



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 113126651 B

(45) 授权公告日 2022.07.19

(21) 申请号 202110269454.9

(22) 申请日 2021.03.12

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 113126651 A

(43) 申请公布日 2021.07.16

(73) 专利权人 合肥工业大学  
地址 230009 安徽省合肥市包河区屯溪路  
193号

(72) 发明人 王国强 陈宇轩 罗贺 马滢滢  
蒋儒浩 胡笑旋 马华伟 夏维  
唐奕城 靳鹏

(74) 专利代理机构 北京久诚知识产权代理事务  
所(特殊普通合伙) 11542  
专利代理师 余罡

(51) Int.Cl.  
G05D 1/10 (2006.01)

(56) 对比文件

- CN 107832939 A, 2018.03.23
- CN 108319286 A, 2018.07.24
- CN 112180967 A, 2021.01.05
- CN 108646589 A, 2018.10.12
- CN 108680063 A, 2018.10.19
- CN 110134139 A, 2019.08.16
- CN 107886201 A, 2018.04.06
- WO 0030423 A2, 2000.06.02
- CN 111638717 A, 2020.09.08
- CN 112434901 A, 2021.03.02

曹文静等.多无人机协同体系结构及其性能  
分析.《战术导弹技术》.2017,第52-58,84页.

HU Xiao-xuan et al..Robust decision  
making for UAV air-to-ground attack under  
severe uncertainty.《springer》.2015,第4263  
-4273页.

审查员 赵萌

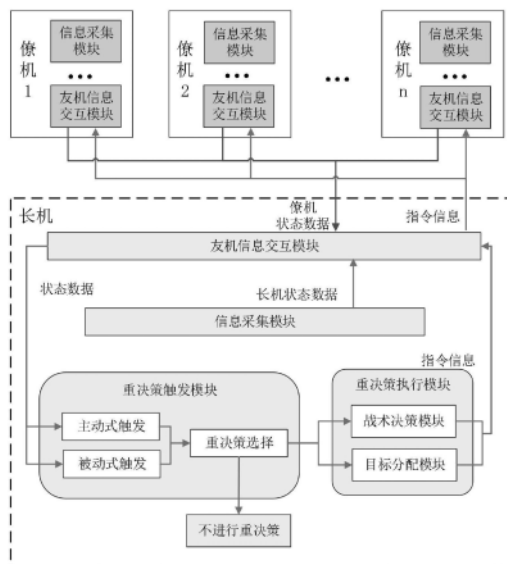
权利要求书2页 说明书8页 附图1页

(54) 发明名称

多无人机协同对抗的智能决策装置和系统

(57) 摘要

本发明提供多无人机协同对抗的智能决策装置和系统,涉及无人机空战领域。智能决策装置包括信息采集模块、友机信息交互模块、重决策触发模块和重决策执行模块,信息采集模块获取当前无人机的无人机状态数据;友机信息交互模块获取友方无人机的无人机状态数据;重决策触发模块基于所有的无人机状态数据判断重决策的触发以及重决策触发类型,并将重决策触发类型至重决策执行模块;重决策执行模块被配置为获取重决策类型对应的重决策方案,并基于重决策方案生成控制指令发送至友机信息交互模块,以使友机信息交互模块将控制指令发送至友方无人机。本发明可以增强无人机空战策略在执行时的适应性。



CN 113126651 B

1. 一种多无人机协同对抗的智能决策装置,其特征在于,所述装置包括:信息采集模块、友机信息交互模块、重决策触发模块和重决策执行模块;

所述信息采集模块被配置为获取当前无人机的无人机状态数据并发送至所述友机信息交互模块;

所述友机信息交互模块被配置为获取友方无人机的无人机状态数据,并将所述当前无人机的无人机状态数据和所述友方无人机的无人机状态数据发送至所述重决策触发模块;

所述重决策触发模块被配置为基于所有的无人机状态数据判断重决策的触发以及重决策触发类型,并将所述重决策触发类型发送至所述重决策执行模块;

所述重决策执行模块被配置为获取所述重决策类型对应的重决策方案;基于所述重决策方案生成控制指令并发送至所述友机信息交互模块,以使所述友机信息交互模块将所述控制指令发送至友方无人机;

所述重决策触发模块进一步被配置为:

基于无人机空战时发生的紧急事件判断重决策的被动触发,并分析重决策被动触发的类型;

获取重决策主动触发的类型;

基于预设的重决策类型优先级对所述重决策被动触发的类型和所述重决策主动触发的类型进行冲突消解,得到重决策触发类型;所述预设的重决策类型的优先级为:战术决策>目标分配;

所述基于无人机空战时发生的紧急事件判断重决策的被动触发,并分析重决策被动触发的类型,包括:

对于紧急事件K,判断紧急事件K的类型,包括一级紧急事件、二级紧急事件和三级紧急事件;

若紧急事件K为一级紧急事件,则立即判定为被动触发重决策,重决策被动触发的类型为紧急事件K对应的重决策类型,并继续判断下一次重决策的被动触发;

若紧急事件K为二级紧急事件,则判断上一次重决策被动触发的时刻到紧急事件K发生时刻的时间间隔 $\Delta t$ 是否大于等于第一周期;若是,则立即判定为被动触发重决策,重决策触发类型为紧急事件K对应的重决策类型,并继续判断下一次重决策的被动触发;若否,则将紧急事件K加入到二级紧急事件列表中;在第一周期结束时,判定为被动触发重决策,重决策触发类型为:二级紧急事件列表中所有紧急事件对应的重决策类型中优先级最高的重决策类型;并继续判断下一次重决策的被动触发;

若紧急事件K为三级紧急事件,则判断上一次重决策被动触发的时刻到紧急事件K发生时刻的时间间隔 $\Delta t$ 是否大于等于第一周期;若是,则立即判定为被动触发重决策,重决策触发类型为紧急事件K对应的重决策类型,并继续判断下一次重决策的被动触发;若否,则将紧急事件K加入到三级紧急事件列表中;在第二周期结束时,判定为被动触发重决策,重决策触发类型为:三级紧急事件列表中所有紧急事件对应的重决策类型中优先级最高的重决策类型;并继续判断下一次重决策的被动触发;

所述一级紧急事件包括:我方无人机失效事件、敌方无人机数量变更事件、我方无人机被敌方雷达锁定事件、指挥中心下达重决策命令事件、指挥中心下达新任务事件和任务完

成事件；

所述二级紧急事件包括：我方无人机速度低于阈值事件、我方无人机高度低于阈值事件和我方无人机剩余能量低于阈值事件；

所述三级紧急事件包括：我方无人机通讯中断事件、我方无人机余弹低于阈值事件、我方无人机位置超过通讯范围事件和气象环境改变事件。

2. 如权利要求1所述的决策装置，其特征在于，所述信息采集模块进一步被配置为获取无人机内部的传感器中的无人机状态数据并发送至所述友机信息交互模块。

3. 如权利要求1所述的决策装置，其特征在于，所述当前无人机的无人机状态数据以及友方无人机的无人机状态数据均包括：无人机横坐标、无人机纵坐标、无人机飞行高度、无人机飞行速度、无人机横滚角、无人机航向角、无人机俯仰角、无人机余弹数量和无人机类型。

4. 如权利要求1所述的决策装置，其特征在于，所述重决策的触发包括：重决策主动触发和重决策被动触发；

所述重决策触发类型包括：战术决策和目标分配。

5. 如权利要求1所述的决策装置，其特征在于，所述获取重决策主动触发的类型，包括：将所有的无人机状态数据输入到预先构建的全连接神经网络中，得到重决策主动触发结果；所述重决策主动触发结果包括：不进行主动重决策、进行战术决策和进行目标分配。

6. 一种多无人机协同对抗的智能决策系统，其特征在于，所述系统包括若干个无人机，且每个无人机均包括一个如权利要求1-5任一项所述的多无人机协同对抗的智能决策装置；若干个无人机中包括一个长机和多个僚机；

每个僚机基于多无人机协同对抗的智能决策装置将各自的无人机状态数据发送至长机；

长机基于多无人机协同对抗的智能决策装置生成重决策方案以及控制指令，并将控制指令发送给各个僚机。

## 多无人机协同对抗的智能决策装置和系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及无人机空战技术领域,具体涉及一种多无人机协同对抗的智能决策装置和系统。

### 背景技术

[0002] 随着新兴技术的发展与应用,信息对抗、智能对抗已逐渐成为新的作战手段和作战形式,无人机由于其能够自主地完成多种任务而被广泛地应用。然而随着无人机在相关领域应用的不断推进,单架无人机在执行任务时暴露出了灵活性和任务完成率的短板,因此,运用多架无人机在空中构成相互协作、优势互补、效能倍增的协同作战系统,已成为本领域关注的热点和追求的目标。

[0003] 多无人机协同对抗是一个复杂的对抗过程,其中,每个无人机担负着不同角色,且可执行一个或多个子任务,通过多无人机之间的相互协作和决策,按照预定的无人机空战策略执行任务,完成单个无人机无法完成的任务,进而提升无人机作战效能。

[0004] 然而本申请的发明人发现,在多无人机协同对抗环境中,对抗情况瞬息万变,呈现高动态、高实时和高不确定性的特点,并且多机协同对抗整体过程时间较长,无法对敌方的行动作出详细预测,因此,作战前的战术决策和目标分配等决策都可能随着对抗过程中的进行而不再适用当前环境,为此,决策者需要根据复杂、动态变化的战场环境对多无人机作战策略进行重决策。即现有的无人机空战策略的适应性较差。

### 发明内容

[0005] (一)解决的技术问题

[0006] 针对现有技术的不足,本发明提供了一种多无人机协同对抗的智能决策装置和系统,解决了现有的无人机空战策略的适应性较差。

[0007] (二)技术方案

[0008] 为实现以上目的,本发明通过以下技术方案予以实现:

[0009] 本发明解决其技术问题所提供的一种多无人机协同对抗的智能决策装置,所述装置包括:信息采集模块、友机信息交互模块、重决策触发模块和重决策执行模块;

[0010] 所述信息采集模块被配置为获取当前无人机的无人机状态数据并发送至所述友机信息交互模块;

[0011] 所述友机信息交互模块被配置为获取友方无人机的无人机状态数据,并将所述当前无人机的无人机状态数据和所述友方无人机的无人机状态数据发送至所述重决策触发模块;

[0012] 所述重决策触发模块被配置为基于所有的无人机状态数据判断重决策的触发以及重决策触发类型,并将所述重决策触发类型发送至所述重决策执行模块;

[0013] 所述重决策执行模块被配置为获取所述重决策类型对应的重决策方案;基于所述重决策方案生成控制指令并发送至所述友机信息交互模块,以使所述友机信息交互模块将

所述控制指令发送至友方无人机。

[0014] 优选的,所述信息采集模块进一步被配置为获取无人机内部的传感器中的无人机状态数据并发送至所述友机信息交互模块。

[0015] 优选的,所述当前无人机的无人机状态数据以及友方无人机的无人机状态数据均包括:无人机横坐标、无人机纵坐标、无人机飞行高度、无人机飞行速度、无人机横滚角、无人机航向角、无人机俯仰角、无人机余弹数量和无人机类型。

[0016] 优选的,所述重决策的触发包括:重决策主动触发和重决策被动触发;

[0017] 所述重决策触发类型包括:战术决策和目标分配。

[0018] 优选的,所述重决策触发模块进一步被配置为:

[0019] 基于无人机空战时发生的紧急事件判断重决策的被动触发,并分析重决策被动触发的类型;

[0020] 获取重决策主动触发的类型;

[0021] 基于预设的重决策类型优先级对所述重决策被动触发的类型和所述重决策主动触发的类型进行冲突消解,得到重决策触发类型;所述预设的重决策类型的优先级为:战术决策>目标分配。

[0022] 优选的,所述基于无人机空战时发生的紧急事件判断重决策的被动触发,并分析重决策被动触发的类型,包括:

[0023] 对于紧急事件K,判断紧急事件K的类型,包括一级紧急事件、二级紧急事件和三级紧急事件;

[0024] 若紧急事件K为一级紧急事件,则立即判定为被动触发重决策,重决策被动触发的类型为紧急事件K对应的重决策类型,并继续判断下一次重决策的被动触发;

[0025] 若紧急事件K为二级紧急事件,则判断上一次重决策被动触发的时刻到紧急事件K发生时刻的时间间隔  $\Delta t$  是否大于等于第一周期;若是,则立即判定为被动触发重决策,重决策触发类型为紧急事件K对应的重决策类型,并继续判断下一次重决策的被动触发;若否,则将紧急事件K加入到二级紧急事件列表中;在第一周期结束时,判定为被动触发重决策,重决策触发类型为:二级紧急事件列表中所有紧急事件对应的重决策类型中优先级最高的重决策类型;并继续判断下一次重决策的被动触发;

[0026] 若紧急事件K为三级紧急事件,则判断上一次重决策被动触发的时刻到紧急事件K发生时刻的时间间隔  $\Delta t$  是否大于等于第一周期;若是,则立即判定为被动触发重决策,重决策触发类型为紧急事件K对应的重决策类型,并继续判断下一次重决策的被动触发;若否,则将紧急事件K加入到三级紧急事件列表中;在第二周期结束时,判定为被动触发重决策,重决策触发类型为:三级紧急事件列表中所有紧急事件对应的重决策类型中优先级最高的重决策类型;并继续判断下一次重决策的被动触发。

[0027] 优选的,所述一级紧急事件包括:我方无人机失效事件、敌方无人机数量变更事件、我方无人机被敌方雷达锁定事件、指挥中心下达重决策命令事件、指挥中心下达新任务事件和任务完成事件;

[0028] 所述二级紧急事件包括:我方无人机速度低于阈值事件、我方无人机高度低于阈值事件和我方无人机剩余能量低于阈值事件;

[0029] 所述三级紧急事件包括:我方无人机通讯中断事件、我方无人机余弹低于阈值事

件、我方无人机位置超过通讯范围事件和气象环境改变事件。

[0030] 优选的,所述获取重决策主动触发的类型,包括:

[0031] 将所有的无人机状态数据输入到预先构建的全连接神经网络中,得到重决策主动触发结果;所述重决策主动触发结果包括:不进行主动重决策、进行战术决策和进行目标分配。

[0032] 本发明解决其技术问题所提供的一种多无人机协同对抗的智能决策系统,所述系统包括若干个无人机,且每个无人机均包括一个如上述的多无人机协同对抗的智能决策装置;若干个无人机中包括一个长机和多个僚机;

[0033] 每个僚机基于多无人机协同对抗的智能决策装置将各自的无人机状态数据发送至长机;

[0034] 长机基于多无人机协同对抗的智能决策装置生成重决策方案以及控制指令,并将控制指令发送给各个僚机。

[0035] (三)有益效果

[0036] 本发明提供了一种多无人机协同对抗的智能决策装置和系统。与现有技术相比,具备以下有益效果:

[0037] 本发明提供的智能决策装置包括信息采集模块、友机信息交互模块、重决策触发模块和重决策执行模块。信息采集模块获取当前无人机的无人机状态数据;友机信息交互模块获取友方无人机的无人机状态数据;重决策触发模块基于所有的无人机状态数据判断重决策的触发以及重决策触发类型,并将重决策触发类型至重决策执行模块;重决策执行模块被配置为获取重决策类型对应的重决策方案,并基于重决策方案生成控制指令发送至友机信息交互模块,以使友机信息交互模块将控制指令发送至友方无人机。由于在多无人机协同对抗的过程中存在的动态性和不确定性以及协同控制的复杂性,使得现有的无人机空战策略无法适应复杂的对抗环境。本发明通过获取无人机状态数据并进行相应的重决策,从而根据对抗中态势的变化快速调整无人机空战策略,可以增强无人机空战策略在执行时的适应性。

## 附图说明

[0038] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案,下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0039] 图1为本发明实施例所提供的多无人机协同对抗的智能决策装置的整体示意图;

[0040] 图2为本发明实施例所提供的多无人机协同对抗的智能决策装置中的全连接神经网络的示意图。

## 具体实施方式

[0041] 为使本发明实施例的目的、技术方案和优点更加清楚,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作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。

[0042] 本申请实施例通过提供一种多无人机协同对抗的智能决策装置和系统,解决了现有的无人机空战策略的适应性较差的问题,提高了多无人机执行任务时的适应性。

[0043] 本申请实施例中的技术方案为解决上述技术问题,总体思路如下:

[0044] 本发明实施例提供的智能决策装置包括信息采集模块、友机信息交互模块、重决策触发模块和重决策执行模块。信息采集模块获取当前无人机的无人机状态数据;友机信息交互模块获取友方无人机的无人机状态数据;重决策触发模块基于所有的无人机状态数据判断重决策的触发以及重决策触发类型,并将重决策触发类型至重决策执行模块;重决策执行模块被配置为获取重决策类型对应的重决策方案,并基于重决策方案生成控制指令发送至友机信息交互模块,以使友机信息交互模块将控制指令发送至友方无人机。由于在多无人机协同对抗的过程中存在的动态性和不确定性以及协同控制的复杂性,使得现有的无人机空战策略无法适应复杂的对抗环境。本发明通过获取无人机状态数据并进行相应的重决策,从而根据对抗中态势的变化快速调整无人机空战策略,可以增强无人机空战策略在执行时的适应性。

[0045] 为了更好的理解上述技术方案,下面将结合说明书附图以及具体的实施方式对上述技术方案进行详细的说明。

[0046] 本发明实施例提供了一种多无人机协同对抗的智能决策装置,如图1所示,该装置包括:信息采集模块、友机信息交互模块、重决策触发模块和重决策执行模块。

[0047] 其中,信息采集模块被配置为获取当前无人机的无人机状态数据并发送至友机信息交互模块。

[0048] 友机信息交互模块被配置为获取友方无人机的无人机状态数据,并将当前无人机的无人机状态数据和友方无人机的无人机状态数据发送至重决策触发模块。

[0049] 重决策触发模块被配置为基于所有的无人机状态数据判断重决策的触发以及重决策触发类型,并将重决策触发类型发送至重决策执行模块。

[0050] 重决策执行模块被配置为获取重决策类型对应的重决策方案;基于重决策方案生成控制指令并发送至友机信息交互模块,以使友机信息交互模块将控制指令发送至友方无人机。

[0051] 本发明实施例提供的智能决策装置包括信息采集模块、友机信息交互模块、重决策触发模块和重决策执行模块。信息采集模块获取当前无人机的无人机状态数据;友机信息交互模块获取友方无人机的无人机状态数据;重决策触发模块基于所有的无人机状态数据判断重决策的触发以及重决策触发类型,并将重决策触发类型至重决策执行模块;重决策执行模块被配置为获取重决策类型对应的重决策方案,并基于重决策方案生成控制指令发送至友机信息交互模块,以使友机信息交互模块将控制指令发送至友方无人机。本发明通过获取无人机状态数据并进行相应的重决策,从而使得多无人机执行适应于当前形势下的无人机空战方案,可以增强无人机空战方案在执行时的适应性。

[0052] 在一些实施例中,信息采集模块具体和无人机内部的传感器相连接,可以获取无人机内部的传感器中的数据,例如无人机状态数据,并将无人机状态数据发送至友机信息交互模块。

[0053] 在一些实施例中,当前无人机的无人机状态数据以及友方无人机的无人机状态数

据均包括：无人机横坐标、无人机纵坐标、无人机飞行高度、无人机飞行速度、无人机横滚角、无人机航向角、无人机俯仰角、无人机余弹数量和无人机类型。

[0054] 在一些实施例中，重决策的触发包括：重决策主动触发和重决策被动触发。

[0055] 其中，重决策触发类型包括：战术决策和目标分配。

[0056] 战术决策是指多无人机在空战中进行的组织、指挥、控制和协同飞行的过程。包括直接攻击、侧翼迂回、水平梳开、垂直梳开等战术。

[0057] 目标分配(WTA)问题是指将有限数量的拦截器分配到来袭的导弹以最小化导弹摧毁受保护资产的概率或将优先的导弹分配给来袭的目标以最大化催化目标的概率。

[0058] 需要说明的是，重决策触发模块会分别进行重决策主动触发判断和重决策被动触发判断。

[0059] 其中，重决策主动触发判断结果包括：进行主动重决策和不进行主动重决策。进行主动重决策时包括两种类型：战术决策和目标分配。

[0060] 在一些实施例中，重决策触发模块进一步被配置为：

[0061] S31、基于无人机空战时发生的紧急事件判断重决策的被动触发，并分析重决策被动触发的类型。

[0062] S32、获取重决策主动触发的类型。

[0063] S33、基于预设的重决策类型优先级对重决策被动触发的类型和重决策主动触发的类型进行冲突消解，得到重决策触发类型；预设的重决策类型的优先级为：战术决策>目标分配。

[0064] 在一些实施例中，步骤S31具体包括：

[0065] 当多无人机协同对抗开始后，一直检测是否有紧急事件发生。

[0066] 对于紧急事件K，判断紧急事件K的类型，包括一级紧急事件、二级紧急事件和三级紧急事件。

[0067] 若紧急事件K为一级紧急事件，则立即判定为被动触发重决策，重决策被动触发的类型为紧急事件K对应的重决策类型，并继续判断下一次重决策的被动触发。

[0068] 若紧急事件K为二级紧急事件，则判断上一次重决策被动触发的时刻到紧急事件K发生时刻的时间间隔  $\Delta t$  是否大于等于第一周期；若是，则立即判定为被动触发重决策，重决策触发类型为紧急事件K对应的重决策类型，并继续判断下一次重决策的被动触发；若否，则将紧急事件K加入到二级紧急事件列表中；在第一周期结束时，判定为被动触发重决策，重决策触发类型为：二级紧急事件列表中所有紧急事件对应的重决策类型中优先级最高的重决策类型；并继续判断下一次重决策的被动触发。

[0069] 若紧急事件K为三级紧急事件，则判断上一次重决策被动触发的时刻到紧急事件K发生时刻的时间间隔  $\Delta t$  是否大于等于第一周期；若是，则立即判定为被动触发重决策，重决策触发类型为紧急事件K对应的重决策类型，并继续判断下一次重决策的被动触发；若否，则将紧急事件K加入到三级紧急事件列表中；在第二周期结束时，判定为被动触发重决策，重决策触发类型为：三级紧急事件列表中所有紧急事件对应的重决策类型中优先级最高的重决策类型；并继续判断下一次重决策的被动触发。

[0070] 在本发明实施例中，可设定第一周期 $T_{\min}$ 为5s，第二周期T为8s。

[0071] 在一些实施例中，其中，我方无人机失效事件指：在对抗过程中，当我方无人机有



出现损毁、机械故障等情况时,触发战术决策。

[0072] 我方无人机被敌方雷达锁定事件指:在对抗过程中,当我方无人机被敌方雷达锁定时,触发目标分配。

[0073] 敌方无人机数量变更事件指:当敌方增加或减少无人机时,此时对我方任务计划安排、目标分配产生影响,触发战术决策。

[0074] 指挥中心下达重决策命令事件指:在对抗过程中,当指挥中心下达重决策命令时,触发战术决策。

[0075] 指挥中心下达新任务事件指:当有新任务下达时,改变当前任务计划安排,需要对新任务进行合理分配,触发目标分配。

[0076] 任务完成事件指:每一个任务的完成都会对我方整体任务进度产生波动。因此,在一次任务进行完毕后,需要重新进行任务安排,触发目标分配。

[0077] 二级紧急事件包括:我方无人机速度低于阈值事件、我方无人机高度低于阈值事件和我方无人机剩余能量低于阈值事件。

[0078] 其中,我方无人机速度低于阈值事件指:在对抗过程中,当我方无人机速度过低时,触发战术决策。

[0079] 我方无人机高度低于阈值事件指:在对抗过程中,当我方无人机飞行高度过低时,触发战术决策。

[0080] 我方无人机剩余能量低于阈值事件指:当对抗过程中,我方无人机出现剩余能量不足,造成信号、位置判断不稳定等情况,触发战术决策。

[0081] 三级紧急事件包括:我方无人机通讯中断事件、我方无人机余弹低于阈值事件、我方无人机位置超过通讯范围事件和气象环境改变事件。

[0082] 其中,我方无人机通讯中断事件指:在对抗过程中,当敌方无人机对我方无人机通过雷达干扰等方式,造成通讯终端,此时触发目标分配。

[0083] 我方无人机余弹低于阈值事件指:在对抗过程中,当我方无人机出现余弹不足等情况时,此时触发目标分配。

[0084] 我方无人机位置超过通讯范围事件指:当对抗过程中,我方无人机飞行位置超出友机间的通讯范围,造成通讯不良或中断,触发目标分配。

[0085] 气象环境改变事件指:当对抗过程中,遇到气象环境改变,影响我方无人机信息交互等情况,触发战术决策。

[0086] 在一些实施例中,步骤S31具体包括:

[0087] 将所有的无人机状态数据输入到预先构建的全连接神经网络中,得到重决策主动触发结果。

[0088] 如图2所示,为全连接神经网络的示意图,全连接神经网络可以为通过强化学习中的Actor-Critic算法,预先训练好的神经网络。全连接神经网络具体参数如表1所示。

[0089] 表1全连接神经网络具体参数

[0090]

全连接神经网络结构参数	
参数名称	描述
输入层	输入所有无人机的状态信息
隐藏层 1	64 个神经元
隐藏层 2	64 个神经元
输出层	输出为重决策触发结果
激活函数	线性整流函数 (ReLU)
优化方法	梯度下降

[0091] 重决策主动触发结果包括：不进行主动重决策、进行战术决策和进行目标分配。

[0092] 本发明实施例还提供了一种多无人机协同对抗的智能决策系统，该系统包括若干个无人机，且每个无人机均包括一个上述的多无人机协同对抗的智能决策装置，且若干个无人机中包括一个长机和多个僚机。

[0093] 需要说明的是，长机可以是多无人机执行任务中自行设定的任一一架无人机，当长机损坏时，可以选取另一架僚机作为新的长机，并继续执行任务。

[0094] 每个僚机基于多无人机协同对抗的智能决策装置将各自的无人机状态数据发送至长机。

[0095] 长机基于多无人机协同对抗的智能决策装置生成重决策方案以及控制指令，并将控制指令发送给各个僚机，以执行重决策方案。

[0096] 综上所述，与现有技术相比，具备以下有益效果：

[0097] 本发明提供的智能决策装置包括信息采集模块、友机信息交互模块、重决策触发模块和重决策执行模块。信息采集模块获取当前无人机的无人机状态数据；友机信息交互模块获取友方无人机的无人机状态数据；重决策触发模块基于所有的无人机状态数据判断重决策的触发以及重决策触发类型，并将重决策触发类型至重决策执行模块；重决策执行模块被配置为获取重决策类型对应的重决策方案，并基于重决策方案生成控制指令发送至友机信息交互模块，以使友机信息交互模块将控制指令发送至友方无人机。由于在多无人机协同对抗的过程中存在的动态性和不确定性以及协同控制的复杂性，使得现有的无人机空战策略无法适应复杂的对抗环境。本发明通过获取无人机状态数据并进行相应的重决策，从而根据对抗中态势的变化快速调整无人机空战策略，可以增强无人机空战策略在执行时的适应性。

[0098] 需要说明的是，通过以上的实施方式的描述，本领域的技术人员可以清楚地了解到各实施方式可借助软件加必需的通用硬件无人机的方式来实现。基于这样的理解，上述技术方案本质上或者说对现有技术做出贡献的部分可以以软件产品的形式体现出来，该计

计算机软件产品可以存储在计算机可读存储介质中,如ROM/RAM、磁碟、光盘等,包括若干指令用以使得一台计算机设备(可以是个人计算机,服务器,或者网络设备)执行各个实施例或者实施例的某些部分所述的方法。在此处所提供的说明书中,说明了大量具体细节。然而,能够理解,本发明的实施例可以在没有这些具体细节的情况下实践。在一些实例中,并未详细示出公知的方法、结构和技术,以便不模糊对本说明书的理解。

[0099] 在本文中,诸如第一和第二等之类的关系术语仅仅用来将一个实体或者操作与另一个实体或操作区分开来,而不一定要求或者暗示这些实体或操作之间存在任何这种实际的关系或者顺序。而且,术语“包括”、“包含”或者其任何其他变体意在涵盖非排他性的包含,从而使得包括一系列要素的过程、方法、物品或者设备不仅包括那些要素,而且还包括没有明确列出的其他要素,或者是还包括为这种过程、方法、物品或者设备所固有的要素。在没有更多限制的情况下,由语句“包括一个……”限定的要素,并不排除在包括所述要素的过程、方法、物品或者设备中还存在另外的相同要素。

[0100] 以上实施例仅用以说明本发明的技术方案,而非对其限制;尽管参照前述实施例对本发明进行了详细的说明,本领域的普通技术人员应当理解:其依然可以对前述各实施例所记载的技术方案进行修改,或者对其中部分技术特征进行等同替换;而这些修改或者替换,并不使相应技术方案的本质脱离本发明各实施例技术方案的精神和范围。

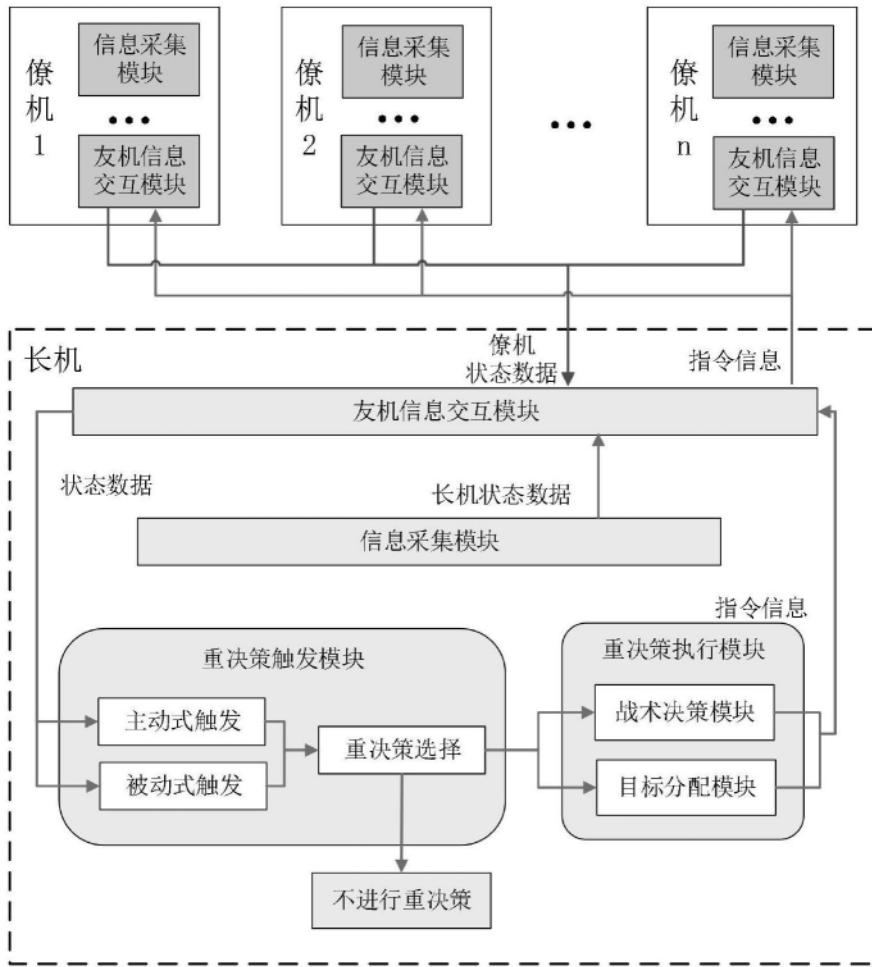


图1

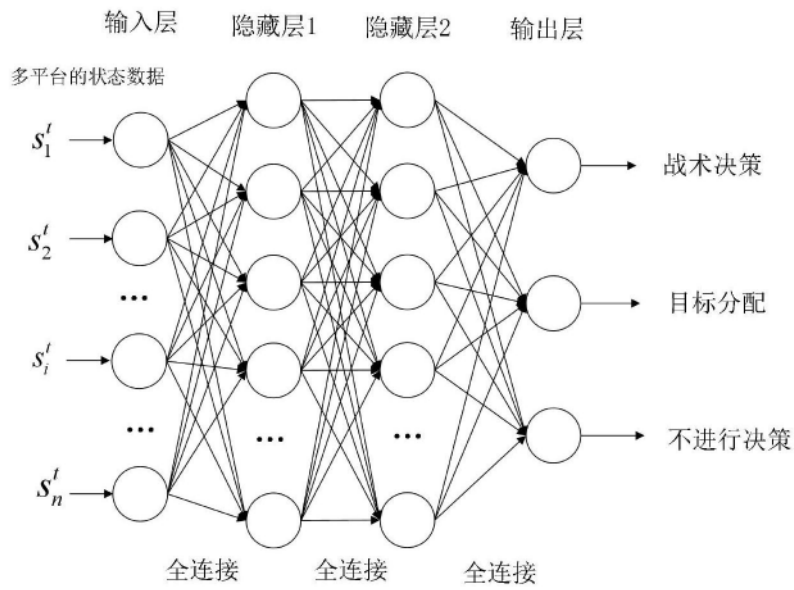


图2