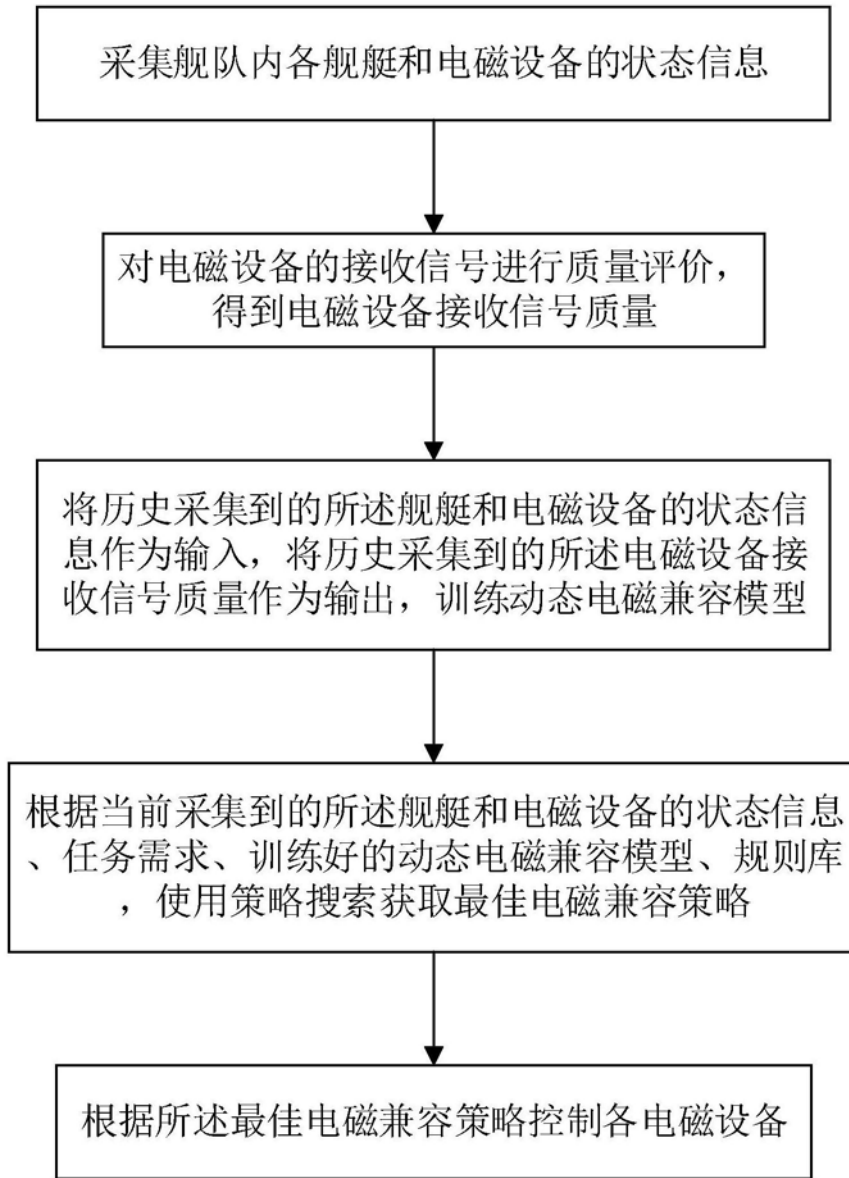


图1

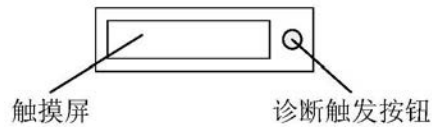


图2

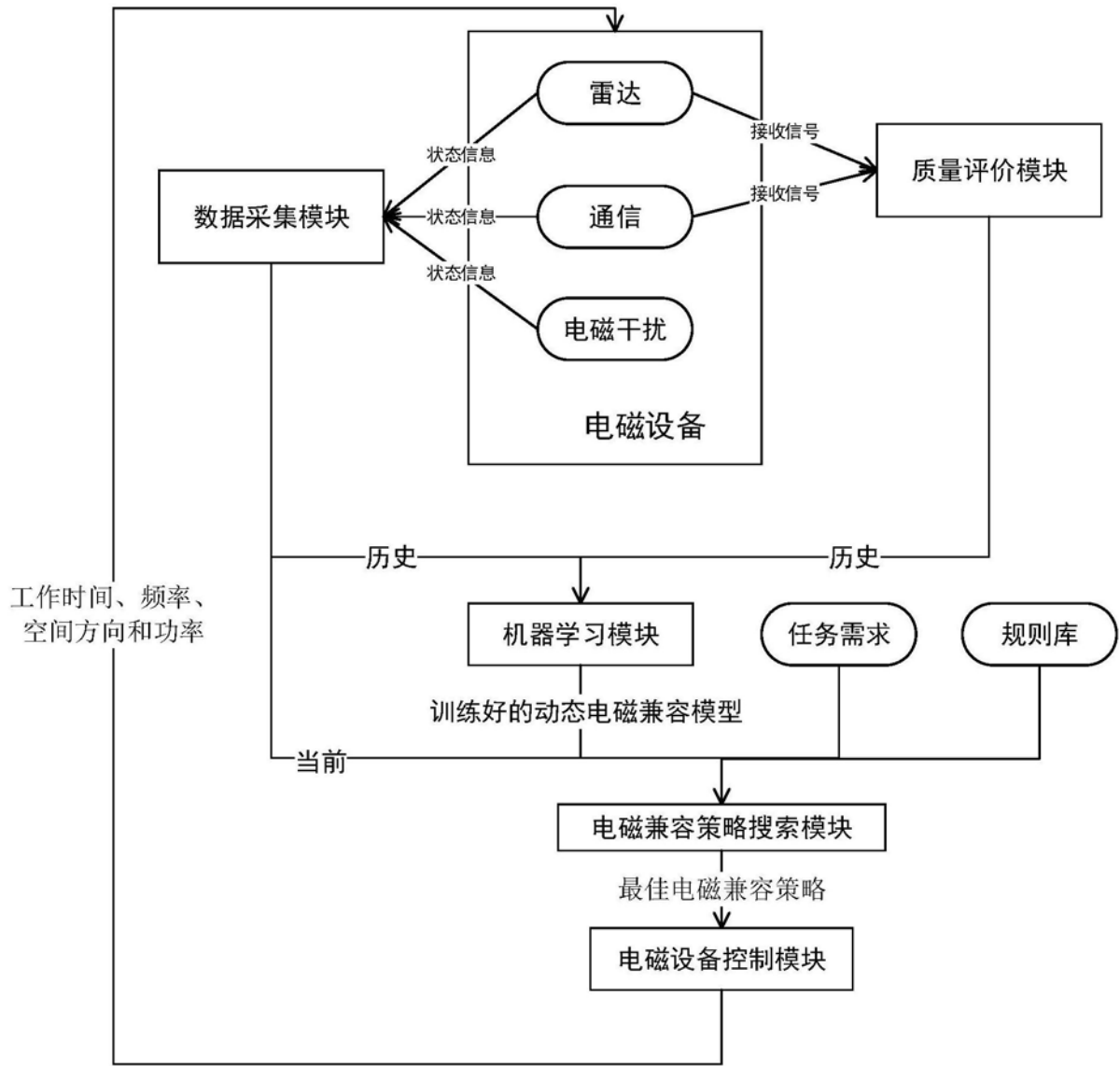


图3