



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 112486200 A

(43) 申请公布日 2021.03.12

(21) 申请号 202011101859.3

(22) 申请日 2020.10.15

(71) 申请人 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 蒋儒浩 马滢滢 胡笑旋 靳鹏 马华伟 夏维 唐奕城

(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

代理人 余罡

(51) Int. Cl.

G05D 1/10 (2006.01)

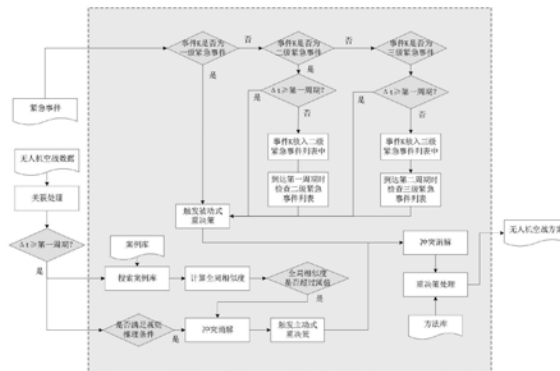
权利要求书3页 说明书12页 附图2页

(54) 发明名称

多无人机协同对抗在线重决策方法

(57) 摘要

本发明提供一种多无人机协同对抗在线重决策方法,涉及无人机领域。包括以下步骤:获取多个无人机协同执行无人机空战方案时的无人机空战数据;对无人机空战数据进行关联处理;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;基于关联后的无人机空战数据判断重决策的主动触发,并分析重决策主动触发的类型,重决策触发的类型包括:战术重决策、任务重决策和行为重决策;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处理,得到无人机空战方案重决策类型;基于无人机空战方案重决策类型对无人机空战方案进行重决策处理。本申请可以增强无人机空战方案在执行时的适应性。



CN 112486200 A

1. 一种多无人机协同对抗在线重决策方法,所述重决策方法由计算机执行,其特征在于,包括以下步骤:

获取多个无人机协同执行无人机空战方案时的无人机空战数据;

对所述无人机空战数据进行关联处理;

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,所述重决策被动触发的类型包括:战术重决策、任务重决策和行为重决策;基于关联后的无人机空战数据判断重决策的主动触发,并分析重决策主动触发的类型,所述重决策主动触发的类型包括:战术重决策、任务重决策和行为重决策;

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处理,得到无人机空战方案重决策类型;

基于所述无人机空战方案重决策类型对无人机空战方案进行重决策处理。

2. 根据权利要求1所述的重决策方法,其特征在于,所述无人机空战数据包括:敌方飞控数据、我方飞控数据和任务行动数据;

所述敌方飞控数据包括:敌机速度、敌机高度、敌机经纬度、敌机航向角、敌机横滚角和敌机俯仰角;

所述我方飞控数据包括:我方无人机的速度、高度、经纬度、航向角、横滚角、俯仰角和剩余导弹数量;

所述任务行动数据包括:我方无人机数量、敌方无人机数量、我方当前战术和我方当前目标分配列表。

3. 根据权利要求1所述的重决策方法,其特征在于,所述对所述无人机空战数据进行关联处理,包括:

基于数据清洗方法对所述无人机空战数据进行预处理;

基于关联算法对预处理后的无人机空战数据进行关联分析。

4. 根据权利要求1所述的重决策方法,其特征在于,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 Δt 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,重决策被动触发的类型为: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 Δt 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,重决策被动触发的类型为: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;

重决策类型的优先级为:战术重决策>任务重决策>行为重决策。

5. 根据权利要求4所述的重决策方法,其特征在于,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。

6. 根据权利要求4所述的重决策方法,其特征在于,所述基于关联后的无人机空战数据判断重决策的主动触发,并分析重决策主动触发的类型,包括:

从上一次重决策被动触发的时刻开始计时,判断计时时间 Δt 是否大于等于第一周期,若否,则等待;

若是,则:

基于关联后的无人机空战数据和预设的案例库计算全局相似度;判断所述全局相似度是否超过预设的全局相似度阈值,若是,则判定为主动触发案例推理重决策;

对关联后的无人机空战数据进行规则推理,并判断是否满足预设的规则推理条件,若是,则判定为主动触发规则推理重决策;

对所述案例推理重决策主动触发的类型和所述规则推理重决策主动触发的类型进行冲突消解,得到重决策主动触发的类型,并判定为重决策的主动触发。

7. 根据权利要求6所述的重决策方法,其特征在于,所述对所述案例推理重决策主动触发的类型和所述规则推理重决策主动触发的类型进行冲突消解,得到重决策主动触发的类型,包括:

当案例推理重决策和规则推理重决策单独触发时,判定为主动触发相应类型的重决策;

当案例推理重决策和规则推理重决策全部触发时,比较案例推理得分和规则推理得分的大小,并判定为主动触发得分高的重决策对应的类型;

所述案例推理得分指:所述全局相似度与案例推理重决策对应类型的权重系数的乘积;所述规则推理得分指:规则推理重决策对应类型的权重系数;

所述权重系数为:战术重决策为a,任务重决策为b,行为重决策为c,且 $a>b>c$ 。

8. 根据权利要求6所述的重决策方法,其特征在于,所述基于关联后的无人机空战数据和预设的案例库计算全局相似度,包括:

对关联后的无人机空战数据进行特征属性提取;

对预设的案例库进行搜索,确认案例库中的每一个案例;

将提取到的特征属性和每一个案例进行对比,并计算属性相似度;

基于所述属性相似度计算全局相似度。

9. 根据权利要求1所述的重决策方法,其特征在于,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处理,包括:

若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相同,则判定执行相应的重决策类型;

若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不同,则基于预设的优先级执行: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中优先级高的重决策类型;预设的优先级为:战术重决策>任务重决策>行为重决策。

10.根据权利要求6所述的重决策方法,其特征在于,所述基于所述无人机空战方案重决策类型对无人机空战方案进行重决策处理,包括:

基于预设的方法库选择一种重决策方法,并对无人机空战方案进行相应类型的重决策处理,得到若干个重决策后的无人机空战方案;

基于预设的方法库提取一种重决策方案选择方法,选择一个重决策后的无人机空战方案,并执行。

多无人机协同对抗在线重决策方法

技术领域

[0001] 本发明涉及无人机技术领域,具体涉及一种多无人机协同对抗在线重决策方法。

背景技术

[0002] 随着科技的发展,无人机已经成为军事作战领域的重要无人机之一。无人机能够自主的完成多种任务,然而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,完成单个无人机无法完成的任务,提升无人机作战效能。多无人机在协同作战之前需要部署好空战方案,以使各无人机按照空战方案完成空战任务。

[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、强实时和深度不确定的特点,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的进行而不再适用当前环境,为此,需要对无人机空战方案进行重决策,以解决空战方案适应性差的缺点。

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在线重决策方法,解决了现有技术适应性差的技术问题。

[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在线重决策方法,所述重决策方法由计算机执行,包括以下步骤:

[0010] 获取多个无人机协同执行无人机空战方案时的无人机空战数据;

[0011] 对所述无人机空战数据进行关联处理;

[0012] 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,所述重决策被动触发的类型包括:战术重决策、任务重决策和行为重决策;基于关联后的无人机空战数据判断重决策的主动触发,并分析重决策主动触发的类型,所述重决策主动触发的类型包括:战术重决策、任务重决策和行为重决策;

[0013] 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处理,得到无人机空战方案重决策类型;

[0014] 基于所述无人机空战方案重决策类型对无人机空战方案进行重决策处理。

[0015] 优选的,所述无人机空战数据包括:敌方飞控数据、我方飞控数据和任务行动数

据；

[0016] 所述敌方飞控数据包括：敌机速度、敌机高度、敌机经纬度、敌机航向角、敌机横滚角和敌机俯仰角；

[0017] 所述我方飞控数据包括：我方无人机的速度、高度、经纬度、航向角、横滚角、俯仰角和剩余导弹数量；

[0018] 所述任务行动数据包括：我方无人机数量、敌方无人机数量、我方当前战术和我方当前目标分配列表。

[0019] 优选的，所述对所述无人机空战数据进行关联处理，包括：

[0020] 基于数据清洗方法对所述无人机空战数据进行预处理；

[0021] 基于关联算法对预处理后的无人机空战数据进行关联分析。

[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 Δt 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，重决策被动触发的类型为：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 Δt 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，重决策被动触发的类型为：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] 重决策类型的优先级为：战术重决策>任务重决策>行为重决策。

[0028] 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；

[0029] 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；

[0030] 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。

[0031] 优选的，所述基于关联后的无人机空战数据判断重决策的主动触发，并分析重决策主动触发的类型，包括：

[0032] 从上一次重决策被动触发的时刻开始计时，判断计时时间 Δt 是否大于等于第一

周期,若否,则等待;

[0033] 若是,则:

[0034] 基于关联后的无人机空战数据和预设的案例库计算全局相似度;判断所述全局相似度是否超过预设的全局相似度阈值,若是,则判定为主动触发案例推理重决策;

[0035] 对关联后的无人机空战数据进行规则推理,并判断是否满足预设的规则推理条件,若是,则判定为主动触发规则推理重决策;

[0036] 对所述案例推理重决策主动触发的类型和所述规则推理重决策主动触发的类型进行冲突消解,得到重决策主动触发的类型,并判定为重决策的主动触发;并在等待所述第一周期的时间后继续判断下一次重决策的主动触发。

[0037] 优选的,所述对所述案例推理重决策主动触发的类型和所述规则推理重决策主动触发的类型进行冲突消解,得到重决策主动触发的类型,包括:

[0038] 当案例推理重决策和规则推理重决策单独触发时,判定为主动触发相应类型的重决策;

[0039] 当案例推理重决策和规则推理重决策全部触发时,比较案例推理得分和规则推理得分的大小,并判定为主动触发得分高的重决策对应的类型;

[0040] 所述案例推理得分指:所述全局相似度与案例推理重决策对应类型的权重系数的乘积;所述规则推理得分指:规则推理重决策对应类型的权重系数;

[0041] 所述权重系数为:战术重决策为a,任务重决策为b,行为重决策为c,且 $a>b>c$ 。

[0042] 优选的,所述基于关联后的无人机空战数据和预设的案例库计算全局相似度,包括:

[0043] 对关联后的无人机空战数据进行特征属性提取;

[0044] 对预设的案例库进行搜索,确认案例库中的每一个案例;

[0045] 将提取到的特征属性和每一个案例进行对比,并计算属性相似度;

[0046] 基于所述属性相似度计算全局相似度。

[0047] 优选的,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处理,包括:

[0048] 若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相同,则判定执行相应的重决策类型;

[0049] 若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不同,则基于预设的优先级执行: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中优先级高的重决策类型;预设的优先级为:战术重决策>任务重决策>行为重决策。

[0050] 优选的,所述基于所述无人机空战方案重决策类型对无人机空战方案进行重决策处理,包括:

[0051] 基于预设的方法库选择一种重决策方法,并对无人机空战方案进行相应类型的重决策处理,得到若干个重决策后的无人机空战方案;

[0052] 基于预设的方法库提取一种重决策方案选择方法,选择一个重决策后的无人机空战方案,并执行。

[0053] (三)有益效果

[0054] 本发明提供了一种多无人机协同对抗在线重决策方法。与现有技术相比,具备以

下有益效果：

[0055] 本发明通过获取多个无人机协同执行无人机空战方案时的无人机空战数据；对无人机空战数据进行关联处理；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；基于关联后的无人机空战数据判断重决策的主动触发，并分析重决策主动触发的类型，重决策触发的类型包括：战术重决策、任务重决策和行为重决策；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处理，得到无人机空战方案重决策类型；基于无人机空战方案重决策类型对无人机空战方案进行重决策处理。本发明从主动和被动两个层面对重决策进行触发判断，并对两种重决策类型进行冲突消解，从而对无人机空战方案执行重决策，可以增强无人机空战方案在执行时的适应性，使重决策能够在对抗过程中改变局势、由劣转优和有效增强我方态势优势。

附图说明

[0056] 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。

[0057] 图1为本发明实施例所提供的多无人机协同对抗在线重决策方法的整体流程图；

[0058] 图2为本发明实施例所提供的多无人机协同对抗在线重决策方法的流程框架图。

具体实施方式

[0059] 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。

[0060] 本申请实施例通过提供一种多无人机协同对抗在线重决策方法，解决了现有技术适应性差的问题，提高了空战方案的适应性。

[0061] 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：

[0062] 本发明实施例通过获取多个无人机协同执行无人机空战方案时的无人机空战数据；对无人机空战数据进行关联处理；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；基于关联后的无人机空战数据判断重决策的主动触发，并分析重决策主动触发的类型，重决策触发的类型包括：战术重决策、任务重决策和行为重决策；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处理，得到无人机空战方案重决策类型；基于无人机空战方案重决策类型对无人机空战方案进行重决策处理。本发明实施例从主动和被动两个层面对重决策进行触发判断，并对两种重决策类型进行冲突消解，从而对无人机空战方案执行重决策，可以增强无人机空战方案在执行时的适应性，使重决策能够在对抗过程中改变局势、由劣转优和有效增强我方态势优势。

[0063] 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。

[0064] 本发明实施例提供了一种多无人机协同对抗在线重决策方法，该方法由计算机执

行。如图1所示,为本发明实施例的整体流程图,图2为本发明实施例的流程框架图,该方法包括以下步骤:

[0065] S1、获取多个无人机协同执行无人机空战方案时的无人机空战数据;

[0066] S2、对所述无人机空战数据进行关联处理;

[0067] S3、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,所述重决策被动触发的类型包括:战术重决策、任务重决策和行为重决策;基于关联后的无人机空战数据判断重决策的主动触发,并分析重决策主动触发的类型,所述重决策主动触发的类型包括:战术重决策、任务重决策和行为重决策;

[0068] S4、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处理,得到无人机空战方案重决策类型;

[0069] S5、基于所述无人机空战方案重决策类型对无人机空战方案进行重决策处理。

[0070] 本发明实施例通过获取多个无人机协同执行无人机空战方案时的无人机空战数据;对无人机空战数据进行关联处理;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;基于关联后的无人机空战数据判断重决策的主动触发,并分析重决策主动触发的类型,重决策触发的类型包括:战术重决策、任务重决策和行为重决策;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处理,得到无人机空战方案重决策类型;基于无人机空战方案重决策类型对无人机空战方案进行重决策处理。本发明实施例从主动和被动两个层面对重决策进行触发判断,并对两种重决策类型进行冲突消解,从而对无人机空战方案执行重决策,可以增强无人机空战方案在执行时的适应性,使重决策能够在对抗过程中改变局势、由劣转优和有效增强我方态势优势。

[0071] 下面对各步骤进行具体分析。

[0072] 在步骤S1中,获取多个无人机协同执行无人机空战方案时的无人机空战数据。

[0073] 具体的,无人机空战数据包括:敌方飞控数据、我方飞控数据和任务行动数据。

[0074] 其中,通过火控雷达获取敌方飞控数据,包括:敌机速度、敌机高度、敌机经纬度、敌机航向角、敌机横滚角和敌机俯仰角。

[0075] 通过无人机自身的传感器获取我方飞控数据,包括:我方无人机的速度、高度、经纬度、航向角、横滚角、俯仰角和剩余导弹数量。

[0076] 通过战斗指挥中心获取任务行动数据,包括:我方无人机数量、敌方无人机数量、我方当前战术和我方当前目标分配列表。

[0077] 在步骤S2中,对所述无人机空战数据进行关联处理。具体包括:

[0078] 基于数据清洗方法对所述无人机空战数据进行预处理;

[0079] 基于关联算法对预处理后的无人机空战数据进行关联分析。

[0080] 在本发明实施例中,数据清洗方法和关联算法均为现有技术,在此不做说明。

[0081] 在步骤S3中,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;基于关联后的无人机空战数据判断重决策的主动触发,并分析重决策主动触发的类型。

[0082] 其中,重决策触发的类型包括:战术重决策、任务重决策和行为重决策。

[0083] 战术重决策是指:在多无人机协同对抗过程中,当我方多无人机遇到较为严重、威胁自身安全等情况时,则会进行战术重决策,例如:我方无人机损毁,指挥中心强制重决策

等因素。其中战术重决策是分层重决策的最上层,决定了多无人机宏观的重决策,例如:侧翼迂回协同战术、双向迂回协同战术、垂直疏开协同战术、水平疏开协同战术、组合疏开协同战术等。

[0084] 任务重决策是指:在多无人机协同对抗过程中,当敌方态势变化超过阈值时、我方增加或减少任务等情形,没有威胁到我方多无人机的安全,则没有必要进行战术重决策,此时会进行中观层次的任务重决策。任务重决策位于分层重决策的中间层,为多无人机提供任务重分配、目标重分配等决策,属于中观层次的重决策。

[0085] 行为重决策是指:在多无人机对抗过程中,一方面对抗过程是一个由远及近的过程,当远距对抗未能决出胜负,战斗一般会转入近距格斗,此时触发的重决策为行为重决策。另一方面,对抗过程中根据敌方无人机的速度、角度、高度等因素预测敌方下一步的行为变化,当达到重决策的触发阈值时,此时进行行为重决策。行为重决策位于分层重决策中的最底层,主要用于为单无人机提供瞬间的机动动作重决策,例如:保持原定飞行;最大加速直飞;最大过载左转;最大过载右转;最大过载爬升;最大过载俯冲;最大减速飞行等具体措施,属于微观层次的重决策。

[0086] 需要说明的是,在本发明实施例中,根据紧急事件影响多无人机协同对抗的严重程度和紧急程度,可利用专家评价等方法,预先将紧急事件设置三种,分别记为:一级紧急事件、二级紧急事件和三级紧急事件。其中,一级紧急事件的紧急性最高,需要优先执行,二级紧急事件的紧急性次之,三级紧急事件的紧急性最弱。同时,为了避免过度重复重决策,预先设置第一周期为 T_{min} ,以及第二周期为 T 。

[0087] 具体的,重决策被动触发的判断方法包括以下步骤:

[0088] 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。

[0089] 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。

[0090] 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,即紧急事件 K 发生时判定为被动触发重决策。并且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。

[0091] 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 Δt 是否大于等于第一周期 T_{min} ;若是,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,即紧急事件 K 发生后经过第一周期 T_{min} 对应的时间后,判定为被动触发重决策;其中,重决策被动触发的类型为: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。

[0092] 本发明实施例中,重决策类型的优先级为:战术重决策>任务重决策>行为重决策。

[0093] 具体的,将二级紧急事件列表中所有紧急事件对应的重决策类型汇总,并判定触发优先级最高的重决策类型。

[0094] 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 Δt 是否大于等于第一周期 T_{min} ;若是,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T结束时,判定为被动触发重决策,即紧急事件K发生后经过第二周期T对应的时间后,判定为被动触发重决策;其中,重决策被动触发的类型为: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。

[0095] 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。

[0096] 一级紧急事件包括:我方无人机失效事件、我方无人机被敌方雷达锁定事件、敌方无人机数量变更事件、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。

[0097] 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,触发战术重决策。

[0098] 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,触发行为重决策。

[0099] 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,触发战术重决策。

[0100] 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,触发战术重决策。

[0101] 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,触发任务重决策。

[0102] 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,触发任务重决策。

[0103] 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。

[0104] 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,触发行为重决策。

[0105] 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,触发行为重决策。

[0106] 我方无人机剩余能量低于阈值事件指:当对抗过程中,我方平台出现剩余能量不足,造成信号、位置判断不稳定等情况,触发任务重决策。

[0107] 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。

[0108] 其中,我方无人机通讯中断事件指:在对抗过程中,当敌方平台对我方平台通过雷达干扰等方式,造成通讯终端,此时触发任务重决策。

[0109] 我方无人机余弹低于阈值事件指:在对抗过程中,当我方平台出现余弹不足等情况时,此时触发任务重决策。

[0110] 我方无人机位置超过通讯范围事件指:当对抗过程中,我方平台飞行位置超出友机间的通讯范围,造成通讯不良或中断,触发行为重决策。

[0111] 气象环境改变事件指:当对抗过程中,遇到气象环境改变,影响我方平台信息交互等情况,触发行为重决策。

[0112] 基于关联后的无人机空战数据判断重决策的主动触发,包括:

[0113] S301、从上一次重决策被动触发的时刻开始计时,判断计时时间 Δt 是否大于等于第一周期,若否,则等待。

[0114] 若是,则:

[0115] S302、基于关联后的无人机空战数据和预设的案例库计算全局相似度。

[0116] 本发明实施例中,案例库中的案例可以通过我方多无人机的历史作战经验所得,也可以通过其他无人机或有人机的历史作战经验所得,当每次重决策进行完毕后,也会根据此次重决策的情况进行案例库的更新。

[0117] 本发明实施例中,示例性给出一个案例库,如表1所示。

[0118] 表1重决策触发案例库

[0119]

Case	RS1	RS2	DH	RPX	RPY	GS	RV	重决策类型
1	2	2	0					战术重决策
2	2	1	0			0		战术重决策
3	1	2	0			0		战术重决策
4	0	0						战术重决策
5	0	1	-2			0		战术重决策
6	1	1	1	2	1			任务重决策
7	1	1	0	1	1			任务重决策
8	1	1	2	0		0		任务重决策
9	2	0	1	1		0		任务重决策
10	0	2	1	1				任务重决策
11	1	1	1	-0	-0	1	1	行为重决策
12	1	1	2	1	1			行为重决策
13	1	1	0	2	1		0	行为重决策
14	1	0	2	1		1	1	行为重决策

[0120] 其中:表中“-0”表示“非0值”,表示1和2的属性值;“-2”表示“非2值”,表示0和1的属性值;表中空白表示“0”、“1”、“2”都可以。

[0121] 重决策特征属性符号如表2所示。

[0122] 表2重决策特征属性对应符号表

[0123]

序号	重决策特征属性	符号
1	长机与敌机的相对态势变量	RS1
2	僚机与敌机的相对态势变量	RS2
3	敌机与我方编队的飞行高度差变量	DH
4	敌机相对我方编队的水平位置变量	RPX
5	敌机相对我方编队的垂直位置变量	RPY
6	敌机攻击目标的选定状态	GS
7	敌我双方相对速度差变量	RV

[0124] 重决策特征属性取值如表3所示。

[0125] 表3重决策特征属性取值

	RS1	RS2	DH	RPX	RPY	GS	RV	
[0126]	优势	优势	大	位于双机 两侧之间	位于双机 上下之间	已选定 攻击目标	大	值: 0
	均势	均势	中	位于双机 前后之间	不处于双机 上下之间	未选定 攻击目标	中	值: 1
	劣势	劣势	小	不处于 双机之间			小	值: 2

[0127] 全局相似度的计算方法包括:

[0128] S3021、对关联后的无人机空战数据进行特征属性提取。

[0129] 具体的,属性的类型有两类:一是确定符号属性,长机或僚机与敌机的相对态势、敌机攻击目标的选定状态、敌机与我编队的飞行高度差、敌机相对我编队的水平位置和垂直位置等,通常用于属性值是离散的情形。二是确定数属性,确定数属性之间的不同,可借助于点间距离远近来反映。

[0130] S3022、对预设的案例库进行搜索,确认案例库中的每一个案例。

[0131] S3023、将提取到的特征属性和每一个案例进行对比,并计算属性相似度。属性相似度计算方法如下:

[0132] 确定符号属性:

$$[0133] \quad S_{sim}(s_{0_i}, s_{j_i}) = \begin{cases} 0 & \text{不相似} \\ 1 & \text{相似} \end{cases}$$

[0134] s_{0_i} 表示问题案例第 i 个特征属性, s_{j_i} 表示案例库中第 j 个源案例的第 i 个特征属性, $S_{sim}(s_{0_i}, s_{j_i})$ 表示问题案例的第 i 个特征属性与第 j 个源案例第 i 个特征属性的相似度。当问题案例属性与源案例属性的值相等时,则 $S_{sim}(s_{0_i}, s_{j_i})=1$, 其余情况则 $S_{sim}(s_{0_i}, s_{j_i})=0$ 。

[0135] 确定数属性:

$$[0136] \quad S_{sim}(s_{0_i}, s_{j_i}) = 1 - \frac{d(s_{0_i}, s_{j_i})}{z_i} = 1 - \frac{|s_{0_i} - s_{j_i}|}{z_i}$$

[0137] $d(s_{0_i}, s_{j_i})$ 表示案例库中第 j 个源案例的第 i 个特征属性与问题案例第 i 个特征属性的欧式距离, z_i 表示表示第 i 个特征属性的取值范围。

[0138] S3024、基于所述属性相似度计算全局相似度。

[0139] 在进行全局相似度计算时,只能根据共有属性进行计算,因此,需要对各共有属性的权重重新进行归一化处理,计算方法如下:

$$[0140] \quad S_{sim}(Q, C) = \sum_{i=1}^m \left(\frac{\omega_i}{W_{Q \cap C}} S_{sim}(s_{0_i}, s_{j_i}) \right)$$

[0141] 上式中,全局相似度由 $S_{sim}(Q, C)$ 表示,其中 Q 表示问题案例的特征属性集合, C 表示源案例的特征属性集合, m 为 Q 和 C 交集中特征属性的个数, ω_i 表示 Q 和 C 交集的第 i 个特征属性的权重, $W_{Q \cap C}$ 表示 Q 和 C 交集中所有特征属性的权重之和。

[0142] 判断所述全局相似度是否超过预设的全局相似度阈值,若是,则判定为主动触发案例推理重决策。

[0143] 当全局相似度超过预设的全局相似度阈值时,判定为主动触发案例推理重决策。并提取属性相似度最大的案例,将该案例对应的类型作为案例推理重决策的重决策类型。

[0144] 本发明实施例设定阈值为0.8。

[0145] S303、对关联后的无人机空战数据进行规则推理,并判断是否满足预设的规则推理条件,若是,则判定为主动触发规则推理重决策。

[0146] 具体的,规则推理是指根据已收集到的无人机空战数据进行态势优势和能力优势等优势的计算,当满足一定的条件时,触发重决策。

[0147] 本发明实施例中规则推理主要从导弹没有命中目标、决策失误和失效和我方态势危急等三个方面来判断。预设的规则推理条件包括:

[0148] 导弹没有命中目标:当我方导弹没有命中敌方目标时,此时不但导弹数量减少,并且自身将处于不利位置,应及时进行战术重决策。敌方导弹没有命中我方时,我方应迅速采取攻势,加大自身态势优势,应进行战术重决策。

[0149] 决策失误和失效:预测误差太大将导致决策失误,战场态势优势的迅速变化将导致决策失效。失误和失效都体现为实际的战场态势优势与最近一次决策的预测结果发生显著偏差。在t时刻,若满足以下条件之一则触发任务重决策:

$$[0150] \quad |X(t) - \tilde{X}(t)| > \Delta X_{\max}$$

$$[0151] \quad |X(t) - \tilde{X}_T(t)| > \Delta X_{T\max}$$

$$[0152] \quad |\eta(t) - \tilde{\eta}(t)| > \Delta \eta_{\max}$$

[0153] 其中: $X(t)$ 、 $\tilde{X}_T(t)$ 、 $\eta(t)$ 分别为t时刻的本机位置经纬度、敌机位置经纬度和态势优势值; $\tilde{X}(t)$ 、 $\tilde{X}_T(t)$ 、 $\tilde{\eta}(t)$ 分别为最近一次决策中对 $X(t)$ 、 $\tilde{X}_T(t)$ 、 $\eta(t)$ 的预测值; ΔX_{\max} 、 $\Delta X_{T\max}$ 和 $\Delta \eta_{\max}$ 为阈值。

[0154] 我方态势危急:本机进入态势非常不利的状态,则此时不能再采用上一次的决策结果,应触发一次新的决策以便及时改变这一不利态势。即在t时刻,若满足以下条件则触发行重决策。

$$[0155] \quad \eta(t) < \eta_{\min}$$

[0156] 其中: $\eta(t)$ 为我方对敌方的态势优势函数; η_{\min} 为态势优势函数的阈值。

[0157] S304、对所述主动触发案例推理重决策和所述规则推理重决策进行冲突消解,得到重决策主动触发的类型,并判定为重决策的主动触发。

[0158] 具体的,当案例推理重决策和规则推理重决策单独触发时,判定为主动触发相应类型的重决策。

[0159] 即只触发案例推理重决策时,则判定为主动触发案例推理重决策的重决策类型;只触发规则推理重决策时,则判定为主动触发规则推理重决策的重决策类型。

[0160] 当案例推理重决策和规则推理重决策全部触发时,比较案例推理得分和规则推理得分的大小,并判定为主动触发得分高的重决策对应的类型。

[0161] 具体的,当案例推理得分大于规则推理得分时,判定为触发案例推理重决策的类型;当规则推理得分大于案例推理得分,判定为触发规则推理重决策的类型。

[0162] 在本发明实施例中,案例推理得分指:全局相似度与案例推理重决策对应类型的

权重系数的乘积。

[0163] 具体的,预先对重决策的三种类型赋予权重系数:战术重决策为a,任务重决策为b,行为重决策为c,并且 $a>b>c$ 。例如可以是:战术重决策为3,任务重决策为2,行为重决策为1。

[0164] 规则推理得分指:规则推理重决策对应类型的权重系数。

[0165] 在步骤S4中,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处理,得到无人机空战方案重决策类型。

[0166] 具体的,若重决策被动触发的类型和重决策主动触发的类型相同,则判定执行相应的重决策类型;若重决策被动触发的类型和重决策主动触发的类型不同,则基于预设的优先级执行:重决策被动触发的类型和重决策主动触发的类型中优先级高的重决策类型。

[0167] 预设的优先级为:战术重决策>任务重决策>行为重决策。

[0168] 在步骤S5中,基于无人机空战方案重决策类型对无人机空战方案进行重决策处理。包括:

[0169] 基于预设的方法库选择一种重决策方法,并对无人机空战方案进行相应类型的重决策处理,得到若干个重决策后的无人机空战方案。

[0170] 其中,战术重决策方法包括:Petri网、模糊Petri、动态贝叶斯网络、案例推理、规则推理方法。任务重决策方法包括:合同网,粒子群算法,遗传算法,强化学习。行为重决策方法包括:遗传算法,深度学习和强化学习方法。

[0171] 基于预设的方法库提取一种重决策方案选择方法,选择一个重决策后的无人机空战方案,并执行。

[0172] 具体的,重决策方案选择方法为一种选择方法,具体的选择方法可以采用现有技术,本实施例中不做限定。

[0173] 本发明实施例可以根据复杂、动态变化的战场环境中找准改变当前决策的关键时机,精准触发,使重决策成为在对抗过程中改变局势、由劣转优和有效增强我方态势优势的重大举措。

[0174] 综上所述,与现有技术相比,具备以下有益效果:

[0175] 本发明实施例通过获取多个无人机协同执行无人机空战方案时的无人机空战数据;对无人机空战数据进行关联处理;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;基于关联后的无人机空战数据判断重决策的主动触发,并分析重决策主动触发的类型,重决策触发的类型包括:战术重决策、任务重决策和行为重决策;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处理,得到无人机空战方案重决策类型;基于无人机空战方案重决策类型对无人机空战方案进行重决策处理。本发明实施例从主动和被动两个层面对重决策进行触发判断,并对两种重决策类型进行冲突消解,从而对无人机空战方案执行重决策,可以增强无人机空战方案在执行时的适应性,使重决策能够在对抗过程中改变局势、由劣转优和有效增强我方态势优势。

[0176] 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,或者网络设备等)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。

[0177] 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。

[0178] 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。

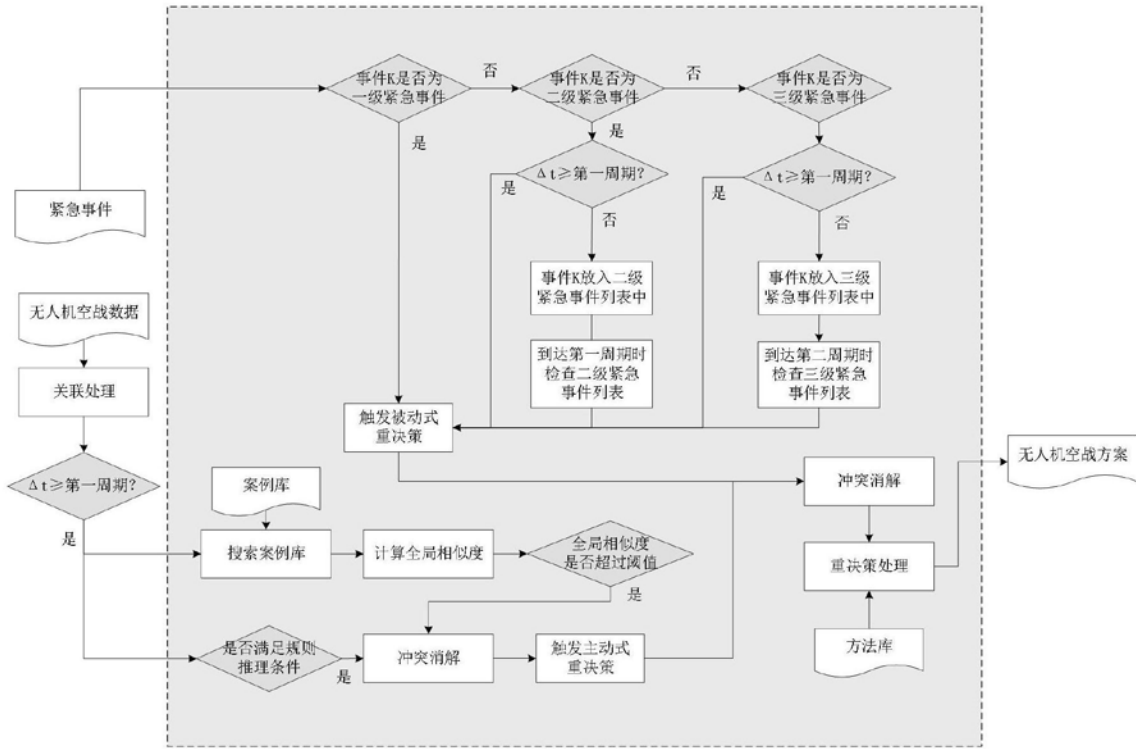


图1

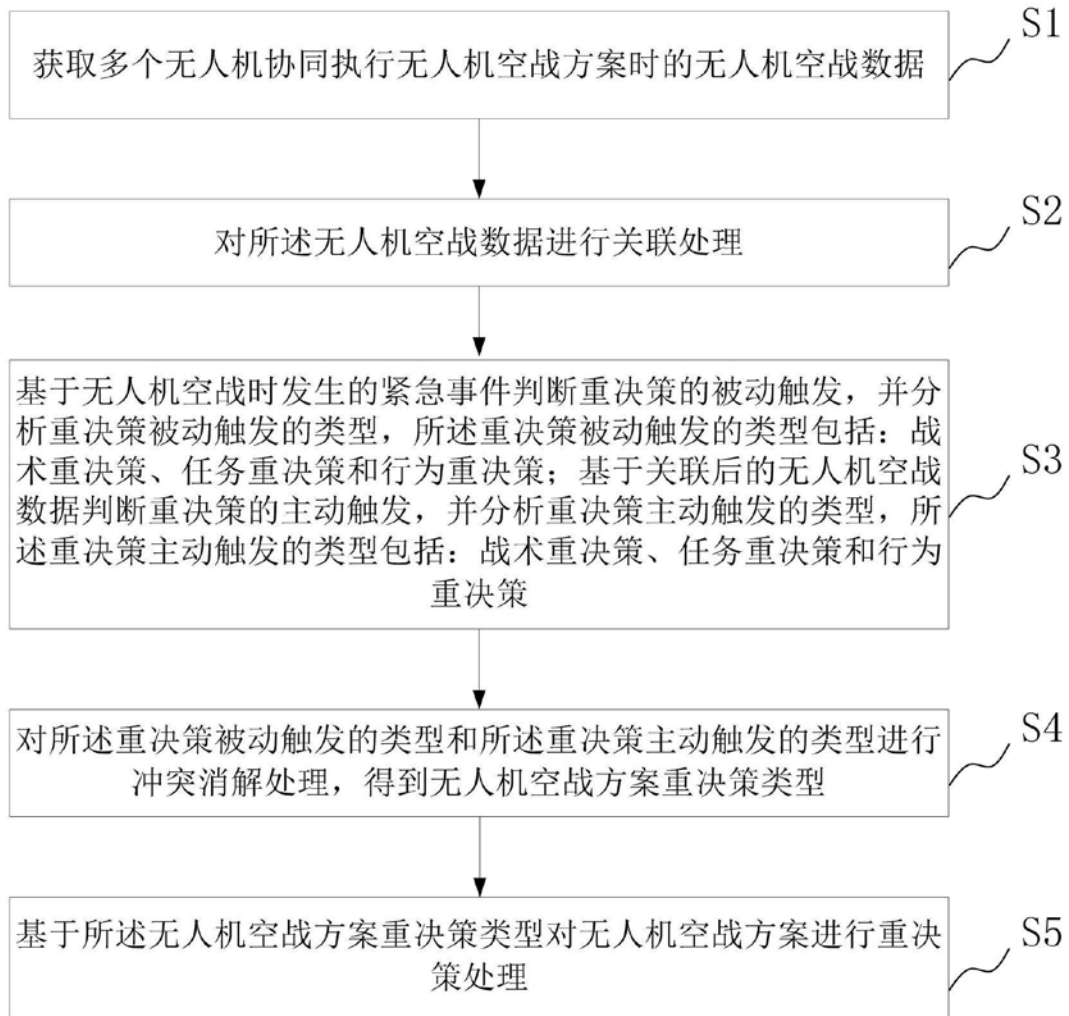


图2