



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106933246 A

(43)申请公布日 2017.07.07

(21)申请号 201710195712.7

(22)申请日 2017.03.29

(71)申请人 厦门大学

地址 361005 福建省厦门市思明南路422号

(72)发明人 徐扬 罗德林

(74)专利代理机构 厦门南强之路专利事务所

(普通合伙) 35200

代理人 马应森

(51)Int.Cl.

G05D 1/10(2006.01)

权利要求书1页 说明书4页 附图4页

(54)发明名称

一种多无人机的复杂任务规划方法

(57)摘要

一种多无人机的复杂任务规划方法,涉及无人机。包括飞行任务分解流程、飞行行为库设计流程和XML文件编写流程;所述飞行任务分解流程是针对所执行的多任务进行行为树分解,再将得到的单任务进行行为树分解;所述飞行行为库设计流程是针对单任务中所需的飞行行为,进行基本行为库和自定义行为库设计;所述XML文件编写流程是针对所分解得到的行为树结,利用自定义XML格式语言编写。能够帮助用户进行整个任务过程的规划,按照任务级别进行任务分解,并按照实际条件进行任务执行,解决了多无人机复杂任务的实用问题,该方法具有原理简便、规划灵活、实用性强、执行效果好等优点。

1. 一种多无人机的复杂任务规划方法,其特征在于包括以下步骤:

- 1) 飞行任务分解;
- 2) 飞行行为库设计;
- 3) 行为树结构XML文件编写。

2. 如权利要求1所述一种多无人机的复杂任务规划方法,其特征在于在步骤1)中,所述飞行任务分解的具体步骤如下:

- (1) 建立行为树的结构特性库:按照行为树的结构特性建立相应的逻辑关系库;
- (2) 进行多任务分解:将多任务按照行为树的逻辑关系转换为单任务;
- (3) 进行单任务分解:将单任务按照行为树的逻辑关系转换为飞行行为库中的飞行行为。

3. 如权利要求2所述一种多无人机的复杂任务规划方法,其特征在于在步骤1)第(1)部分中,所述行为树的结构特性库包含:根节点及其特性、组合节点及其特性、叶节点及其特性。

4. 如权利要求2所述一种多无人机的复杂任务规划方法,其特征在于在步骤1)第(2)部分中,所述多任务分解方式包含:顺序、并行、选择、循环。

5. 如权利要求2所述一种多无人机的复杂任务规划方法,其特征在于在步骤1)第(3)部分中,所述单任务分解方式包含:顺序、并行、选择、循环。

6. 如权利要求1所述一种多无人机的复杂任务规划方法,其特征在于在步骤2)中,所述飞行行为库设计的具体步骤如下:

- (1) 设置基本飞行行为库:定义及存储无人机在执行任务过程中所需的基本飞行行为;
- (2) 设置自定义飞行行为库:定义及存储无人机在执行特殊任务过程中所需的特殊飞行行为。

7. 如权利要求6所述一种多无人机的复杂任务规划方法,其特征在于在步骤2)第(1)部分中,所述基本飞行行为库,定义及存储的基本飞行行为包含:起飞、巡航、盘旋、返航、人形编队、方形编队、圆形编队。

8. 如权利要求6所述一种多无人机的复杂任务规划方法,其特征在于在步骤2)第(2)部分中,所述自定义飞行行为库,定义及存储的飞行行为包含用户自己设置的特殊飞行行为,自行根据任务需求进行补充和修改。

9. 如权利要求1所述一种多无人机的复杂任务规划方法,其特征在于在步骤3)中,所述行为树结构XML文件编写的具体步骤如下:

按照分解得到的行为树结构,采用自定义XML格式语言编写文件。

一种多无人机的复杂任务规划方法

技术领域

[0001] 本发明涉及无人机,尤其是涉及一种多无人机的复杂任务规划方法。

背景技术

[0002] 随着无人机的普及以及相关技术的快速发展,作为最顶层的任务规划系统是保证无人机任务执行成败的先决条件,是如何灵活配置和优化整个无人机系统资源的重要手段。在已有的任务前提下,需要在制定计划的同时,按照资源数量、任务类型、初始状态和约束条件,采用相应的规划方法,将任务进行分解成一系列的行为序列,再通过判断条件来执行相应的动作,以达到完成任务的目的。一个任务通常都是由不同的行为经过复杂的时序和因果约束来组成的,资源分配、行为组织和冲突处理等难题,使得无人机的任务规划变成动态的复杂系统过程。

[0003] 目前已有的无人机任务规划方法,一部分是常规的航点—航线规划,另一部分为基于资源分配和目标排序的优化方法,而利用行为进行任务规划则较少。而随着任务复杂度的不断提高,如何利用人工智能方法成为解决技术瓶颈的关键。

发明内容

[0004] 本发明的目的在于针对现有技术的不足,提供用于解决多无人机复杂任务、采用行为树这一人工智能方法的一种多无人机的复杂任务规划方法。

[0005] 本发明包括以下步骤:

[0006] 1) 飞行任务分解;

[0007] 在步骤1)中,所述飞行任务分解的具体步骤如下:

[0008] (1) 建立行为树的结构特性库:按照行为树的结构特性建立相应的逻辑关系库;

[0009] (2) 进行多任务分解:将多任务按照行为树的逻辑关系转换为单任务;

[0010] (3) 进行单任务分解:将单任务按照行为树的逻辑关系转换为飞行行为库中的飞行行为。

[0011] 在步骤1)第(1)部分中,所述行为树的结构特性库包含:根节点及其特性、组合节点及其特性、叶节点及其特性。

[0012] 在步骤1)第(2)部分中,所述多任务分解方式包含:顺序、并行、选择、循环。

[0013] 在步骤1)第(3)部分中,所述单任务分解方式包含:顺序、并行、选择、循环。

[0014] 2) 飞行行为库设计;

[0015] 在步骤2)中,所述飞行行为库设计的具体步骤如下:

[0016] (1) 设置基本飞行行为库:定义及存储无人机在执行任务过程中所需的基本飞行行为;

[0017] (2) 设置自定义飞行行为库:定义及存储无人机在执行特殊任务过程中所需的特殊飞行行为;

[0018] 在步骤2)第(1)部分中,所述基本飞行行为库,定义及存储的基本飞行行为包含:

起飞、巡航、盘旋、返航、人形编队、方形编队、圆形编队。

[0019] 在步骤2)第(2)部分中,所述自定义飞行行为库,定义及存储的飞行行为包含用户自己设置的特殊飞行行为,可自行根据任务需求进行补充和修改。

[0020] 3)行为树结构XML文件编写。

[0021] 在步骤3)中,所述行为树结构XML文件编写的具体步骤如下:

[0022] 按照分解得到的行为树结构,采用自定义XML格式语言编写文件。

[0023] 本发明包括飞行任务分解流程、飞行行为库设计流程和XML文件编写流程;所述飞行任务分解流程是针对所执行的多任务进行行为树分解,再将得到的单任务进行行为树分解;所述飞行行为库设计流程是针对单任务中所需的飞行行为,进行基本行为库和自定义行为库设计;所述XML文件编写流程是针对所分解得到的行为树结构,利用自定义XML格式语言编写。

[0024] 与已有技术相比,本发明的有益效果:本发明能够帮助用户进行整个任务过程的规划,按照任务级别进行任务分解,并按照实际条件进行任务执行,解决了多无人机复杂任务的实用问题,该方法具有原理简便、规划灵活、实用性强、执行效果好等优点。

附图说明

[0025] 图1为采用本发明所提供的方法的构建示意图。

[0026] 图2为采用本发明所提供的方法的行为树的结构特性库的根节点示意图。

[0027] 图3为采用本发明所提供的方法的行为树的结构特性库的顺序组合节点示意图。

[0028] 图4为采用本发明所提供的方法的行为树的结构特性库的并行组合节点示意图。

[0029] 图5为采用本发明所提供的方法的行为树的结构特性库的选择组合节点示意图。

[0030] 图6为采用本发明所提供的方法的行为树的结构特性库的循环组合节点示意图。

[0031] 图7为采用本发明所提供的方法的行为树的结构特性库的状态叶节点示意图。

[0032] 图8为采用本发明所提供的方法的行为树的结构特性库的行为叶节点示意图。

[0033] 图9为具体应用实例中的两个任务的行为树分解图。

[0034] 图10为具体应用实例中的目标跟踪任务的行为树分解图。

[0035] 图11为具体应用实例中的农药喷洒任务的行为树分解图。

具体实施方式

[0036] 下面结合附图和实施例对本发明进行详细描述。

[0037] 如图1所示,本发明包括飞行任务分解流程和飞行行为库设计流程两部分。其中,飞行任务分解流程为第一环节,针对单架无人机或者多架无人机所执行的单个任务或者多个任务,建立行为树的结构特性库(根节点、组合节点、叶节点),将任务按照对应的逻辑关系进行分解并执行。飞行行为库设计流程为第二环节,针对任务所需的无人机的飞行行为,设置包含基本飞行行为的基本行为库,并设置包含特殊任务情况下的自定义飞行行为库。XML文件编写流程为第三环节,将多任务分解得到的行为树结构,编写自定义XML格式文件。

[0038] 上述飞行任务分解流程的详细步骤为:

[0039] (1)建立行为树的结构特性库,如图2~8所示:

[0040] 根节点特性:按照设定的频率进行从上往下的遍历执行多个或单个组合节点,每

次执行直至某个叶节点为止,并向上返回至根节点某个状态标志符,共有成功、失败、运行中、错误四种状态标志符。其中,成功表示任务执行成功,失败表示任务执行失败,运行中表示现有任务还在执行过程中,错误表示任务发生不可预料的现象。

[0041] 组合节点特性:执行方式包含顺序、并行、选择、循环。顺序执行:从左至右顺序执行子树,直至其中一个子树返回失败、运行中、错误标志符,并不再执行其他余下的子树,如果所有子树均返回成功标志符,该节点向上层返回成功标志符。并行执行:同时执行所有子树,如果返回成功(或失败)的子树的个数大于设定的阈值(不同的并行节点可以设置不同的阈值),该节点向上层返回成功(或失败)标志符。选择执行:也称优先级选择执行,从左至右顺序执行子树,直至其中一个子树返回成功、运行中、错误标志符,并不再执行其他余下的子树,如果所有子树均返回失败标志符,该节点向上层返回失败标志符。循环执行:该节点只能包含一个子树,且按照设定的循环次数执行下层所设定的子树,可用来改变下层子树的执行频率,直至执行完毕向上层返回成功标志符,否则返回运行中标志符。

[0042] 叶节点特性:包含状态叶节点、行为叶节点。状态叶节点:判断当前状态是否满足设定的指标,向上层返回成功或失败标志符。行为叶节点:从基本或者自定义行为库中选择并执行设定的行为,向上层返回成功、失败、运行中或者错误标志符。

[0043] (2) 进行多任务分解:在多任务情况下,将多任务状态作为根节点,根据各个单任务和多任务的逻辑关系,选择顺序、并行、选择,或循环组合节点与根节点进行连接,并将单任务作为下层子树的根节点与组合节点进行连接。

[0044] (3) 进行单任务分解:在单任务情况下,将单任务作为根节点,根据各个状态、行为和单任务的逻辑关系,选择顺序、并行、选择,或循环组合节点与根节点进行连接,并将状态、行为作为叶节点与组合节点进行连接。在多任务情况下,将单任务作为组合节点的下层子树的根节点,根据各个状态、行为和单任务的逻辑关系,选择顺序、并行、选择,或循环组合节点与下层子树的根节点进行连接,并将状态、行为作为叶节点与组合节点进行连接。

[0045] 上述飞行行为库设计流程的详细步骤为:

[0046] (1) 设置基本行为库:定义及存储无人机在执行任务过程中所需的基本飞行行为,包含起飞、巡航、盘旋、返航、人形编队、方形编队、圆形编队。

[0047] (2) 设置自定义行为库:定义及存储无人机在执行特殊任务过程中所需的特殊飞行行为,例如目标跟踪、农药喷洒等。

[0048] 上述XML文件编写流程的详细步骤为:

[0049] 按照任务分解得到的行为树结构,采用自定义的XML格式进行编写。

[0050] 以下采用一个具体的实例进行阐述,针对多无人机协同对地的多任务应用,设有10架无人机,分成6架和4架编队,一队无人机对一块区域进行目标跟踪任务,另一队无人机对另一块区域进行农药喷洒任务。两队无人机同时在同一机场起飞,两处目标区域不同,任务结束后,分别返回机场。

[0051] 步骤一:

[0052] 如图9所示,将两个任务的完成状态作为根节点,由于是并行任务,选择并行组合节点与跟节点相连接,将目标跟踪和农药喷洒两个单任务作为下层子树跟并行组合节点相连接,并设置并行组合节点阈值为2,则表示两个编队无人机成功完成任务并返航。

[0053] 步骤二:

[0054] 如图10所示,将6架无人机用作目标跟踪任务,将任务的完成状态作为下层子树的根节点,任务内各个行为满足选择逻辑,故利用选择组合节点与下层子树的根节点相连接,从左至右,按照优先顺序,依次连接以下子树。第一个子树为顺序组合节点,由下层状态叶节点判断是否收到起飞指令,收到返回组合节点成功标志符,并由下层行为叶节点执行起飞行为;第二个子树为顺序组合节点,由下层状态叶节点判断是否收到编队指令,收到返回组合节点成功标志符,并由下层行为叶节点执行圆形编队行为;第三个子树为顺序组合节点,由下层状态叶节点判断是否收到巡航指令,收到返回组合节点成功标志符,并由下层行为叶节点执行巡航行为;第四个子树为顺序组合节点,为特殊预警而设置,由下层状态叶节点判断电源是否低于指定额度,低于返回组合节点失败标志符,并由下层行为叶节点执行返航行为;第五个子树为顺序组合节点,由下层状态叶节点判断是否到达指定区域,达到返回组合节点成功标志符,并由下层循环组合节点执行50次其下层行为叶节点的目标跟踪行为,当50次未完成则循环组合节点返回运行中标志符,当50次完成则循环组合节点返回成功标志符;第六个子树为单独的行为叶节点执行返航行为;

[0055] 如图11所示,将4架无人机用作农药喷洒任务,将任务的完成状态作为下层子树的根节点,任务内各个行为满足选择逻辑,故利用选择组合节点与下层子树的根节点相连接,从左至右,按照优先顺序,依次连接以下子树。第一个子树为顺序组合节点,由下层状态叶节点判断是否收到起飞指令,收到返回组合节点成功标志符,并由下层行为叶节点执行起飞行为;第二个子树为顺序组合节点,由下层状态叶节点判断是否收到编队指令,收到返回组合节点成功标志符,并由下层行为叶节点执行方形编队行为;第三个子树为顺序组合节点,由下层状态叶节点判断是否收到巡航指令,收到返回组合节点成功标志符,并由下层行为叶节点执行巡航行为;第四个子树为顺序组合节点,为特殊预警而设置,由下层状态叶节点判断电源是否低于指定额度,低于返回组合节点失败标志符,并由下层行为叶节点执行返航行为;第五个子树为顺序组合节点,由下层状态叶节点判断是否到达指定区域,达到返回组合节点成功标志符,并由下层循环组合节点执行30次其下层行为叶节点的农药喷洒行为,当30次未完成则循环组合节点返回运行中标志符,当30次完成则循环组合节点返回成功标志符;第六个子树为单独的行为叶节点执行返航行为。

[0056] 步骤三:定义并存储目标跟踪和农药喷洒任务的几个基本飞行行为,分别为起飞、巡航、盘旋、返航、圆形编队,以及方形编队。

[0057] 步骤四:定义并存储目标跟踪和农药喷洒任务的两个自定义的特殊飞行行为,分别目标跟踪和农药喷洒。

[0058] 步骤五:根据XML格式的要求,对照行为树结构图进行XML文件的编写,可自行定义XML格式。自定义的规范格式可按照:根节点(<mission name="任务名称">)、组合节点类型(选择组合节点<selectorTree>、顺序组合节点<sequenceTree>、并行组合节点<parallelTree>、循环组合节点<repeat times="执行次数">)、叶节点类型(状态叶节点<condition value="设定指标">、行为叶节点<action name="飞行行为名称">)。针对所设计得到的XML文件,在不同软件平台下,自行开发相应的解析器。

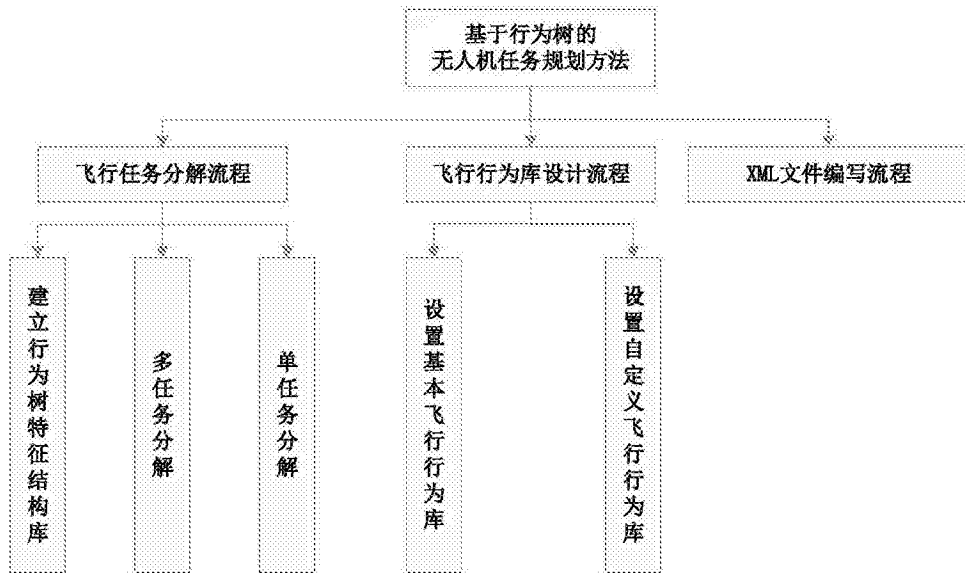
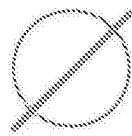


图1



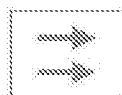
根节点

图2



顺序组合节点

图3



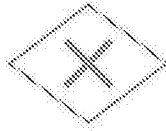
并行组合节点

图4



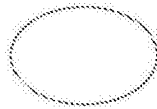
选择组合节点

图5



循环组合节点

图6



状态叶节点

图7



行为叶节点

图8

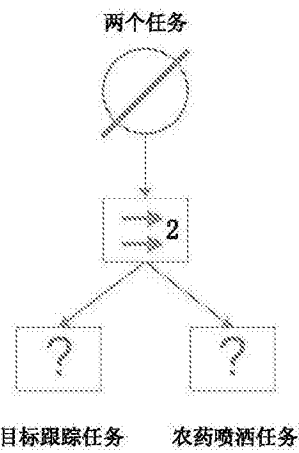


图9

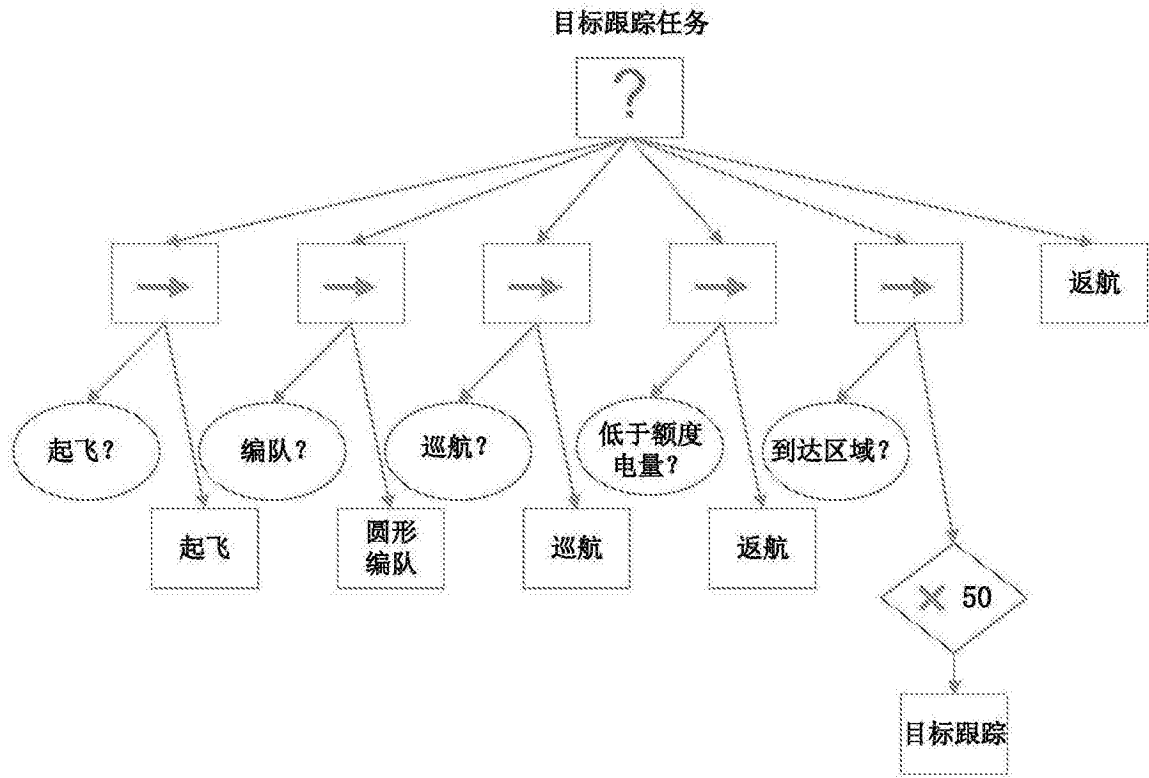


图10

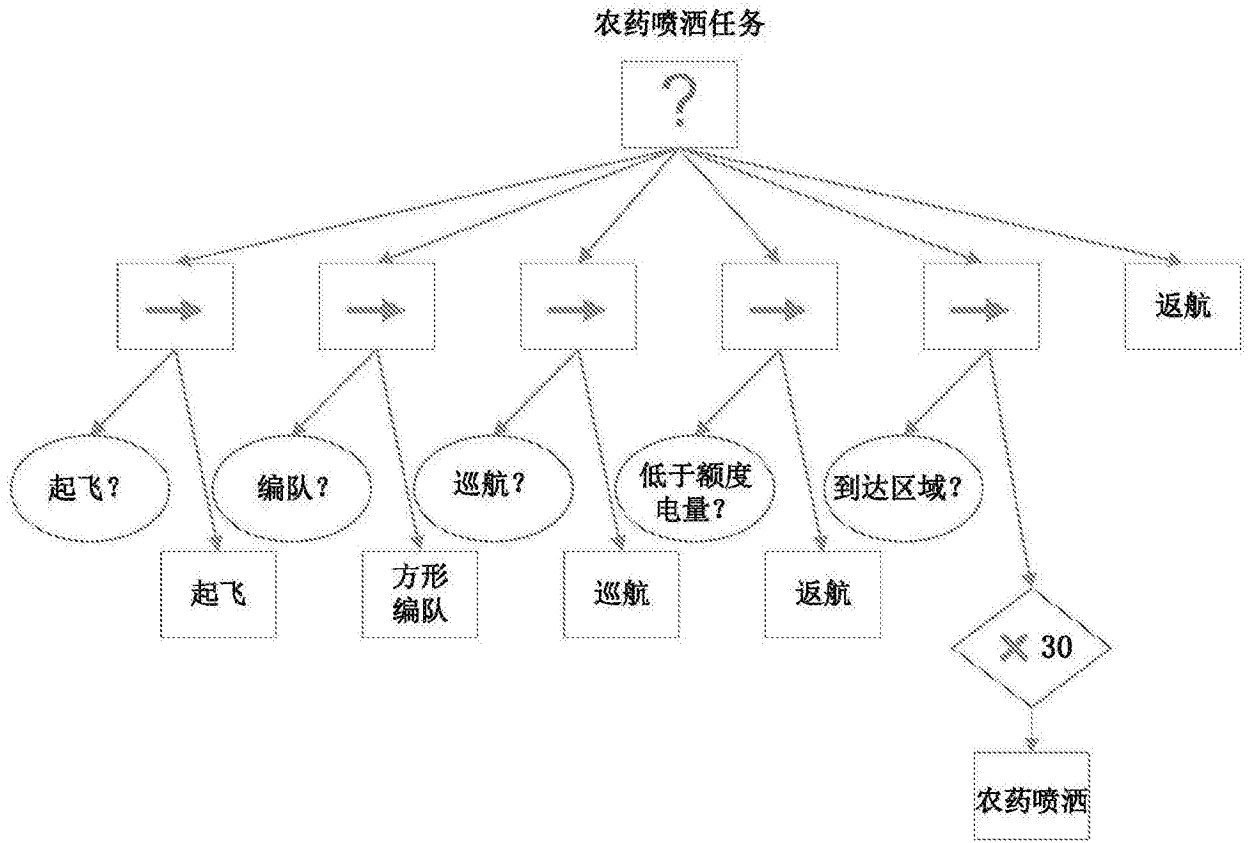


图11