

确定飞行路径

技术领域

[01]本公开涉及人工智能领域，具体地，涉及确定飞行路径。

背景技术

[02]随着科技的发展，各行各业对飞行器的应用越来越频繁。针对于无人机以及支持自动驾驶的飞机等飞行器，在使用前需要提前为其规划飞行路径。由于监管方的规定，飞行器需要在天空中按照一定的规则进行飞行，而非随意的生成飞行路径。而基于业务的需求和城市地理环境的复杂性（例如，建筑障碍物较多、大量飞行器在同一空间频繁穿行的情况等），也对飞行器的飞行路径规划提出了更高的要求。

发明内容

[03]本公开的主要目的是提供一种确定飞行路径的方法、装置、存储介质和电子设备。

[04]本公开第一方面提供一种确定飞行路径的方法，所述方法包括：根据目标飞行器的飞行起点的位置信息和飞行终点的位置信息，以及目标空间中的多个区块对应的拓扑图，从所述多个区块中确定区块路径，其中，所述区块路径用于表征所述目标飞行器由所述飞行起点至所述飞行终点所经过的多个第一区块，所述飞行起点和所述飞行终点均处于所述目标空间内，所述目标空间内存在具备第一连接信息的多个空间点，所述第一连接信息用于表征所述目标空间内每两个所述空间点之间是否存在连接关系，所述区块包含对所述多个空间点进行分组后确定的空间点组；根据每个所述空间点的位置信息、所述第一连接信息和所述区块路径，确定每个所述第一区块对应的出入口信息，其中，所述出入口信息包括：所述目标飞行器进入所述第一区块的入口空间点，和/或所述目标飞行器离开所述第一区块的出口空间点；根据所述区块路径和每个所述第一区块对应的出入口信息，确定所述目标飞行器由所述飞行起点至所述飞行终点的飞行路径。

[05]可选的，所述方法还包括：根据所述第一连接信息以及每个所述空间点的适用度信息和位置信息，对所述多个空间点进行分组，以确定所述多个区块，其中，所述空间点的适用度信息用于表征在预设时间段内飞行器经过所述空间点的频率；根据所述第一连接信息确定所述多个区块对应的第二连接信息，以生成所述拓扑图，其中，所述第二连接信息用于表征所述多个区块中每两个所述区块之间是否存在连接关系。

[06]可选的，所述根据所述第一连接信息以及每个所述空间点的适用度信息和位置信息，对所述多个空间点进行分组，以确定所述多个区块，包括：对所述目标空间进行栅格化处理，以将所述目标空间划分为多个几何分区；根据每个所述空间点的适用度信息，确定每个所述空间点所处的适用度分区；将处于相同的所述几何分区、处于相同的所述适用度分区、并且互相存在连接关系的空间点划分至同一空间点组，以作为所述区块。

[07]可选的, 所述适用度分区包括稠密分区和稀疏分区, 所述根据每个所述空间点的适用度信息, 确定每个所述空间点所处的适用度分区, 包括: 若在所述预设时间段内飞行器经过所述空间点的频率大于预设频率, 则确定所述空间点处于所述稠密分区; 或者, 若在所述预设时间段内飞行器经过所述空间点的频率小于或等于所述预设频率, 则确定所述空间点处于所述稀疏分区。

[08]可选的, 所述根据所述第一连接信息确定所述多个区块对应的第二连接信息, 以生成所述拓扑图, 包括: 在第二区块内的第二空间点与第三区块内的第三空间点之间存在连接关系的情况下, 确定所述第二区块和所述第三区块存在连接关系, 以获取所述第二连接信息, 其中, 所述第二区块和所述第三区块为所述多个区块中的任意两个区块, 所述第二空间点为所述第二区块内的任一空间点, 所述第三空间点为所述第三区块内的任一空间点; 根据所述第二连接信息, 生成所述拓扑图。

[09]可选的, 所述区块路径还用于表征所述多个第一区块之间的连接顺序, 所述根据目标飞行器的飞行起点的位置信息和飞行终点的位置信息, 以及目标空间中的多个区块对应的拓扑图, 从所述多个区块中确定区块路径, 包括: 根据所述飞行起点的位置信息和所述飞行终点的位置信息, 从所述多个区块中确定所述飞行起点对应的起点区块和所述飞行终点对应的终点区块; 通过预设的路径搜索算法, 根据所述起点区块、所述终点区块和所述拓扑图, 确定所述多个第一区块以及所述连接顺序, 所述多个第一区块包含所述起点区块和所述终点区块。

[10]可选的, 所述根据每个所述空间点的位置信息和所述区块路径, 确定每个所述第一区块对应的出入口信息, 包括: 确定所述区块路径中的第 i 个第一区块内的多个空间点中与所述区块路径中的第 $i+1$ 个第一区块距离最近的第四空间点, 作为所述第 i 个第一区块的出口空间点; 根据所述第一连接信息, 确定所述区块路径中的第 $i-1$ 个第一区块内的出口空间点与所述第 i 个第一区块内第五空间点之间的连接路径, 所述第五空间点为所述第 i 个第一区块内的多个空间点中与所述第 $i-1$ 个第一区块内的出口空间点距离最近的空间点; 将对所述连接路径进行路径搜索过程中在进入所述第 i 个第一区块内后搜索到的首个空间点, 作为所述第 i 个第一区块的入口空间点。其中, i 为大于或等于 1 的整数, 所述空间点与所述第一区块之间的距离为所述空间点与所述第一区块内的预设位置之间的距离。

[11]可选的, 所述根据所述区块路径和每个所述第一区块对应的所述出入口信息, 确定所述目标飞行器由所述飞行起点至所述飞行终点的飞行路径, 包括: 根据每个所述第一区块对应的出入口信息, 确定每个所述第一区块内的入口空间点和出口空间点之间的直线路径; 检测每个所述直线路径上的碰撞风险, 以确定每个所述第一区块内的第一飞行子路径; 根据每个所述空间点的位置信息、所述飞行起点的位置信息、所述飞行终点的位置信息、所述区块路径和每个所述第一区块对应的出入口信息, 确定所述飞行起点与所述区块路径中对应所述飞行起点的第一区块的入口空间点之间的第二飞行子路径, 以

及确定所述区块路径中对应所述飞行终点的第一区块的出口空间点与所述飞行终点之间的第三飞行子路径；依次将第二飞行子路径、每个所述第一飞行子路径和所述第三飞行子路径相连接，以生成所述飞行路径。

[12]可选的，所述检测每个所述直线路径上的碰撞风险，以确定每个所述第一区块内的第一飞行子路径，包括：在所述直线路径上不存在碰撞风险的情况下，将所述直线路径作为所述第一飞行子路径；或者，在所述直线路径上存在碰撞风险的情况下，通过预设的路径规划算法，根据所述第一区块中的每个空间点的连接关系，确定所述第一飞行子路径。

[13]本公开第二方面提供一种确定飞行路径的装置，所述装置包括：区块路径确定模块，被配置为根据目标飞行器的飞行起点的位置信息和飞行终点的位置信息，以及目标空间中的多个区块对应的拓扑图，从所述多个区块中确定区块路径，其中，所述区块路径用于表征所述目标飞行器由所述飞行起点至所述飞行终点所经过的多个第一区块，所述飞行起点和所述飞行终点均处于所述目标空间内，所述目标空间内存在具备第一连接信息的多个空间点，所述第一连接信息用于表征所述目标空间内每两个所述空间点之间是否存在连接关系，所述区块包含对所述多个空间点进行分组后确定的空间点组。信息确定模块，被配置为根据每个所述空间点的位置信息、所述第一连接信息和所述区块路径，确定每个所述第一区块对应的出入口信息，其中，所述出入口信息包括：所述目标飞行器进入所述第一区块的入口空间点，和/或所述目标飞行器离开所述第一区块的出口空间点；

[14]飞行路径确定模块，被配置为根据所述区块路径和每个所述第一区块对应的出入口信息，确定所述目标飞行器由所述飞行起点至所述飞行终点的飞行路径。

[15]可选的，所述装置还包括：区块获取模块，被配置为根据所述第一连接信息以及每个所述空间点的适用度信息和位置信息，对所述多个空间点进行分组，以确定所述多个区块，其中，所述空间点的适用度信息用于表征在预设时间段内飞行器经过所述空间点的频率。拓扑图生成模块，被配置为根据所述第一连接信息确定所述多个区块对应的第二连接信息，以生成所述拓扑图，其中，所述第二连接信息用于表征所述多个区块中每两个所述区块之间是否存在连接关系。

[16]可选的，所述区块获取模块，被配置为：对所述目标空间进行栅格化处理，以将所述目标空间划分为多个几何分区；根据每个所述空间点的适用度信息，确定每个所述空间点所处的适用度分区；将处于相同的所述几何分区、处于相同的所述适用度分区、并且互相存在连接关系的空间点划分至同一空间点组，以作为所述区块。

[17]可选的，所述适用度分区包括稠密分区和稀疏分区，所述区块获取模块，被配置为：若在所述预设时间段内飞行器经过所述空间点的频率大于预设频率，则确定所述空间点处于所述稠密分区；或者，若在所述预设时间段内飞行器经过所述空间点的频率小于或

等于所述预设频率，则确定所述空间点处于所述稀疏分区。

[18]可选的，所述拓扑图生成模块，被配置为：在第二区块内的第二空间点与第三区块内的第三空间点之间存在连接关系的情况下，确定所述第二区块和所述第三区块存在连接关系，以获取所述第二连接信息，其中，所述第二区块和所述第三区块为所述多个区块中的任意两个区块，所述第二空间点为所述第二区块内的任一空间点，所述第三空间点为所述第三区块内的任一空间点；根据所述第二连接信息，生成所述拓扑图。

[19]可选的，所述区块路径还用于表征所述多个第一区块之间的连接顺序，所述区块路径确定模块，被配置为：根据所述飞行起点的位置信息和所述飞行终点的位置信息，从所述多个区块中确定所述飞行起点对应的起点区块和所述飞行终点对应的终点区块；通过预设的路径搜索算法，根据所述起点区块、所述终点区块和所述拓扑图，确定所述多个第一区块以及所述连接顺序，所述多个第一区块包含所述起点区块和所述终点区块。

[20]可选的，所述信息确定模块，被配置为：确定所述区块路径中的第 i 个第一区块内的多个空间点中与所述区块路径中的第 $i+1$ 个第一区块距离最近的第四空间点，作为所述第 i 个第一区块的出口空间点；根据所述第一连接信息，确定所述区块路径中的第 $i-1$ 个第一区块内的出口空间点与所述第 i 个第一区块内中第五空间点之间的连接路径，所述第五空间点为所述第 i 个第一区块内的多个空间点中与所述第 $i-1$ 个第一区块内的出口空间点距离最近的空间点；将对所述连接路径进行路径搜索过程中在进入所述第 i 个第一区块内后搜索到的首个空间点，作为所述第 i 个第一区块的入口空间点。其中， i 为大于或等于 1 的整数，所述空间点与所述第一区块之间的距离为所述空间点与所述第一区块内的预设位置之间的距离。

[21]可选的，所述飞行路径确定模块，被配置为：根据每个所述第一区块对应的出入口信息，确定每个所述第一区块内的入口空间点和出口空间点之间的直线路径；检测每个所述直线路径上的碰撞风险，以确定每个所述第一区块内的第一飞行子路径；根据每个所述空间点的位置信息、所述飞行起点的位置信息、所述飞行终点的位置信息、所述区块路径和每个所述第一区块对应的出入口信息，确定所述飞行起点与所述区块路径中对应所述飞行起点的第一区块的入口空间点之间的第二飞行子路径，以及确定所述区块路径中对应所述飞行终点的第一区块的出口空间点与所述飞行终点之间的第三飞行子路径；依次将第二飞行子路径、每个所述第一飞行子路径和所述第三飞行子路径相连接，以生成所述飞行路径。

[22]可选的，所述飞行路径确定模块，被配置为：在所述直线路径上不存在碰撞风险的情况下，将所述直线路径作为所述第一飞行子路径；或者，在所述直线路径上存在碰撞风险的情况下，通过预设的路径规划算法，根据所述第一区块中的每个空间点的连接关系，确定所述第一飞行子路径。

[23]本公开第三方面提供一种计算机可读存储介质，其上存储有计算机程序，所述程序

被处理器执行时实现第一方面所述的确定飞行路径的方法的步骤。

[24]本公开第四方面提供一种电子设备，包括：存储器，其上存储有计算机程序。处理器，用于执行所述存储器中的所述计算机程序，以实现第一方面所述的确定飞行路径的方法的步骤。

[25]采用本公开提供的技术方案，至少可以达到如下技术效果：通过在包括飞行起点和飞行终点的目标空间中确定由区块组成的上级路径，再对上级路径中所涉及的各个区块内的路径进行细化，能够有效减少飞行路径搜索过程的计算量，进而提高飞行路径规划的效率。

[26]本公开的其他特征和优点将在随后的具体实施方式部分予以详细说明。

附图说明

[27]附图是用来提供对本公开的进一步理解，并且构成说明书的一部分，与下面的具体实施方式一起用于解释本公开，但并不构成对本公开的限制。在附图中：

[28]图 1 是根据一示例性实施例示出的一种确定飞行路径的方法的流程图；

[29]图 2 是根据另一示例性实施例示出的一种确定飞行路径的方法的流程图；

[30]图 3 是根据一示例性实施例示出的一种确定区块的方法的流程图；

[31]图 4 是根据一示例性实施例示出的一种确定区块路径的方法的流程图；

[32]图 5 是根据一示例性实施例示出的一种确定出入口信息的方法的流程图；

[33]图 6 是根据一示例性实施例示出的一种基于区块路径确定飞行路径的方法的流程图；

[34]图 7 是根据一示例性实施例示出的一种确定飞行路径的装置的框图；

[35]图 8 是根据另一示例性实施例示出的一种确定飞行路径的装置的框图；

[36]图 9 是根据一示例性实施例示出的一种电子设备的结构示意图。

具体实施方式

[37]以下结合附图对本公开的具体实施方式进行详细说明。应当理解的是，此处所描述的具体实施方式仅用于说明和解释本公开，并不用于限制本公开。

[38]在相关技术中，飞行器的路径规划方法有两大技术方向，包括基于撒点的路径规划方法和基于搜索的路径规划方法。基于撒点的路径规划方法的主要代表为基于快速扩展随机树的方法。该方法的特点是搜索高维空间，通过状态空间的随机采样点将搜索导向空白区域，从而寻找到一条从起始点到目标点的规划路径。基于搜索的路径规划方法的代表为 Dijkstra 算法（迪杰斯特拉算法）及 A-Star 算法（简称 A*算法）。A*算法通过遍历图节点，计算图节点路径消耗和启发式估计的代价值，搜索出图中从起点到终点的

最短路径。但无论是基于撒点的路径规划方法还是基于搜索的路径规划方法，都涉及对空间内原始节点进行遍历搜索的过程，以致这些路径搜索方式的执行过程中的计算量较大，适用于地图较小或者周边环境较为简单的场景。而在面对面积较大或具备较为复杂的周边环境的应用场景时，路径搜索时间过长，进而造成路径规划的效率较低。

[39]发明人注意到这一问题，提出了一种确定飞行路径的方法。

[40]图1是根据一示例性实施例示出的一种确定飞行路径的方法的流程图。如图1所示，该方法包括步骤101、步骤102和步骤103。

[41]步骤101，根据目标飞行器的飞行起点的位置信息和飞行终点的位置信息，以及目标空间中多个区块对应的拓扑图，从所述多个区块中确定区块路径。其中，所述区块路径用于表征目标飞行器由飞行起点至飞行终点所经过的多个第一区块，以及多个第一区块间的连接顺序。所述飞行起点与飞行终点处于该目标空间内，该目标空间内存在多个空间点。上述多个空间点间具备第一连接信息，每个空间点具备位置信息。每个所述区块包含对多个空间点进行分组后获取到的空间点组。所述拓扑图用于表征多个区块间的连接关系。所述第一连接信息用于表征多个空间点中的每两个空间点之间是否存在连接关系。

[42]示例地，目标飞行器可以为无人机或支持自动驾驶的飞机等飞行器，飞行起点和飞行终点为目标飞行器的用户预先输入的。该目标空间为三维空间，飞行起点的位置信息、飞行终点的位置信息以及下文所涉及的所有空间点的位置信息均为三维坐标。在接收到飞行起点的位置信息和飞行终点的位置信息后，可以根据飞行起点和飞行终点的实际环境确定一个目标空间。该目标空间实际上已根据区域内的地理环境、飞行相关的限制信息和过往飞行记录，被解析为互相存在或不存在连接关系的多个空间点，即这些空间点可以表征在该目标空间内进行飞行路径规划所需的地理和规则环境。实际上一个目标空间内可以包含无数个空间点，但在本实施例中，除上述空间点外，其他空间点在确定飞行路径的过程中都被视为不存在。

[43]示例地，在步骤101前，首先根据飞行起点和飞行终点确定目标空间，并获取目标空间内的多个空间点及所述多个空间点间的第一连接信息，再对该多个空间点进行分组以获得多个空间点组或区块，并确定所有区块间的拓扑图。之后，再在步骤101中从上述多个区块中确定区块路径。其中，对这些空间点进行分组的过程实际为，按照预设的分组规则，将目标空间内的多个空间点分为多个空间点组。每个空间点组中的空间点在目标空间内占据了一片规则或不规则的空间，这个空间即为该区块。基于下文中路径搜索相关步骤的需要，每个空间组或区块中的空间点以树形结构进行储存。例如，该树形结构可以为k-dimensional树（简称k-d树）或任何适用于储存三维或二维空间点的有序树。由此，在步骤101前，已经从该目标空间中分割出多个区块，每个区块对应于一个树形结构，用于表征该区块内空间点的位置及连接关系。其中，目标空间中多个空间点

间的连接关系一经确定,对这些空间点的分组不会改变它们之间的连接关系。并且,空间点之间的连接关系将在后续步骤中用于确定区块间的连接关系进而生成拓扑图,以及用于在第一区块内部进行路径搜索。

[44] 示例地,在步骤 101 中,可采用分而治之的思路,先在整个目标空间的层面搜索出上层区块路径,之后再在后续步骤中对上层区块路径中的每个第一区块内部进行路径探索。具体地,首先根据区块间的连接关系搜索出一条由区块组成的路径,即为该区块路径。在已知飞行起点和飞行终点的位置信息,以及多个区块对应的拓扑图的情况下,可以根据飞行起点和飞行终点的位置信息确定两者对应的区块,再以该拓扑图为基础执行预设的路径搜索算法,就可以在拓扑图中搜索出一条由区块组成的路径,即为区块路径。该路径搜索算法可以为启发式搜索算法,例如,A*算法、有序搜索算法(简称A 算法)或 Dijkstra 算法等。

[45] 步骤 102,根据每个所述空间点的位置信息、所述第一连接信息和所述区块路径,确定每个所述第一区块对应的出入口信息。

[46] 示例地,若飞行起点处于某个第一区块(即该区块路径的起点区块)内,则在该起点区块内不存在入口空间点;同理,若飞行终点处于某个第一区块(即该区块路径的终点区块)内,则在该终点区块内不存在出口空间点;而不包含飞行起点和飞行终点的第一区块则同时具备入口空间点和出口空间点。因此,所述出入口信息包括:目标飞行器进入该第一区块的入口空间点和/或目标飞行器离开该第一区块的出口空间点。

[47] 示例地,在宏观上确定该区块路径之后,对每个第一区块内部进行微观上的路径探索之前,需要确定宏观层面和微观层面之间的联系。出入口信息即用于反映宏观层面和微观层面之间的联系。区块路径中各第一区块间的连接关系为概念上的关系,并不能反映实际的能够作为飞行路径的线路。而实际上,各第一区块应该通过哪些实际路径相连,还要根据空间点的位置和连接关系进行进一步确定。另外,在确定某个第一区块的出入口信息的过程中,某些情况下会涉及到不包含于该第一区块内的空间点。因此,除了区块路径外,还需要每个空间点的位置信息和所述多个空间点间的第一连接信息。

[48] 步骤 103,根据所述区块路径和每个第一区块对应的出入口信息,确定所述目标飞行器由所述飞行起点至所述飞行终点的飞行路径。

[49] 示例地,在步骤 102 中确定每个第一区块的入口空间点和出口空间点后,在步骤 103 中,则可以直接将同一第一区块内的入口空间点和出口空间点相连,以确定一条飞行子路径。或者,若出于某种原因,同一第一区块内的入口空间点和出口空间点无法直接相连,还可以根据每个第一区块内多个空间点的树形结构显示出的拓扑关系,通过上述启发式搜索算法,以入口空间点和出口空间点为搜索的起点和终点,在该第一区块内搜索出一条飞行子路径。在确定每个第一区块内的飞行子路径后,按照区块路径中的多个第一区块间的连接顺序将这些飞行子路径依次相连,即可为该目标飞行器规划出一条由飞

行起点飞行至飞行终点的飞行路径。

[50]根据本公开实施例所提供的技术方案，通过在包括飞行起点和飞行终点的目标空间中确定由区块组成的上级路径，再对上级路径中所涉及的各个区块内的路径进行细化，能够有效减少飞行路径搜索过程的计算量，进而提高飞行路径规划的效率。

[51]图2是根据另一示例性实施例示出的一种确定飞行路径的方法的流程图。如图2所示，每个空间点还具备适用度信息，该适用度信息用于表征在预设时间段内飞行器飞行经过该空间点的频率。在图1所示方法中的步骤101之前，该方法还可以包括步骤104、步骤105。

[52]步骤104，根据所述第一连接信息、以及每个所述空间点的适用度信息和位置信息，对所述多个空间点进行分组，以确定所述多个区块。其中，所述空间点的适用度信息，用于表征在预设时间段内飞行器飞行经过该空间点的频率。

[53]示例地，对目标空间内的这些空间点进行分组的过程需要依照一定的分组规则。例如，该分组规则可以为，将对目标空间进行栅格化处理后的几何分区及基于适用情况确定的适用度分区相结合确定的规则。其中，该几何分区可以为对该目标空间栅格化处理所确定的多个具备相同体积的正方体或长方体等。而该基于适用情况确定的适用度分区，相当于对飞行器适不适合在该空间点上飞进行分析，进而根据分析结果对目标空间内的所有空间点进行二元分类。具体地，在一实施例中，可以根据该适用度信息中包含的频率对飞行器适不适合在该空间点上飞进行分析。若一空间点常有飞行器经过，则认为飞行器适合在该空间点上飞。若一空间点少有飞行器经过，则认为飞行器不适合在该空间点上飞。由此，可以将飞行器常经过的空间点分为一类，飞行器不常经过的空间点分为一类。例如，某些空间点处于军事区域或私人领地，不允许飞行器经过，这些空间点即为飞行器不常出没的空间点。

[54]步骤105，根据所述第一连接信息确定所述多个区块对应的第二连接信息，以生成所述拓扑图。其中，所述第二连接信息用于表征上述多个区块中每两个区块之间是否存在连接关系。可以理解的是，上述第一连接信息表征空间点之间的可以生成实际飞行路径的连接关系，而此处的第二连接信息表征在区块之间的概念上的连接关系。

[55]示例地，该拓扑图中多个区块间的所有连接关系均是概念上的连接关系，而确定这些连接关系的依据为区块之间有实际意义的空间点间的连接关系。例如，若区块A中的空间点a与区块B中的空间点b间存在连接关系，则该区块A和该区块B存在概念上的连接关系；若区块C中的所有空间点与区块D中的所有空间点间都不存在连接关系，则该区块C和该区块D不存在概念上的连接关系。因此，步骤105可以进一步包括：在第二区块内的第二空间点与第三区块内的第三空间点之间存在连接关系的情况下，确定该第二区块和该第三区块存在连接关系，以获取该第二连接信息，其中，该第二区块和该第三区块为上述多个区块中的任意两个区块，该第二空间点为该第二区块内的任一

空间点，该第三空间点为该第三区块内的任一空间点；根据该第二连接信息，生成该拓扑图。

[56]图3是根据一示例性实施例示出的一种确定区块的方法的流程图。如图3所示，图2所示方法中的步骤104可以进一步包括步骤1041、步骤1042和步骤1043。

[57]步骤1041，对目标空间进行栅格化处理，以将所述目标空间划分为多个几何分区。

[58]步骤1042，根据所述目标空间内每个空间点的适用度信息，确定每个所述空间点所处的适用度分区。

[59]示例地，该适用度分区包括稠密分区和稀疏分区。例如，该步骤1042可以包括：若在该预设时间段内飞行器飞行经过第一空间点的频率大于预设频率，则确定该第一空间点处于稠密分区，该第一空间点为上述多个空间点中的任一空间点；或者，若在该预设时间段内飞行器飞行经过该第一空间点的频率小于或等于该预设频率，则确定该第一空间点处于稀疏分区。

[60]示例地，在本实施例中，上述多个空间点所处的适用度分区是机器通过上述频率和频率阈值确定的。在另一实施例中，上述的稠密分区和稀疏分区可以由工作人员根据该空间点的环境信息进行分析，从而手动标定的空间点的适用度分区。例如，该环境信息可以包括该空间点下方是否有加油站、该空间点网络信号是否稳定以及该空间点的天气是否适合飞行等。在手动标定空间点的适用度分区后，可以省略上述步骤1042，而直接接受人工输出的适用度分区结果，进行后续步骤。

[61]步骤1043，将处于相同的几何分区、处于相同的适用度分区、并且互相存在连接关系的空间点划分至同一空间点组，以将获取到的该空间点组作为区块。

[62]示例地，如上所述，该适用度分区为对上述多个空间点进行二元分类后确定的分区。其中，稠密分区中的空间点比较集中，且连接关系比较明确，因此可以直接根据步骤1043中的分组步骤进行分区。而稀疏分区中的空间点比较分散且无规律，互相之间的联系也较难判断，因此在对稀疏分区中的空间点进行分组时，需要借助预先设置的多个标准点。该标准点可为从目标空间中的多个空间点中选取的空间点。这些标准点在目标空间中的分布较为均匀，且互相之间存在关联关系。该关联关系与上述第一连接信息和上述第二连接信息中记录的连接关系均不相同，仅被用于进行稀疏分区内空间点的分组过程。针对于处于稀疏分区的标准点，则该步骤1043可以包括：将处于相同的几何分区、同处于稀疏分区、且互相存在上述关联关系的标准点划分至同一空间点组，以将获取到的每个空间点组作为区块。

[63]示例地，在现实中，除非该飞行起点或该飞行终点处于稀疏分区，否则稀疏分区中的标准点所在的位置通常是飞行器很少去到的。因此，在一种实施例中，可以在步骤104和105及其子步骤的执行过程中忽略稀疏分区中的标准点组成的空间点组或区块。

[64]图4是根据一示例性实施例示出的一种确定区块路径的方法的流程图。如图4所示，图1和图2所示方法中的步骤101可以进一步包括步骤1011、步骤1012。

[65]步骤1011，根据飞行起点的位置信息和飞行终点的位置信息，从上述多个区块中确定所述飞行起点对应的起点区块和所述飞行终点对应的终点区块。

[66]示例地，根据飞行起点和飞行终点各自与多个区块的包含关系的不同，该步骤1011中该飞行起点对应的起点区块和该飞行终点对应的终点区块也存在不同的意义。以飞行起点为例进行说明。若飞行起点处于任一区块的内部，则该起点区块即为该飞行起点所处的区块；若飞行起点处于任一区块的外部，则该起点区块为与该飞行起点处于同一几何分区并且与该飞行起点最近的区块。具体地，若根据飞行起点位置信息确定飞行起点不存在于任何区块的内部，则首先需要确认飞行起点所处的几何分区（该几何分区即为上述步骤1041内划分好的几何分区）。由于这些几何分区满足栅格性，可以将所有几何分区的中心点放入一个几何分区的树形结构（下称为分区树形结构）中。该分区树形结构与每个区块对应的空间点树形结构意义完全不同，但该分区树形结构也可以为k-dimensional树（简称k-d树）或者任何能够储存三维或二维空间点的有序树。该分区树形结构中的节点内保存的是每个几何分区的标识和几何分区的中心点的位置信息。该几何分区的中心点不一定是本实施例中定义的空间点。可以通过计算飞行起点与每个几何分区的中心点的距离，确定与该飞行起点距离最近的几何分区作为目标几何分区。在确定飞行起点所处的目标几何分区后，可以在该目标几何分区中寻找与飞行起点距离最近的区块作为起点区块。可以理解的是，确定飞行终点对应的终点区块的方式与上述的确定飞行起点对应的起点区块的方式的相同，此处不再赘述。

[67]示例地，在本实施例中，关于空间点（包括飞行起点、飞行终点、或任意其他空间点）与某个区块的距离，实际代表该空间点与该区块内的预设位置之间的距离。其中，该预设位置可以为该区块中的所有空间点所围成的空间的中心点的位置，且该中心点不一定是本实施例中定义的空间点。或者，该预设位置也可以为该区块内的所有空间点中的某个空间点的位置。

[68]步骤1012，通过预设的路径搜索算法，根据所述起点区块、所述终点区块和所述拓扑图，确定上述多个第一区块以及上述多个第一区块间的连接顺序，也即确定所述区块路径。其中，上述多个第一区块包含所述起点区块和所述终点区块。

[69]图5是根据一示例性实施例示出的一种确定第一区块的出入口信息的方法的流程图。针对该区块路径中的第i个第一区块（i为大于等于1、小于等于区块路径中第一区块个数的整数），如图5所示，图1和图2所示方法中的步骤102可进一步包括步骤1021、步骤1022、步骤1023。

[70]步骤1021，确定该第i个第一区块内的多个空间点中与该区块路径中的第i+1个第一区块距离最近的第四空间点，作为该第i个第一区块的出口空间点。

[71] 示例地，在确定出口空间点的过程中，由于第一区块在该区块路径中的连接顺序是已知的，因此，可以直接依照该连接顺序，从第一个第一区块（即起点区块）到最后一个第一区块（即终点区块）执行该步骤 1021，以确定每个第一区块内的出口空间点。

[72] 步骤 1022，根据第一连接信息所表征的每两个空间点间的连接关系，确定该区块路径中的第 $i-1$ 个第一区块内的出口空间点与该第 i 个第一区块内第五空间点之间的连接路径。其中，该第五空间点为该第 i 个第一区块内的多个空间点中与该第 $i-1$ 个第一区块内的出口空间点距离最近的空间点。

[73] 步骤 1023，将对该连接路径进行路径搜索过程中进入该第 i 个第一区块内后搜索到的首个空间点作为该第 i 个第一区块的入口空间点。其中，每个空间点与第一区块之间的距离，为该空间点与该第一区块内的预设位置之间的距离。

[74] 示例地，在确定第一区块的入口空间点的过程中，会涉及到不包含于该第一区块内的空间点。具体地，该步骤 1022 和 1023 中的连接路径从第 $i-1$ 个第一区块连接到第 i 个第一区块。因此，该连接路径可以为从第 $i-1$ 个第一区块的出口空间点经过了不包含于该第 $i-1$ 个第一区块内的一个或多个空间点进入到第 i 个第一区块的内部，而该连接路径在进入该第 i 个第一区块内部后首个经过的点不一定是上述的第五空间点。因此，需要确定该第 i 个第一区块的入口空间点。该第 i 个第一区块的入口空间点可以为，对该连接路径进行路径搜索过程中在进入该第 i 个第一区块内后搜索到的首个空间点。具体来说，该连接路径是从第 $i-1$ 个第一区块内的出口空间点开始，向该第五空间点进行搜索所得到的连接路径。在该搜索过程中，为了到达该第五空间点，该连接路径必须从该第 i 个第一区块外进入该第 i 个第一区块内。该搜索过程在该第 i 个第一区块内搜索到的首个空间点，即为该第 i 个第一区块的入口空间点。

[75] 示例地，在实际执行过程中，飞行起点和飞行终点均处于第一区块中的情况较少出现。因此，该步骤 1021 至 1023 描述了在飞行起点和飞行终点均不存在于任何第一区块中的情况下的确定出入口信息的方式。在飞行起点和飞行终点中任一处于某个第一区块内部时，则可以直接将该飞行起点所处的第一区块作为区块路径中的起点区块，并以该飞行起点作为该起点区块的入口空间点；和/或，将该飞行终点所处的第一区块作为区块路径中的终点区块，并以该飞行终点作为该终点区块的出口空间点。

[76] 图 6 是根据一示例性实施例示出的一种基于区块路径确定飞行路径的方法的流程图。如图 6 所示，图 1 和图 2 所示方法中的步骤 103 可进一步包括步骤 1031、步骤 1032、步骤 1033、步骤 1034。

[77] 步骤 1031，根据该区块路径中每个第一区块的出入口信息，确定每个第一区块内的入口空间点和出口空间点之间的直线路径。

[78] 步骤 1032，检测每个第一区块内的该直线路径上的碰撞风险，以确定每个第一区块内的第一飞行子路径。

[79] 示例地, 在该直线路径上不存在碰撞风险的情况下, 将该直线路径作为第一飞行子路径; 或者, 在该直线路径上存在碰撞风险的情况下, 通过预设的路径规划算法, 根据该第一区块中的每个空间点的连接关系, 确定该第一飞行子路径。

[80] 步骤 1033, 根据每个空间点的位置信息、飞行起点的位置信息、飞行终点的位置信息、区块路径和区块路径中每个第一区块的出入口信息, 确定该飞行起点与起点区块之间入口空间点的第二飞行子路径, 和/或终点区块的出口空间点与该飞行终点之间的第三飞行子路径。

[81] 示例地, 该步骤 1031 至下列 1034 依然描述了在飞行起点和飞行终点均不存在于任一第一区块中的情况下确定飞行子路径的方式。具体地, 在飞行起点处于多个第一区块中的起点区块内, 飞行终点处于多个第一区块中的终点区块内的情况下, 可以直接将飞行起点作为起点区块的入口空间点, 将飞行终点作为终点区块的出口空间点。换言之, 在飞行起点和飞行终点均处于区块路径中的某个第一区块内的情况下, 可通过步骤 1031-1032 确定多个第一飞行子路径, 而无需执行步骤 1033。之后在步骤 1034 中根据区块路径的连接顺序信息将多个第一飞行子路径进行拼接。然而, 在飞行起点和飞行终点中任一不存在于任何第一区块中的情况下, 则需要确定所述第二飞行子路径和/或所述第三飞行子路径, 并在下列步骤 1034 中将这些子路径考虑进去。

[82] 示例地, 还有一种情况是, 该飞行起点和/或该飞行终点都不是空间点。如上所述, 在本实施例中, 目标空间内的除上述区块路径所涉及的第一区块内的空间点外的其他空间点在确定飞行路径的过程中都视为不存在。因此, 在本实施例中, 在确定该飞行起点和/或该飞行终点不是空间点的情况下, 可以直接将该目标空间中与该飞行起点和/或该飞行终点距离最近的空间点视为该飞行起点和/或该飞行终点。

[83] 步骤 1034, 依次将第二飞行子路径、每个第一飞行子路径和第三飞行子路径相连接, 以生成该飞行路径。

[84] 综上所述, 根据本公开的实施例所提供的技术方案, 通过在包括飞行起点和飞行终点的目标空间中确定由区块组成的上级路径, 再对上级路径中所涉及的各个区块内的路径进行细化, 能够有效减少飞行路径搜索过程的计算量, 进而提高飞行路径规划的效率。

[85] 图 7 是根据一示例性实施例示出的一种确定飞行路径的装置的框图, 如图 7 所示, 该装置 700 包括:

[86] 区块路径确定模块 710, 被配置为根据目标飞行器的飞行起点的位置信息和飞行终点的位置信息, 以及目标空间中的多个区块对应的拓扑图, 从上述多个区块中确定区块路径。其中, 该区块路径用于表征目标飞行器由飞行起点飞行至飞行终点所经过的多个第一区块, 以及上述多个第一区块之间的连接顺序。该飞行起点和该飞行终点处于该目标空间内, 该目标空间内存在多个空间点。上述多个空间点具备第一连接信息, 每个空间点具备位置信息。每个所述区块包含对上述多个空间点进行分组后获取到的空间点组。

该拓扑图用于表征多个区块之间的连接关系。该第一连接信息用于表征,上述多个空间点中的每两个空间点之间是否存在连接关系。

[87]信息确定模块 720,被配置为根据每个所述空间点的位置信息、所述第一连接信息和所述区块路径确定每个所述第一区块对应的出入口信息。其中,所述出入口信息包括:该目标飞行器进入该第一区块的入口空间点和/或该目标飞行器离开该第一区块的出口空间点。

[88]飞行路径确定模块 730,被配置为根据每个空间点的位置信息、飞行起点的位置信息、飞行终点的位置信息、区块路径和每个第一区块对应的出入口信息,确定该目标飞行器由飞行起点飞行至飞行终点的飞行路径。

[89]图8是根据另一示例性实施例示出的一种确定飞行路径的装置的框图,如图8所示,在图7所示的装置实施例的基础上,该装置700还包括:

[90]区块获取模块 740,被配置为根据目标空间内多个空间点间的第一连接信息、每个空间点的适用度信息和每个空间点的位置信息,对上述多个空间点进行分组,以确定多个区块。其中,每个空间点具备适用度信息,该适用度信息用于表征在预设时间段内飞行器飞行经过该空间点的频率。

[91]拓扑图生成模块 750,被配置为根据多个空间点间的第一连接信息确定上述多个区块对应的第二连接信息,以生成拓扑图。其中,所述第二连接信息用于表征上述多个区块中每两个区块之间是否存在连接关系。

[92]可选的,该区块获取模块 740,被配置为:对目标空间进行栅格化处理,以将该目标空间划分为多个几何分区;根据该目标空间内多个空间点各自的适用度信息,确定上述多个空间点所处的适用度分区;将处于相同的几何分区、处于相同的适用度分区、且互相存在连接关系的空间点划分至同一空间点组,以将获取到的每个空间点组作为区块。

[93]可选的,该适用度分区包括稠密分区和稀疏分区,该区块获取模块 740 被配置为:若在该预设时间段内飞行器飞行经过第一空间点的频率大于预设频率,则确定该第一空间点处于稠密分区,该第一空间点为上述多个空间点中的任一空间点;或者,若在该预设时间段内飞行器飞行经过该第一空间点的频率小于或等于预设频率,则确定该第一空间点处于稀疏分区。

[94]可选的,该拓扑图生成模块 750,被配置为:在第二区块内的第二空间点与第三区块内的第三空间点之间存在连接关系的情况下,确定该第二区块和该第三区块存在连接关系,以获取该第二连接信息,其中,该第二区块和该第三区块为上述多个区块中的任意两个区块,该第二空间点为该第二区块内的任一空间点,该第三空间点为该第三区块内的任一空间点;根据该第二连接信息,生成该拓扑图。

[95]可选的,该区块路径确定模块 710 被配置为:根据该飞行起点的位置信息和该飞行

终点的位置信息,从上述多个区块中确定该飞行起点对应的起点区块和该飞行终点对应的终点区块;通过预设的路径搜索算法,根据该起点区块、该终点区块和该拓扑图,确定上述多个第一区块以及该连接顺序,也即确定所述区块路径。其中,上述多个第一区块包含该起点区块和该终点区块。

[96]可选的,针对该区块路径中的第*i*个第一区块(*i*为大于等于1、小于等于区块路径中第一区块个数的整数),该信息确定模块720被配置为:确定该第*i*个第一区块内的多个空间点中与该区块路径中的第*i+1*个第一区块距离最近的第四空间点,作为该第*i*个第一区块的出口空间点;根据第一连接信息所表征的每两个空间点间的连接关系,确定该区块路径中的第*i-1*个第一区块内的出口空间点与该第*i*个第一区块内第五空间点之间的连接路径,其中,该第五空间点为该第*i*个第一区块内的多个空间点中与该第*i-1*个第一区块内的出口空间点距离最近的空间点;对所述连接路径进行路径搜索,并将所述路径搜索过程中在进入所述第*i*个第一区块内后搜索到的首个空间点作为该第*i*个第一区块的入口空间点;其中,每个空间点与第一区块之间的距离,为该空间点与该第一区块内的预设位置之间的距离。

[97]可选的,该飞行路径确定模块730,被配置为:根据该区块路径中每个第一区块的出入口信息,确定每个第一区块内的入口空间点和出口空间点之间的直线路径;检测每个第一区块内的该直线路径上的碰撞风险,以确定每个第一区块内的第一飞行子路径;根据每个空间点的位置信息、飞行起点的位置信息、飞行终点的位置信息、区块路径和区块路径中每个第一区块的出入口信息,确定该飞行起点与起点区块之间入口空间点的第二飞行子路径,和/或终点区块的出口空间点与该飞行终点之间的第三飞行子路径;依次将第二飞行子路径、每个第一飞行子路径和第三飞行子路径相连接,以生成飞行路径。

[98]可选的,该飞行路径确定模块730,被配置为:在所述直线路径上不存在碰撞风险的情况下,将所述直线路径作为所述第一飞行子路径;或者,在所述直线路径上存在碰撞风险的情况下,通过预设的路径规划算法,根据该第一区块中的每个空间点的连接关系,确定第一飞行子路径。

[99]综上所述,根据本公开实施例所提供的技术方案,通过在包括飞行起点和飞行终点的目标空间中确定由区块组成的上级路径,再对上级路径中所涉及的各个区块内的路径进行细化,能够有效减少飞行路径搜索过程的计算量,进而提高飞行路径规划的效率。

[100] 示例地,图9是根据一示例性实施例示出的一种电子设备900的功能框图。参照图9,电子设备900包括:处理器901,其数量可以为一个或多个。存储器902,用于存储可由处理器901执行的计算机程序。其中,存储器902中存储的计算机程序可以包括各自对应于一组程序指令的一个或多个模块。此外,处理器901可以被配置为执行该计算机程序,以执行上述确定飞行路径的方法。

[101] 另外,电子设备900还可以包括电源组件903和通信组件904。其中,该电源组

件 903 可以被配置为执行电子设备 900 的电源管理，该通信组件 904 可以被配置为实现电子设备 900 的通信，例如，有线或无线通信。此外，该电子设备 900 还可以包括输入/输出（I/O）接口 905。电子设备 900 可以操作基于存储在存储器 902 的操作系统，例如 Windows ServerTM、Mac OS XTM、UnixTM、LinuxTM 等。

[102] 在另一示例性实施例中，还提供了一种包括程序指令的计算机可读存储介质，该程序指令被处理器执行时实现上述的确定飞行路径的方法的步骤。例如，该计算机可读存储介质可以为上述包括程序指令的存储器 902，上述程序指令可由电子设备 900 的处理器 901 执行以完成上述确定飞行路径的方法。

[103] 以上结合附图详细描述了本公开的优选实施方式，但是，本公开并不限于上述实施方式中的具体细节。在本公开的技术构思范围内，可以对本公开的技术方案进行多种简单变型，这些简单变型均属于本公开的保护范围。

[104] 另外需要说明的是，在上述具体实施方式中所描述的各个具体技术特征，在矛盾的情况下，可以通过任何合适的方式进行组合，为了避免不必要的重复，本公开对各种可能的组合方式不再另行说明。