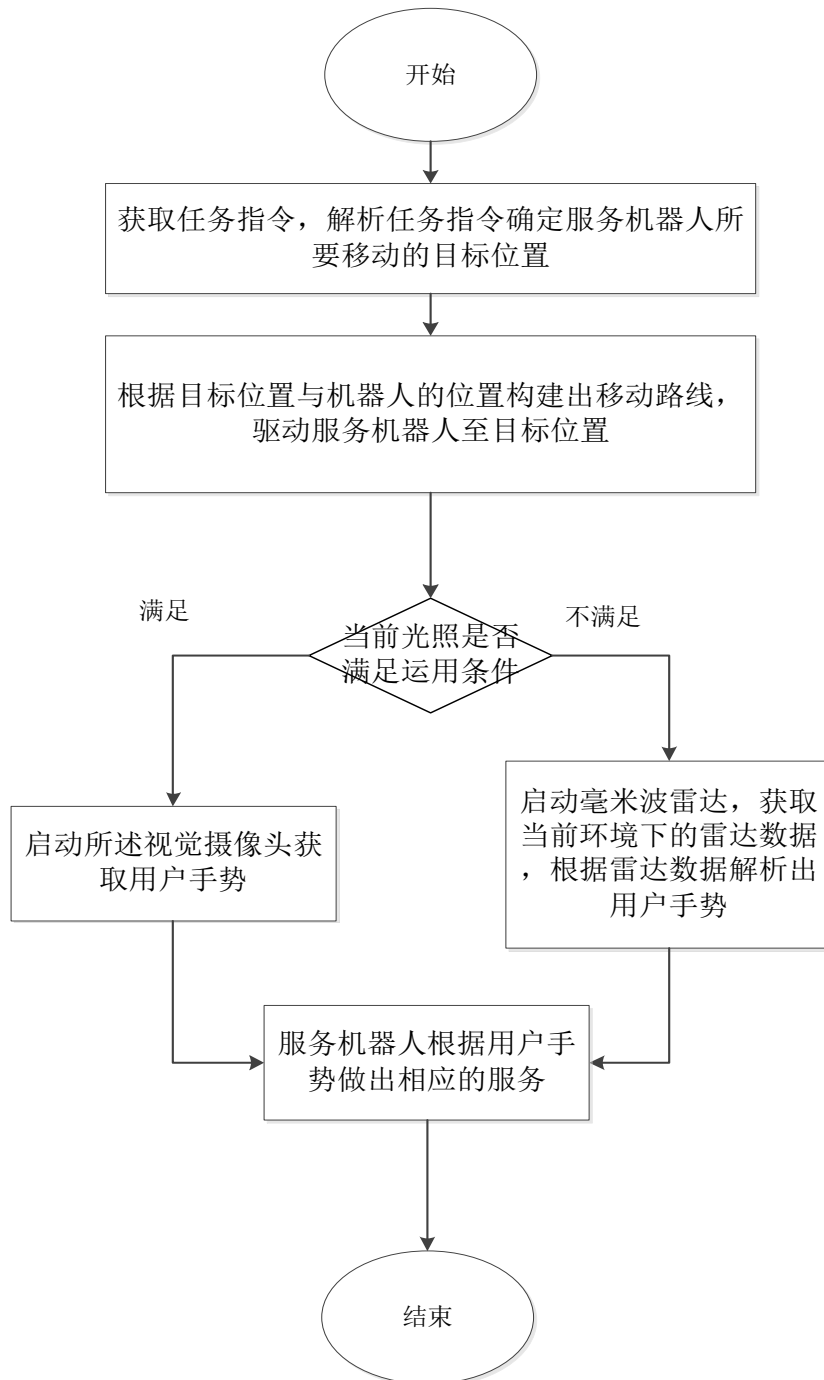


基于毫米波和视觉双控制的服务机器人控制方法，其特征在于，包括如下步骤：获取任务指令，解析任务指令确定服务机器人所要移动的目标位置；根据目标位置与机器人的位置构建出移动路线，驱动服务机器人至目标位置；当服务机器人到达目标位置后，判断当前光照是否满足运用条件，若满足，则启动所述视觉摄像头获取用户手势，若不满足，则启动毫米波雷达，获取当前环境下的雷达数据，根据雷达数据解析出用户手势；服务机器人根据用户手势做出相应的服务。通过毫米波和视觉双控制的结合，使得服务机器人的运用范围更加广，提高了服务机器人在不同环境下的实用性。



1. 基于毫米波和视觉双控制的服务机器人控制方法，其特征在于，包括如下步骤：

步骤 S1：获取任务指令，解析任务指令确定服务机器人所要移动的目标位置；

步骤 S2：根据目标位置与机器人的位置构建出移动路线，驱动服务机器人至目标位置；

步骤 S3：当服务机器人到达目标位置后，判断当前光照是否满足运用条件，若满足，则启动所述视觉摄像头获取用户手势，若不满足，则启动毫米波雷达，获取当前环境下的雷达数据，根据雷达数据解析出用户手势；

步骤 S4：服务机器人根据用户手势做出相应的服务。

2. 根据权利要求 1 所述的基于毫米波和视觉双控制的服务机器人控制方法，其特征在于，所述任务指令为蓝牙数据。

3. 根据权利要求 1 所述的基于毫米波和视觉双控制的服务机器人控制方法，其特征在于，步骤 S2 中构建出移动路线的步骤具体如下：

根据服务的位置构建出对应的节点，并确定节点之间的邻接关系；

创建待搜索队列以及已搜索队列；

将服务机器人当前位置作为起始节点，目标位置作为最终节点；

搜索起始节点的邻接节点，将起始节点和邻接节点放入到已搜索队列，其他节点放入到待搜索队列；

搜索已搜索队列中节点的邻接节点，将待搜索队列的邻接节点放入到已搜索队列，其他节点放入到待搜索队列，重复步骤，直至终节点出现在已搜索队列时，根据已搜索队列中节点之间的父节点构建出所述移动路线。

4. 根据权利要求 1 所述的基于毫米波和视觉双控制的服务机器人控制方法，其特征在于，执行所述步骤 S3 前还需要执行如下步骤：

对不同手势雷达数据进距离维度处理和多普勒维度处理，得到距离-多普勒特征图；

去除距离-多普勒特征图中的干扰以及对动目标点进行筛选,得到手势识别的特征图;

将手势识别的特征图输入到卷积神经网络中进行学习和分类。

5. 根据权利要求 4 所述的基于毫米波和视觉双控制的服务机器人控制方法,其特征在于,所述卷积神经网络包括两个卷积层、两个最大汇聚层、一个平坦层和两个完全连通的层组成,所述卷积神经网络的输出与 LSTM 网络输入连接;

其中第一个卷积层为 CoordConv 层,在输入中增加了两个包含坐标信息的通道。

6. 基于毫米波和视觉双控制的服务机器人控制系统,其特征在于,使用权利要求 1~5 任一项所述于毫米波和视觉双控制的服务机器人控制方法,包括指令获取模块、驱动模块、手势判断模块以及服务模块;

所述指令获取模块用于:获取任务指令,解析任务指令确定服务机器人所要移动的目标位置;

所述驱动模块用于根据目标位置与机器人的位置构建出移动路线,驱动服务机器人至目标位置;

所述手势判断模块用于当服务机器人到达目标位置后,判断当前光照是否满足运用条件,若满足,则启动所述视觉摄像头获取用户手势,若不满足,则启动毫米波雷达,获取当前环境下的雷达数据,根据雷达数据解析出用户手势;

所述服务模块用于根据用户手势驱动服务机器人做出相应的服务。

7. 根据权利要求 6 所述的基于毫米波和视觉双控制的服务机器人控制系统,其特征在于,所述驱动模块包括构建子模块、搜索子模块以及路线子模块;

所述构建子模块用于根据服务的位置构建出对应的节点,并切点节点之间的邻接关系;

创建待搜索队列以及已搜索队列;

将服务机器人当前位置作为起始节点,目标位置作为最终节点;

所述搜索子模块用于搜索起始节点的邻接节点,将邻接节点放入到已搜索

队列，其他节点放入到待搜索队列；

搜索已搜索队列中节点的邻接节点，将邻接节点放入到已搜索队列，其他节点放入到待搜索队列；

所述路线子模块当最终节点出现在已搜索队列时，根据节点之间的父节点构建出所述移动路线。

8. 根据权利要求 6 所述的基于毫米波和视觉双控制的服务机器人控制系统，所述手势判断模块包括雷达数据判断子模块；

所述雷达数据判断子模块用于对不同手势雷达数据进距离维度处理和多普勒维度处理，得到距离-多普勒特征图；

去除距离-多普勒特征图中的干扰以及对动目标点进行筛选，得到手势识别的特征图；

将手势识别的特征图输入到卷积神经网络中进行学习和分类。

## 基于毫米波和视觉双控制的服务机器人控制方法及系统

### 技术领域

本发明涉及机器人控制技术领域，特别是基于毫米波和视觉双控制的服务机器人控制方法及系统。

### 背景技术

随着机器人技术的不断发展，许多餐饮行业或者服务行业都开始使用机器人进行对应的服务，例如在接收到指令后移动到对应位置为用户提供服务，例如饮料的购买，料理的运输或者为用户提供对应的地图信息等。

但是某些服务是需要基于图像识别采用进行后续的运作，例如通过用户的手势以及内设的手势指令来确定机器人的动作，而在识别用户手势时，容易受到光照和环境的影响，从而限制了机器人在餐厅及公共场合下运作。因此如何降低环境影响，确保机器人在光照环境下能够识别出用户手势的方法亟待出现。

### 发明内容

针对上述缺陷，本发明的目的在于提出一种基于毫米波和视觉双控制的服务机器人控制方法及系统，提高了服务机器人在不同环境下的实用性。

为达此目的，本发明采用以下技术方案：，基于毫米波和视觉双控制的服务机器人控制方法，包括如下步骤：

步骤 S1：获取任务指令，解析任务指令确定服务机器人所要移动的目标位置；

步骤 S2：根据目标位置与机器人的位置构建出移动路线，驱动服务机器人至目标位置；

步骤 S3：当服务机器人到达目标位置后，判断当前光照是否满足运用条件，若满足，则启动所述视觉摄像头获取用户手势，若不满足，则启动毫米波雷达，获取当前环境下的雷达数据，根据雷达数据解析出用户手势；

步骤 S4：服务机器人根据用户手势做出相应的服务。

优选的，所述任务指令为蓝牙数据。

优选的，步骤 S2 中建出移动路线的步骤具体如下：

根据服务的位置构建出对应的节点，并确定节点之间的邻接关系；

创建待搜索队列以及已搜索队列；

将服务机器人当前位置作为起始节点，目标位置作为最终节点；

搜索起始节点的邻接节点，将起始节点和邻接节点放入到已搜索队列，其他节点放入到待搜索队列；

搜索已搜索队列中节点的邻接节点，将待搜索队列的邻接节点放入到已搜索队列，其他节点放入到待搜索队列，重复步骤，直至终节点出现在已搜索队列时，根据已搜索队列中节点之间的父节点构建出所述移动路线。

优选的，执行所述步骤 S3 前还需要执行如下步骤：

对不同手势雷达数据进距离维度处理和多普勒维度处理，得到距离-多普勒特征图；

去除距离-多普勒特征图中的干扰以及对动目标点进行筛选，得到手势识别的特征图；

将手势识别的特征图输入到卷积神经网络中进行学习和分类。

优选的，所述卷积神经网络包括两个卷积层、两个最大汇聚层、一个平坦层和两个完全连通的层组成，所述卷积神经网络的输出与 LSTM 网络输入连接；

其中第一个卷积层为 CoordConv 层，在输入中增加了两个包含坐标信息的通道。

基于毫米波和视觉双控制的服务机器人控制系统，使用所述于毫米波和视觉双控制的服务机器人控制方法，包括指令获取模块、驱动模块、手势判断模块以及服务模块；

所述指令获取模块用于：获取任务指令，解析任务指令确定服务机器人所要移动的目标位置；

所述驱动模块用于根据目标位置与机器人的位置构建出移动路线，驱动服务机器人至目标位置；

所述手势判断模块用于当服务机器人到达目标位置后，判断当前光照是否满足运用条件，若满足，则启动所述视觉摄像头获取用户手势，若不满足，则启动毫米波雷达，获取当前环境下的雷达数据，根据雷达数据解析出用户手势；

所述服务模块用于根据用户手势驱动服务机器人做出相应的服务。

优选的，所述驱动模块包括构建子模块、搜索子模块以及路线子模块；

所述构建子模块用于根据服务的位置构建出对应的节点，并切点节点之间的邻接关系；

创建待搜索队列以及已搜索队列；

将服务机器人当前位置作为起始节点，目标位置作为最终节点；

所述搜索子模块用于搜索起始节点的邻接节点，将邻接节点放入到已搜索队列，其他节点放入到待搜索队列；

搜索已搜索队列中节点的邻接节点，将邻接节点放入到已搜索队列，其他节点放入到待搜索队列；

所述路线子模块当最终节点出现在已搜索队列时，根据节点之间的父节点构建出所述移动路线。

优选的，所述手势判断模块包括雷达数据判断子模块；

所述雷达数据判断子模块用于对不同手势雷达数据进距离维度处理和多普勒维度处理，得到距离-多普勒特征图；

去除距离-多普勒特征图中的干扰以及对动目标点进行筛选，得到手势识别的特征图；

将手势识别的特征图输入到卷积神经网络中进行学习和分类。

上述技术方案中的一个技术方案具有如下优点或有益效果：通过毫米波和视觉双控制的结合，使得服务机器人的运用范围更加广，提高了服务机器人在不同环境下的实用性。

## 附图说明

图1是本发明方法的一个实施例的流程图。

图2是本发明系统的一个实施例的结构示意图。

## 具体实施方式

下面详细描述本发明的实施方式，实施方式的示例在附图中示出，其中，



相同或类似的标号自始至终表示相同或类似的元件或具有相同或类似功能的元件。下面通过参考附图描述的实施方式是示例性的，仅用于解释本发明，而不能理解为对本发明的限制。

在本发明的实施方式的描述中，术语“第一”、“第二”仅用于描述目的，而不能理解为指示或暗示相对重要性或者隐含指明所指示的技术特征的数量。由此，限定有“第一”、“第二”的特征可以明示或者隐含地包括一个或者更多个所述特征。在本发明的实施方式的描述中，“多个”的含义是两个或两个以上，除非另有明确具体的限定。

此外，术语“第一”、“第二”仅用于描述目的，而不能理解为指示或暗示相对重要性或者隐含指明所指示的技术特征的数量。由此，限定有“第一”、“第二”的特征可以明示或者隐含地包括一个或者更多个该特征。在本发明的描述中，除非另有说明，“多个”的含义是两个或两个以上。对于本领域的普通技术人员而言，可以具体情况理解上述术语在本发明中的具体含义。

如图 1~2 所示，基于毫米波和视觉双控制的服务机器人控制方法，包括如下步骤：

步骤 S1：获取任务指令，解析任务指令确定服务机器人所要移动的目标位置；

步骤 S2：根据目标位置与机器人的位置构建出移动路线，驱动服务机器人至目标位置；

步骤 S3：当服务机器人到达目标位置后，判断当前光照是否满足运用条件，若满足，则启动所述视觉摄像头获取用户手势，若不满足，则启动毫米波雷达，获取当前环境下的雷达数据，根据雷达数据解析出用户手势；

步骤 S4：服务机器人根据用户手势做出相应的服务。

由于在光照条件不符合运用条件时，通过图像识别技术采集到带有光照影响的图片，导致无法识别出用户的手势，为此，在本发明中设置有图像识别技术以及毫米波雷达技术实现用户的授时识别。当光照条件满足运用条件时，就启动视觉摄像头，此时由于移动到用户的位置处，直接视觉摄像头可以获取用户包含有手势的图像，然后在将图像输入到现有的识别模型中即可判断出用户的手势。而当光照条件不满足运用手势时，就启动毫米波雷达，通过雷达返回的数据解析出用户的手势，由于雷达数据是通过雷达的反射来实现数据的获取，

所以雷达手势识别对光照条件的变化不敏感，能够在黑暗、光照不均或强光等复杂环境下正常工作。，但是其可能会是其他物体的影响，因此运用雷达数据来识别简单的手势时也会存在误判的情况，但是在光照条件不好的情况下，雷达数据所识别出手势的精度是高于图像识别的。在服务机器人内部中对应的手势与对应的服务相关联，例如做出手势 1 时机器人可以输出第一款饮料，出手势 2 时机器人可以输出第二款饮料，出手势 3 时机器人可以递出餐具等。通过毫米波和视觉双控制的结合，使得服务机器人的运用范围更加广，提高了服务机器人在不同环境下的实用性。

优选的，所述任务指令为蓝牙数据。

本发明的服务机器人可运用于餐厅、火车站等人多的地方，而在进行任务指令的发送时，若采用无线信号容易给附近的信号所影响，导致任务指令无法及时到到服务机器人处。为此在本发明中使用蓝牙数据作为任务指令的数据类型，确保服务机器人在人多的地方能够即使响应。

优选的，步骤 S2 中建出移动路线的步骤具体如下：

根据服务的位置构建出对应的节点，并确定节点之间的邻接关系；

创建待搜索队列以及已搜索队列；

将服务机器人当前位置作为起始节点，目标位置作为最终节点；

搜索起始节点的邻接节点，将起始节点和邻接节点放入到已搜索队列，其他节点放入到待搜索队列；

搜索已搜索队列中节点的邻接节点，将待搜索队列的邻接节点放入到已搜索队列，其他节点放入到待搜索队列，重复步骤，直至终节点出现在已搜索队列时，根据已搜索队列中节点之间的父节点构建出所述移动路线。

下面一个实施例进行解释说明，例如在餐厅中存在有多个座位，每一个座位为一个服务位置，所以可以使用座位作为节点，然后根据座位之间的布局确定节点之间的邻接关系，具体邻接关系可以如下：

A: ['B', 'C'],

B: ['A', 'D', 'E'],

C: ['A', 'F'],

D: ['B'],

E: ['B', 'F'],

F: ['C', 'E'],

其中 A 节点与 B、C 节点邻接，而 B 节点与 A、D、E 节点邻接。而若服务器人当前在 A 节点，A 节点作为起始节点，而任务指令的节点由 F 节点发出，此时 F 节点为最终节点；

此时会将 A 节点与 B、C 节点放入到已搜索队列中，D、E、F 还是在待搜索队列，此时由于 F 没有在已搜索队列中，需要继续对已搜索队列的邻接节点进行搜索，此时已搜索队列的邻接节点有 B、C 节点。

对于 B 节点，位于待搜索队列的邻接节点有 D 和 E 节点，此时将 D 和 E 节点放入到待搜索队列内；

对于 C 节点，位于待搜索队列的邻接节点有 F 节点，此时将 F 节点放入到待搜索队列内；

现在 F 节点已经落入到待搜索队列内，此时在已搜索队列中，F 节点的父节点为 C 节点，而 C 节点的父节点为 A 节点，此时就构建出了 A→C→F 的移动路线。

本发明的移动路线构建方法无需使用 ROS 中集成线路规划算法，减少系统开发的开销，使得本技术方案可以在低成本的条件对餐厅、火车站等低密度地图，进行线路规划。

优选的，执行所述步骤 S3 前还需要执行如下步骤：

对不同手势雷达数据进距离维度处理和多普勒维度处理，得到距离-多普勒特征图；

具体的，距离维度处理可以利用雷达的脉冲重复频率（PRF）和回波信号的延迟时间计算目标的距离。而多普勒维度处理可以通过 FFT 分析回波信号频率的变化（即多普勒频移），推断目标的径向速度。

通过对雷达数据的距离和多普勒维度处理，能够精确地提取出手势在三维

空间（包括距离、速度和角度）中的动态变化信息。这种方法能够直接捕捉到手势的细微运动特征，为后续的识别提供高质量的数据基础。

去除距离-多普勒特征图中的干扰以及对动目标点进行筛选，得到手势识别的特征图；

其中所述干扰的去除可以为设定适当的幅度和速度阈值，以去除背景噪声和静态物体产生的干扰，或者使用形态学滤波器（如腐蚀、膨胀、开运算、闭运算）进一步清理图像，突出动目标。然后对目标点进行筛选时可以从处理后的 RDI 中提取出能代表手势的特征，如目标的位置、速度、轨迹等，最后在将手势特征转化为二维矩阵等方面 CNN 输入的形式。

在得到距离-多普勒特征图后，通过去除其中的干扰信号（如静态物体产生的杂波、背景噪声等），可以显著提高数据的信噪比，从而增强手势识别的准确性和鲁棒性。

将手势识别的特征图输入到卷积神经网络中进行学习和分类。

优选的，所述卷积神经网络包括两个卷积层、两个最大汇聚层、一个平坦层和两个完全连通的层组成，所述卷积神经网络的输出与 LSTM 网络输入连接；

其中第一个卷积层为 CoordConv 层，在输入中增加了两个包含坐标信息的通道。

由于在雷达信号中没有具体图像的特征来进行识别，只有位姿等信息，所以在本发明中 CoordConv 层在输入特征图中增加两个坐标通道（分别代表  $x$  和  $y$  坐标），CoordConv 层使得卷积过程能够感知到特征图中每个元素的空间位置信息，助于在需要位置信息的任务中提高识别精度，如目标检测、姿态估计，提高雷达信息特征图的识别。

通过两个卷积层和两个最大汇聚层的堆叠，网络能够逐层提取输入数据的抽象特征。卷积层负责提取局部特征，而汇聚层则通过降采样减少计算量和参数数量，同时提高特征的鲁棒性。平坦层将卷积层和汇聚层的输出展平为一维向量，以便后续的全连接层进行处理。全连接层通过权重矩阵和偏置项将特征向量映射到输出空间，实现分类。

基于毫米波和视觉双控制的服务机器人控制系统，使用所述于毫米波和视觉双控制的服务机器人控制方法，包括指令获取模块、驱动模块、手势判断模块以及服务模块；

所述指令获取模块用于：获取任务指令，解析任务指令确定服务机器人所要移动的目标位置；

所述驱动模块用于根据目标位置与机器人的位置构建出移动路线，驱动服务机器人至目标位置；

所述手势判断模块用于当服务机器人到达目标位置后，判断当前光照是否满足运用条件，若满足，则启动所述视觉摄像头获取用户手势，若不满足，则启动毫米波雷达，获取当前环境下的雷达数据，根据雷达数据解析出用户手势；

所述服务模块用于根据用户手势驱动服务机器人做出相应的服务。

优选的，所述驱动模块包括构建子模块、搜索子模块以及路线子模块；

所述构建子模块用于根据服务的位置构建出对应的节点，并切点节点之间的邻接关系；

创建待搜索队列以及已搜索队列；

将服务机器人当前位置作为起始节点，目标位置作为最终节点；

所述搜索子模块用于搜索起始节点的邻接节点，将邻接节点放入到已搜索队列，其他节点放入到待搜索队列；

搜索已搜索队列中节点的邻接节点，将邻接节点放入到已搜索队列，其他节点放入到待搜索队列；

所述路线子模块当最终节点出现在已搜索队列时，根据节点之间的父节点构建出所述移动路线。

优选的，所述手势判断模块包括雷达数据判断子模块；

所述雷达数据判断子模块用于对不同手势雷达数据进距离维度处理和多普勒维度处理，得到距离-多普勒特征图；

去除距离-多普勒特征图中的干扰以及对动目标点进行筛选，得到手势识别的特征图；

将手势识别的特征图输入到卷积神经网络中进行学习和分类。

在本说明书的描述中，参考术语“一个实施例”、“一些实施例”、“示意性实施例”、“示例”、“具体示例”、或“一些示例”等的描述意指结合该实施例或示例描述的具体特征、结构、材料或者特点包含于本发明的至少一个实施例或示例中。在本说明书中，对上述术语的示意性表述不一定指的是相同的实施例或示例。而且，描述的具体特征、结构、材料或者特点可以在任何的一个或多个实施例或示例中以合适的方式结合。

尽管已经示出和描述了本发明的实施例，本领域的普通技术人员可以理解：在不脱离本发明的原理和宗旨的情况下可以对这些实施例进行多种变化、修改、替换和变型，本发明的范围由权利要求及其等同物限定。

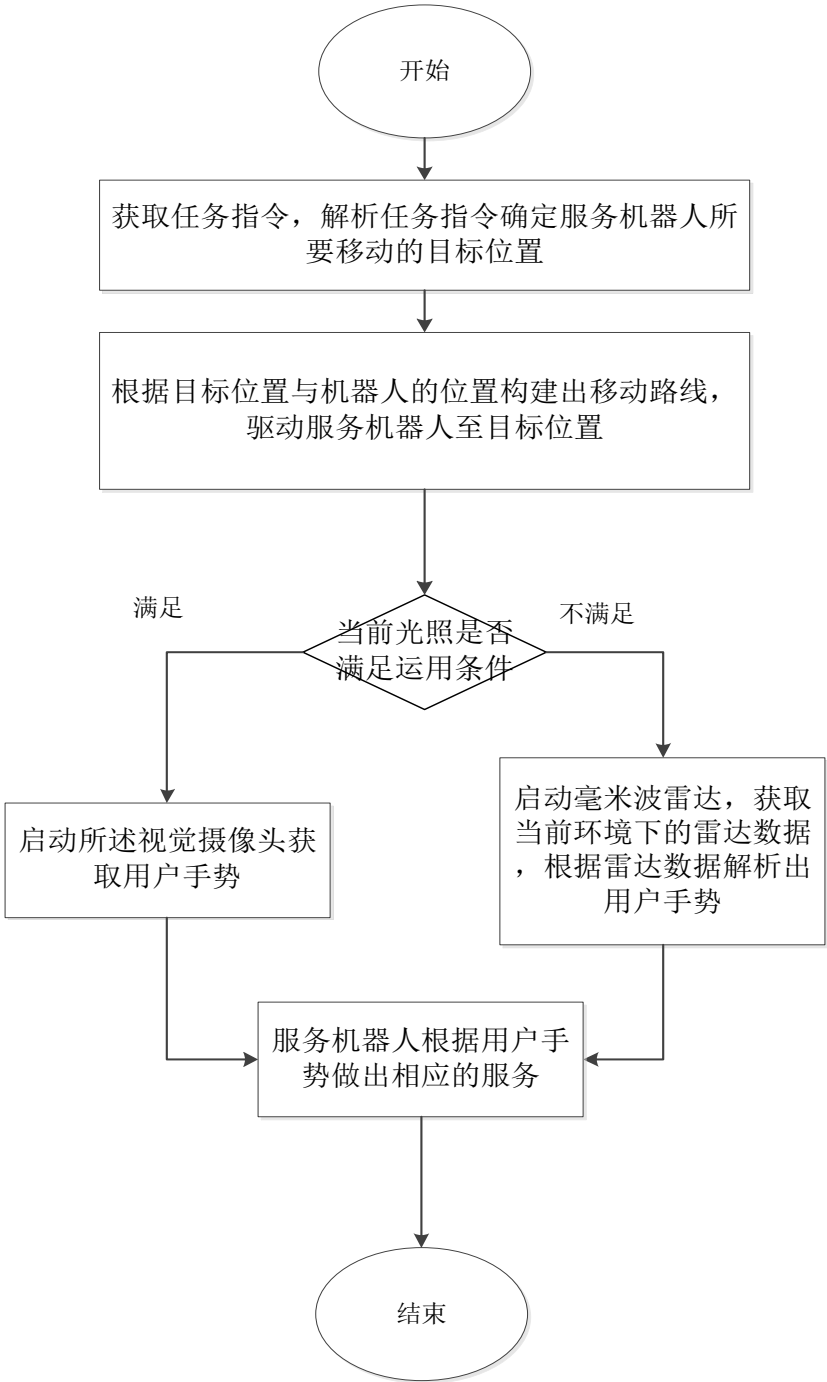


图 1



图 2