(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104685436 B
(45)授权公告日 2018.06.05

(21)申请号 201380049742.7

(22)申请日 2013.12.13

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 104685436 A

(43)申请公布日 2015.06.03

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2015.03.24

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/CN2013/089443 2013.12.13

(87)PCT国际申请的公布数据
WO2015/085598 EN 2015.06.18

(73)专利权人 深圳市大疆创新科技有限公司
地址 518057 广东省深圳市南山区高新区南区粤兴一道9号香港科大深圳产学研大楼6楼

(72)发明人 王铭钰

(74)专利代理机构 中科专利商标代理有限责任公司 11021
代理人 张成新

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

(56)对比文件
US 2011/0062278 A1,2011.03.17,
US 2013/0253733 A1,2013.09.26,
CN 102156480 A,2011.08.17,
CN 101332872 A,2008.12.31,
CN 102126553 A,2011.07.20,
CN 103029834 A,2013.04.10,
US 5324223 A,1994.06.28,
JP 2662111 B2,1997.10.08,
US 2009/0222149 A1,2009.09.03,

审查员 杜晓强

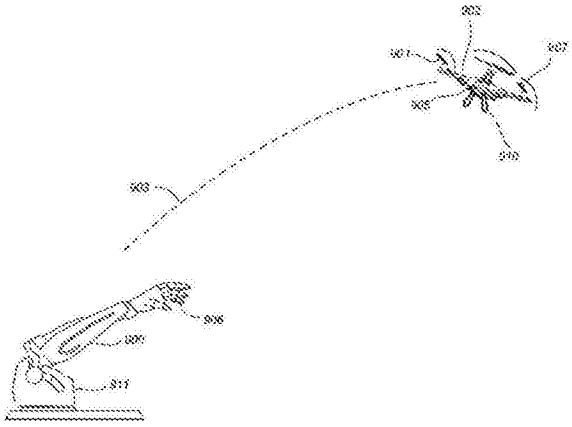
权利要求书4页 说明书18页 附图17页

(54)发明名称

无人飞行器起飞及降落方法

(57)摘要

本发明提供无人飞行器起飞及降落的方法及装置。所述无人飞行器包括多旋翼飞行器。该方法及装置利用无人飞行器的方位变化、可视信号或其他方式控制无人飞行器的起飞及降落。该方法及装置方便用户使用，对于缺乏无人飞行器操作训练的业余操作者来说尤为方便。



CN 104685436 B

1.一种无人飞行器起飞方法，该方法包括：

(a)检测所述无人飞行器的方位变化，其中所述方位变化由施加在所述无人飞行器上的外力产生；及

(b)根据检测的方位变化，驱使所述无人飞行器产生升力及/或推力。

2.一种旋翼无人飞行器起飞方法，该旋翼无人飞行器包括视觉传感器及一个或多个螺旋桨，该方法包括：

(a)所述旋翼无人飞行器检测该旋翼无人飞行器的操作者发出的可视信号，所述可视信号包括视觉标识、符号、图案中的一种或几种的组合；及

(b)根据检测的可视信号，驱使所述一个或多个螺旋桨产生升力及/或推力。

3.一种旋翼无人飞行器起飞方法，该旋翼无人飞行器包括一个或多个螺旋桨及至少一个传感器，所述传感器用于检测所述旋翼无人飞行器从手中的释放，该方法包括：

(a)所述传感器检测所述旋翼无人飞行器从手中的释放；及

(b)根据侦测的所述旋翼无人飞行器从手中的释放产生驱动信号，用以驱使所述一个或多个螺旋桨产生升力及/或推力。

4.如权利要求1或3所述的方法，所述无人飞行器上的传感器执行所述步骤(a)。

5.如权利要求2所述的方法，所述传感器是相机，该相机设置在所述无人飞行器上或在所述无人飞行器外。

6.如权利要求1所述的方法，所述检测的方位变化包括所述无人飞行器的速度变化、加速度变化、方向变化及相对于参照物的位置变化。

7.如权利要求1所述的方法，所述方位变化由视觉传感器、惯性传感器、GPS接收器、磁力计、指南针或高度计检测得到。

8.如权利要求1所述的方法，所述方位变化因所述无人飞行器离开其支撑物而发生。

9.如权利要求2或3所述的方法，与所述传感器通信的所述无人飞行器上的控制器产生所述升力及/或推力。

10.如权利要求1所述的方法，所述无人飞行器是旋翼飞行器。

11.如权利要求2或3所述的方法，当所述无人飞行器的竖直方向的速度为零时，驱使所述无人飞行器产生所述升力及/或推力。

12.如权利要求2所述的方法，所述可视信号包括人体的姿势或运动。

13.如权利要求3所述的方法，所述无人飞行器从手中的释放产生如下一项或多项结果：沿弧形轨迹运动、投掷到空中、弹射到空中及使得所述旋翼无人飞行器落向地面。

14.如权利要求1、2或3所述的方法，从步骤(a)开始，在小于大约1秒的时间内产生所述升力及/或推力。

15.一种无人飞行器，该无人飞行器包括：

(a)一个或多个螺旋桨；

(b)传感器，用于检测(1)所述无人飞行器的方位变化，其中所述方位变化由施加在所述无人飞行器上的外力产生、(2)所述无人飞行器的操作者发出的可视信号，所述可视信号包括视觉标识、符号、图案中的一种或几种的组合，及/或(3)所述无人飞行器从手中的释放；

(c)控制器，用于根据检测结果提供用于驱动所述无人飞行器的驱动信号；及

(d)致动器，用于根据所述驱动信号驱使所述一个或多个螺旋桨运动并产生升力及/或推力。

16.如权利要求15所述的无人飞行器，所述传感器检测所述无人飞行器的速度变化、加速度变化、方向变化及相对于参照物的位置变化。

17.如权利要求16所述的无人飞行器，所述传感器是视觉传感器、惯性传感器、GPS接收器、磁力计、指南针、高度计、触控传感器、压力传感器、温度传感器、光电传感器或磁铁。

18.如权利要求17所述的无人飞行器，所述视觉传感器是相机，

该相机设置在所述无人飞行器上或在所述无人飞行器外，该相机与所述无人飞行器通信。

19.如权利要求15所述的无人飞行器，所述控制器与所述传感器通信，以根据检测的方位变化及/或可视信号提供所述驱动信号。

20.一种无人飞行器减速方法，该方法包括：

所述无人飞行器上的传感器检测所述无人飞行器在空中飞行时施加于所述无人飞行器的外部接触；及

所述无人飞行器根据检测的外部接触产生减速信号，以使所述无人飞行器减速。

21.如权利要求20所述的无人飞行器减速方法，所述无人飞行器包括连接于其上的手持部件，用手抓住所述手持部件产生所述外部接触，所述传感器检测该外部接触。

22.如权利要求20所述的无人飞行器减速方法，所述无人飞行器是旋翼飞行器，该旋翼飞行器包括一个或多个螺旋桨，所述减速使得所述一个或多个螺旋桨减慢速度、失速或完全停止。

23.如权利要求20所述的无人飞行器减速方法，所述无人飞行器根据所述减速信号降落在指定位置。

24.如权利要求20所述的无人飞行器减速方法，所述外部接触由传感器检测，所述传感器是触控传感器、压力传感器、温度传感器、光电传感器或磁铁。

25.如权利要求20所述的无人飞行器减速方法，所述减速包括：

使得所述无人飞行器的高度降低、使得所述无人飞行器的姿势改变、使得所述无人飞行器的速度降低及使得所述无人飞行器的加速度改变。

26.如权利要求20所述的无人飞行器减速方法，所述无人飞行器上的控制器产生所述减速信号。

27.如权利要求20所述的无人飞行器减速方法，该方法还包括：

检测方位变化，根据检测的外部接触及方位变化产生所述无人飞行器的减速信号。

28.如权利要求27所述的无人飞行器减速方法，所述方位变化包括所述无人飞行器的速度变化、加速度变化、方向变化及相对于参照物的位置变化。

29.如权利要求20所述的无人飞行器减速方法，从检测到所述外部接触开始，在小于大约1秒的时间内产生所述减速信号。

30.如权利要求21所述的无人飞行器减速方法，所述手持部件包括把手、杆、绳子、起落架、外延结构、挂钩或环。

31.如权利要求21所述的无人飞行器减速方法，所述手持部件与所述无人飞行器的一个或多个转子之间有足够远的距离，以避免对所述手造成意外撞击。

32.如权利要求20所述的无人飞行器减速方法，该方法还包括：

当人手抓住所述无人飞行器的时间超过预定阈值时，使所述无人飞行器停下来。

33.如权利要求20所述的无人飞行器减速方法，该方法还包括：

检测来自于光电传感器的可视信号，基于检测的所述外部接触及可视信号产生所述减速信号。

34.一种无人飞行器降落方法，该方法包括：

(a)当所述无人飞行器在空中飞行时，检测所述无人飞行器的方位变化及/或所述无人飞行器的操作者发出的可视信号，其中所述方位变化由施加在所述无人飞行器上的外力产生，所述可视信号包括视觉标识、符号、图案中的一种或几种的组合；及

(b)根据检测的方位变化及/或可视信号，产生所述无人飞行器的减速信号，使得所述无人飞行器停下来。

35.如权利要求34所述的无人飞行器降落方法，所述方位变化包括所述无人飞行器的速度变化、加速度变化、方向变化及相对于参照物的位置变化。

36.如权利要求34所述的无人飞行器降落方法，所述方位变化因所述无人飞行器整个或部分被机械或人手抓住而产生。

37.如权利要求34所述的无人飞行器降落方法，由视觉传感器、惯性传感器、GPS接收器、磁力计、指南针或高度计检测所述方位变化。

38.如权利要求34所述的无人飞行器降落方法，所述可视信号包括人体的姿势或运动。

39.如权利要求34所述的无人飞行器降落方法，由所述无人飞行器上或所述无人飞行器外的视觉传感器检测所述可视信号。

40.如权利要求39所述的无人飞行器降落方法，所述视觉传感器包括所述无人飞行器上的相机。

41.如权利要求39所述的无人飞行器降落方法，所述视觉传感器与所述无人飞行器的控制器通信，所述控制器产生所述减速信号，使得所述无人飞行器停下来。

42.如权利要求34所述的无人飞行器降落方法，从检测到所述方位变化或可视信号开始，所述无人飞行器在小于大约1秒的时间内停下来。

43.一种无人飞行器，该无人飞行器包括：

传感器，用于检测所述无人飞行器发生的方位变化及/或所述无人飞行器的操作者发出的可视信号；

控制器，用于根据检测的方位变化及/或可视信号产生用于使所述无人飞行器减速的减速信号；及

致动器，用于根据所述减速信号驱使所述无人飞行器减速。

44.如权利要求43所述的无人飞行器，所述传感器是视觉传感器、惯性传感器、GPS接收器、磁力计、指南针或高度计。

45.如权利要求43所述的无人飞行器，所述无人飞行器是旋翼飞行器，该旋翼飞行器包括一个或多个螺旋桨，所述减速信号使得所述一个或多个螺旋桨减慢速度、失速或完全停止。

46.如权利要求44所述的无人飞行器，所述视觉传感器与所述控制器通信，使得所述控制器根据检测的可视信号产生所述减速信号。

47.如权利要求43所述的无人飞行器,所述可视信号是操作者的姿势。

无人飞行器起飞及降落方法

背景技术

[0001] 多年以来，无论是业余操作者还是专业操作者，掌握无人飞行器(包括多旋翼飞行器)的控制需要花费大量时间来练习及训练。尤其地，降落与起飞仍然是操作无人飞行器面临的最大挑战。当遇到表面不平、强风及其他影响无人飞行器操作的环境因素时，降落与起飞所面临的挑战加剧。因此，需要提供简便或改进的起飞及降落方法，还需要提供无人飞行器的新的设计方案，使得即使是经过少量训练的业余操作者也可以比较容易地控制无人飞行器降落及起飞。

发明内容

[0002] 本发明满足了上述需要并且提供了相关的优点。

[0003] 本发明的一个方面是一种无人飞行器起飞方法。在一个实施例中，该方法包括：(a)检测所述无人飞行器的方位变化；及(b)根据检测的方位变化，驱使所述无人飞行器产生升力及/或推力。

[0004] 在另一个实施例中，本发明提供一种旋翼无人飞行器起飞方法，该旋翼无人飞行器包括视觉传感器及一个或多个螺旋桨，该方法包括：(a)所述旋翼无人飞行器检测该旋翼无人飞行器的操作者发出的可视信号；及(b)根据检测的可视信号，驱使所述一个或多个螺旋桨产生升力及/或推力。

[0005] 在另一个实施例中，本发明提供一种旋翼无人飞行器起飞方法，该旋翼无人飞行器包括一个或多个螺旋桨及至少一个传感器，该传感器用于检测所述旋翼无人飞行器从手中的释放，该方法包括：(a)所述传感器检测所述旋翼无人飞行器从手中的释放；及(b)根据检测的所述旋翼无人飞行器从手中的释放产生驱动信号，用以驱使所述一个或多个螺旋桨产生升力及/或推力。

[0006] 在采用上述任意一种方法时，所述检测的方位变化可以是无人飞行器的速度变化、加速度变化、方向变化、相对于参照物的位置变化。在某些实施例中，所述方位变化因所述无人飞行器离开其支撑物而发生。根据需要，所述支撑物可以是部分的机械体或者生物体的身体。所述生物体的身体包括但不限于人体(例如人手)。在某些实施例中，可以由视觉传感器、惯性传感器、GPS接收器、磁力计、指南针或高度计检测所述方位变化。根据需要，所述传感器可以设置在所述无人飞行器上也可以设置在所述无人飞行器外。在某些实施例中，所述传感器是视觉传感器。该视觉传感器包括但不限于相机，该视觉传感器可以设置在所述无人飞行器上也可以设置在所述无人飞行器外。当选用所述无人飞行器外的传感器时，该传感器可以与所述无人飞行器的控制器通信，以控制所述无人飞行器产生所述升力及/或推力。

[0007] 在某些实施例中，所述可视信号的检测可以包括检测人体的姿势或运动。

[0008] 在某些实施例中，所述无人飞行器从手(例如机械或人手)中的释放产生如下一项或多项结果：沿弧形轨迹运动、投掷到空中、弹射到空中及使得所述旋翼无人飞行器落向地面。对所述无人飞行器的任意部位的释放可以产生所述无人飞行器的释放。根据所述无人

飞行器的外部结构部件，所述释放可以包括释放所述无人飞行器上的挂钩、杆、绳子、凸起、洞、起落架、外延结构或环。可以由一个或多个传感器检测所述释放。所述一个或多个传感器可以包括但不限于触控传感器、压力传感器、温度传感器、光电传感器及磁铁。

[0009] 在采用本发明的任意方法控制无人飞行器起飞时，所述检测的方位变化、可视信号及/或无人飞行器的释放可以驱使所述无人飞行器产生升力及/或推力。在某些实施例中，当检测到所述方位变化、可视信号及/或所述无人飞行器的释放时，可以在小于大约60秒、30秒、10秒、8秒、6秒、5秒、4秒、3秒、2秒、1秒、0.5秒、0.1秒或甚至0.01秒的时间内产生所述升力及/或推力。驱使所述无人飞行器可以包括驱使无人飞行器的一个或多个螺旋桨运动。在某些实施例中，当所述无人飞行器的竖直方向的速度为零时，可以驱使所述无人飞行器产生所述升力及/或推力。在某些实施例中，当产生所述升力及/或推力时，所述无人飞行器在指定位置盘旋。

[0010] 在一个独立但是相关的方面，本发明提供了无人飞行器的替代设计方案。

[0011] 在一个实施例中，本发明提供一种旋翼无人飞行器，该旋翼无人飞行器包括：一个或多个螺旋桨；传感器，用于检测所述无人飞行器的方位变化；控制器，用于根据检测的方位变化提供用于驱动所述无人飞行器的驱动信号；及致动器，用于根据所述驱动信号驱使所述一个或多个螺旋桨运动并产生升力及/或推力。

[0012] 在另一个实施例中，本发明提供一种旋翼无人飞行器，该旋翼无人飞行器包括：视觉传感器，用于检测所述旋翼无人飞行器的操作者发出的可视信号；控制器，用于根据检测的可视信号提供用于驱动所述无人飞行器的驱动信号；及致动器，用于根据所述驱动信号驱使所述无人飞行器的螺旋桨运动并产生升力及/或推力。

[0013] 在另一个实施例中，本发明提供一种旋翼无人飞行器，该旋翼无人飞行器包括一个或多个螺旋桨，该旋翼无人飞行器还包括：传感器，用于检测所述旋翼无人飞行器从手中的释放；控制器，用于根据检测的释放提供用于驱动所述无人飞行器的驱动信号；及致动器，用于根据所述驱动信号驱使所述螺旋桨运动并产生升力及/或推力。

[0014] 上述实施例中的无人飞行器可以是旋翼飞行器，该旋翼飞行器可以包括但不限于多旋翼飞行器。

[0015] 上述无人飞行器的传感器可以用于检测所述无人飞行器的方位变化、可视信号及/或所述无人飞行器从手中的释放。在某些实施例中，用于检测所述方位变化的传感器可以是视觉传感器、惯性传感器(包括但不限于陀螺仪与加速度计)、GPS接收器、磁力计、指南针或高度计。可以采用上述一种或多种传感器单独或者共同感测一种或者多种变化，如速度变化、加速度变化、所述无人飞行器的方向变化及相对于参照物的位置变化。在某些实施例中，所述传感器用于检测因所述无人飞行器离开其支撑物而发生的方位变化。根据需要，所述支撑物可以是部分的机械体或者生物体的身体。所述生物体的身体包括但不限于人体(例如人手)。在某些实施例中，所述传感器可以用于检测可视信号。所述可视信号包括但不限于人体的动作或运动。在某些实施例中，所述传感器可以设置在所述无人飞行器上也可以设置在所述无人飞行器外。在某些实施例中，所述传感器是视觉传感器。该视觉传感器包括但不限于相机，该视觉传感器可以设置在所述无人飞行器上也可以设置在所述无人飞行器外。当选用所述无人飞行器外的传感器时，该传感器可以与所述无人飞行器的控制器通信，以控制所述无人飞行器产生所述升力及/或推力。

[0016] 在某些实施例中，用于检测所述无人飞行器从一只手(机械或人手)中的释放的传感器是触控传感器、压力传感器、温度传感器或其组合。

[0017] 在某些实施例中，所述无人飞行器的控制器与所述无人飞行器上或无人飞行器外的传感器通信，以根据检测的方位变化及/或可视信号提供用于驱动所述无人飞行器的驱动信号。

[0018] 在某些实施例中，所述致动器包括但不限于直流无刷电机、直流有刷电机及开关磁阻电机。在某些实施例中，所述致动器根据所述驱动信号，驱使所述一个或多个螺旋桨在小于大约60秒、30秒、10秒、8秒、6秒、5秒、4秒、3秒、2秒、1秒、0.5秒、0.1秒或甚至0.01秒的时间内运动并产生升力及/或推力。当检测到所述方位变化、可视信号及/或所述无人飞行器的释放时，又产生所述驱动信号。

[0019] 本发明的另一方面是提供无人飞行器减速方法。在有些方面，本发明还提供无人飞行器降落的可选的方法。

[0020] 在一个实施例中，一种无人飞行器减速方法包括：所述无人飞行器上的传感器检测所述无人飞行器在空中飞行时作用于该无人飞行器上的外部接触；及所述无人飞行器根据检测的外部接触产生减速信号，使得所述无人飞行器减速。在某些实施例中，所述无人飞行器包括连接于其上的手持部件。所述手持部件可以是把手、杆、绳子、起落架、外延结构、挂钩、环或者任意可以由机械或人手握住的结构部件。上述方法在实际使用过程中，可以利用传感器检测所述外部接触。所述传感器可以是触控传感器、压力传感器、温度传感器、光电传感器、磁铁或其组合。例如，用手抓住所述手持部件产生所述外部接触，所述传感器检测该外部接触。根据需要，该方法还可以包括：当人手抓住所述无人飞行器的时间超过预定阈值时，使所述无人飞行器停下来。

[0021] 在某些实施例中，采用无人飞行器执行所述方法，所述无人飞行器为旋翼飞行器，所述旋翼飞行器包括一个或多个螺旋桨，所述减速使得所述一个或多个螺旋桨减慢速度、失速或完全停止。在某些实施例中，所述无人飞行器根据所述减速信号在指定位置降落。所述减速可以包括但不限于：使得所述无人飞行器的高度降低、使得所述无人飞行器的姿势改变、使得所述无人飞行器的速度降低及使得所述无人飞行器的加速度改变。在某些情况下，所述无人飞行器上的控制器产生所述减速信号。在某些情况下，从检测到所述外部接触开始，在小于60秒、30秒、10秒、8秒、6秒、5秒、4秒、3秒、2秒、1秒、0.5秒、0.1秒或甚至0.01秒的时间内产生所述减速信号。

[0022] 所述无人飞行器的减速方法可以包括：检测方位变化，根据检测的外部接触与方位变化产生所述无人飞行器的减速信号。所述方位变化可以是速度变化、加速度变化、所述无人飞行器的方向变化及相对于参照物的位置变化。或者，所述无人飞行器减速方法还可以包括：检测来自于视觉传感器(例如光电传感器)的可视信号，基于检测到手抓住所述手持部件及所述可视信号产生所述减速信号。

[0023] 在另一个实施例中，本发明提供一种无人飞行器降落方法，该方法包括：(a)当所述无人飞行器在空中飞行时，检测所述无人飞行器的方位变化；及(b)根据检测的方位变化，产生所述无人飞行器的减速信号，使得所述无人飞行器停下来。

[0024] 在另一个实施例中，本发明提供一种无人飞行器降落方法，该方法包括：(a)检测所述无人飞行器的操作者发出的可视信号；及(b)根据检测的可视信号，产生所述无人飞行

器的减速信号，使得所述无人飞行器停下来。

[0025] 上述方法在实际使用过程中，所述方位变化可以是速度变化、加速度变化、所述无人飞行器的方向变化及所述无人飞行器相对于参照物的位置变化。所述方位变化可以因所述无人飞行器整个或部分被机械或人手抓住而产生。可以使用视觉传感器、惯性传感器、GPS接收器、磁力计、指南针或高度计检测所述方位变化。

[0026] 检测的可视信号包括但不限于人体的动作或运动。所述无人飞行器上或所述无人飞行器外的视觉传感器(包括但不限于相机)可以检测所述可视信号。在某些实施例中，所述视觉传感器可以与所述无人飞行器的控制器通信，所述控制器产生所述减速信号，使得所述无人飞行器停下来。

[0027] 在某些实施例中，从检测到所述方位变化或可视信号开始，所述无人飞行器在小于大约60秒、30秒、10秒、8秒、6秒、5秒、4秒、3秒、2秒、1秒、0.5秒、0.1秒或甚至0.01秒的时间内停下来。

[0028] 本发明的另一方面是一种无人飞行器，该无人飞行器可以执行本说明书揭露的一种或多种功能。在一个实施例中，本发明提供一种无人飞行器，该无人飞行器包括：传感器，用于检测所述无人飞行器发生的方位变化或所述无人飞行器的操作者发出的可视信号；控制器，用于根据检测的方位变化及/或可视信号产生用于使所述无人飞行器减速的减速信号；及致动器，用于根据所述减速信号驱使所述无人飞行器减速。用于检测所述方位变化的传感器可以是视觉传感器、惯性传感器、GPS接收器、磁力计、指南针或高度计或其组合。可以用任意的视觉传感器检测所述可视信号(包括但不限于人的动作)。例如，可以采用能够感测光线波长在可见光范围、红外线范围或紫外线范围的任意传感器检测所述可视信号。根据需要，所述视觉传感器可以与所述控制器通信，使得所述控制器根据检测的可视信号产生所述减速信号。

[0029] 在某些情况下，所述无人飞行器是旋翼飞行器，该旋翼飞行器包括一个或多个螺旋桨，所述减速信号使得所述一个或多个螺旋桨减慢速度、失速或完全停止。

[0030] 本说明书在方法中单独或组合引用的任意结构部件可以单独或组合地应用于本说明书描述的无人飞行器中。

[0031] 引置前案

[0032] 本说明书所提到的所有出版物、专利、专利申请都列入本文作为参考。

附图说明

[0033] 后附的权利要求中特别阐明了本发明的新颖性特征。为了更好地理解本发明的特征及优点，请参阅具体实施方式及附图。下面通过说明性的实施方式并参考附图来介绍本发明，其中：

[0034] 图1是用于实现本发明的无人飞行器的一个示例。

[0035] 图2是用于实现本发明的无人飞行器的又一示例。

[0036] 图3是用于实现本发明的无人飞行器的又一示例。

[0037] 图4是用于实现本发明的无人飞行器的又一示例。

[0038] 图5是用于实现本发明的无人飞行器的又一示例。

[0039] 图6是用于实现本发明的无人飞行器的又一示例。

[0040] 图7是用于实现本发明的无人飞行器的又一示例。

[0041] 图8是用于实现本发明的无人飞行器的又一示例。

[0042] 图9是用于实现本发明的无人飞行器的又一示例。

[0043] 图10是本发明无人飞行器起飞方法的示意图。

[0044] 图11A-B是本发明无人飞行器降落方法的示意图。

[0045] 图12是本发明无人飞行器降落方法的示意图。

[0046] 图13-15举例说明本发明无人飞行器降落或起飞方法。

[0047] 图16是采用无人飞行器实现本发明的一个系统架构。

[0048] 图17是采用无人飞行器实现本发明的另一系统架构。

[0049] 图18是用于实现本发明的系统部件。

具体实施方式

[0050] 本发明提供无人飞行器起飞及减速(包括降落)的方法及装置。本发明的一个方面是提供无人飞行器起飞的简便方法。该方法方便用户使用,即使是受过少量无人飞行器操作训练的业余人员也可以使用该方法操纵无人飞行器自动起飞,提高了用户体验及可用性。该方法允许无人飞行器在不平表面或崎岖地形起飞及/或降落,因此,该方法适用于通常不适宜无人飞行器操作的广泛的环境条件。

[0051] 在一个实施例中,无人飞行器起飞方法包括步骤:(a)检测所述无人飞行器的方位变化;及(b)根据检测的方位变化,驱使所述无人飞行器产生升力及/或推力。

[0052] 方位变化可以包括平移变化(例如高度、纬度及/或经度)或转动变化。方位变化也可以包括所述无人飞行器的速度变化、加速度变化及/或方向变化。方位变化还可以包括所述无人飞行器相对于参考坐标系或参照物的位置变化。

[0053] 在某些实施例中,可以使用设置在所述无人飞行器上或设置在所述无人飞行器外的传感器(例如本说明书中描述的传感器)检测所述方位变化或方位状态。例如,可以使用惯性传感器、GPS接收器、指南针、磁力计、高度计、距离传感器(例如红外传感器、激光雷达传感器)、视觉或图像传感器(例如相机或录像机)、光电传感器、运动传感器等检测所述方位变化。所述无人飞行器上的惯性传感器(包括一个或多个陀螺仪及/或加速度计)可以用来检测所述无人飞行器的加速度变化及/或方向变化。例如,所述惯性传感器可以用来检测所述无人飞行器的加速度是否接近地球重力加速度,表明所述无人飞行器是否正在发生自由落体运动。类似地,所述惯性传感器及/或视觉传感器可以用来确定所述无人飞行器的竖直方向的速度是否接近于零,例如表明所述无人飞行器是否接近类似抛物线轨迹的竖直方向的最高点。类似地,所述无人飞行器上的GPS接收器及/或视觉传感器可以用来检测所述无人飞行物的位置变化。

[0054] 在某些实施例中,所述方位变化或方位状态的检测可以包括分析来自于所述传感器的感测数据。所述无人飞行器的控制器、远端设备或工作站的计算机或处理器可以执行所述分析。在某些情况下,可以将获得的感测数据与阈值及/或预定值进行比较。在这些情况下,所述无人飞行器可以使用各种具有内置阈值的传感器。根据需要确定的方位变化的不同,所述阈值可以包括绝对或相对值。例如,所述阈值可以包括绝对或相对速度、加速度、方向、位置坐标(例如高度、纬度及/或经度)等等。在一个例子中,可以将检测的线性加速度

与绝对重力加速度进行比较。在另一个例子中，可以将检测的速度与绝对值零进行比较，以确定所述速度是否到达零、接近零或变为负值（例如当所述无人飞行器到达或经过降落轨迹的最高点时）。

[0055] 在某些情况下，可以将获得的感测数据与之前获得的感测数据进行比较，而不是（或同时）将感测数据与阈值及/或预定值进行比较。例如，可以对从视觉传感器获得的多个图像数据帧进行比较与分析，从而确定所述无人飞行器的速度及/或位置变化。

[0056] 根据感测数据的分析，可以判断是否应该触发、开动或起飞所述无人飞行器。所述无人飞行器上的控制器、远程计算机或处理器或其组合可以做出所述判断。根据该判断，可以产生（例如由所述控制器或远程计算机产生）加速度信号或激活信号用以驱动所述无人飞行器的一个或多个转子，使得一个或多个螺旋桨旋转并对所述无人飞行器产生适合的升力。产生的升力可以使得所述无人飞行器保持在飞行状态。在某些实施例中，产生的升力可以使得所述无人飞行器在指定位置盘旋。在某些的实施例中，产生的升力可以使得所述无人飞行器上升。在某些的实施例中，产生的升力可以使得所述无人飞行器改变其侧向位置及/或方向。

[0057] 在某些实施例中，人可以直接改变所述方位变化或方位状态。图8说明根据本发明的一个实施例无人飞行器的起飞方法。如图所示，人801将螺旋桨尚未旋转的无人飞行器802以类似弧形的轨迹803抛到空中。在（或接近）轨迹803的最高点处，所述无人飞行器的竖直方向的速度变为零或接近零。设置在所述无人飞行器上或所述无人飞行器外的传感器可以检测该零或接近零的竖直方向的速度。在一个实施例中，所述无人飞行器802的惯性传感器及/或视觉传感器检测所述零或接近零的竖直方向的速度。所述传感器可以将检测的数据提供给所述无人飞行器上的控制器或遥控器，例如通过有线或无线连接进行传送。所述控制器根据检测的方位变化或方位状态确定适合的驱动信号并提供给所述无人飞行器的一个或多个转子。所述无人飞行器上的控制器、远程设备或其组合可以产生所述驱动信号。所述驱动信号可以驱动所述一个或多个转子，使得各个螺旋桨801旋转，以产生足够的升力807使得所述无人飞行器在空中飞行。例如，无人飞行器可以在所述轨迹的最高点盘旋。

[0058] 在一个实施例中，可以检测人手对所述无人飞行器的释放，而不是（或同时）检测所述无人飞行器的方位变化。

[0059] 在另一个实施例中，本发明提供一种旋翼无人飞行器的起飞方法，该旋翼无人飞行器包括一个或多个螺旋桨及至少一个传感器，该传感器用于检测所述旋翼无人飞行器从一只手中的释放。该方法包括：(a)无人飞行器上的传感器检测所述释放；及(b)根据所检测的释放产生驱动信号，以驱使所述无人飞行器的所述一个或多个螺旋桨产生升力及/或推力。

[0060] 举例来说，图8中的人801可以通过一个或多个手持部件810释放无人飞行器。所述手持部件可以提供一个或多个传感器（例如触控传感器、压力传感器、温度传感器等），用于检测所述手持部件是否被接触。在一个实施例中，所述传感器可以检测所述无人飞行器从机械或人手中的释放。当检测到所述无人飞行器从机械或人手中释放时，所述无人飞行器上的或远程的控制器产生所述驱动信号。

[0061] 在某些实施例中，可以从检测步骤开始，在小于大约1秒的时间内产生所述驱动信号。在某些其他的实施例中，从检测步骤开始，在从大约0.8秒、0.5秒、0.3秒、0.1秒、0.05秒

到大约0.001秒或更小时间的范围内产生所述驱动信号。在某些情况下，从检测步骤算起，在小于大约1秒的时间内驱使所述一个或多个螺旋桨产生升力及/或推力。在某些其他的实施例中，从检测步骤开始，在从大约0.8秒、0.5秒、0.3秒、0.1秒、0.05秒到大约0.001秒或更小时间的范围内产生所述驱动信号。

[0062] 在某些实施例中，机械设备可以产生所述方位变化或方位状态。图9A说明本发明的一个实施例中用于无人飞行器起飞的机械设备。所述机械设备包括机械手臂900。该机械手臂900的一端是机械手906，另外一端是致动器911。所述机械手906可以握住及/或释放无人飞行器902。所述致动器可以包括机械电机、电力电机、弹簧组件或任意其他适合的致动器。所述致动器911可以由控制器或计算机本地或远程控制。在一个实施例中，与如图8所示的人手起飞方式类似，所述致动器911可以驱使所述机械手臂及/或手将所述无人飞行器902发射到空中。在某些实施例中，当检测到所述无人飞行器发生方位变化及/或所述无人飞行器从机械手906释放时，与图8所示类似，所述无人飞行器可以自主发动或触发所述转子与螺旋桨。例如，当检测到所述无人飞行器到达或将要到达所述轨迹903的最高点(例如检测到竖直方向的速度为零或接近零)，及/或检测到所述无人飞行器从所述机械手906释放(例如通过手持部件910上的传感器检测到)时，所述无人飞行器上的控制器可以驱使一个或多个转子激启动对应的螺旋桨901，从而产生需要的升力及/或推力907，使得所述无人飞行器自主升空。

[0063] 本发明还提供其他用于起飞所述无人飞行器的方法。图10A-10C描述本发明的一个实施例中用于起飞无人飞行器1002的另一方法。如图10A所示，人1001的手1003开始的时候握住无人飞行器1002。在某些实施例中，所述无人飞行器可以由人体或人手支撑。所述无人飞行器也可以由一个或多个支撑部件，例如支架或支撑腿支撑。或者，所述无人飞行器可以直接放置在人体或手上而无需任何支撑部件。在某些其他的实施例中，如本说明书所述，可以用手通过一个或多个支撑部件1005支撑所述无人飞行器。在某些实施例中，可以用任意其他物体，例如可移动硬表面支撑所述无人飞行器，而不是用人手握住或支撑。在典型的实施例中，当握住或支撑所述无人飞行器时，所述无人飞行器的转子并未激活且所述螺旋桨并未运动。

[0064] 如图10B所示，为了起飞所述无人飞行器，人可以从所述无人飞行器撤走手的支撑或仅仅是使所述无人飞行器从高处落下。在开始由一只手的手掌上支撑所述无人飞行器的情况下，该人可以将手从所述无人飞行器的下面撤走。在开始通过支撑部件1005抓住所述无人飞行器情况下，该支撑部件可以松开所述手持部件，从而松开所述无人飞行器。不管如何松开所述无人飞行器，所述无人飞行器的加速度从零或接近零变化到大约重力加速度，从而发生自由落体运动。所述无人飞行器可以检测加速度的变化，例如利用惯性传感器检测。在某些实施例中，不是或除了检测自由下落，所述无人飞行器还可以检测所述无人飞行器的释放，例如通过接触传感器(例如触控传感器、压力传感器或温度传感器)来检测。在检测到所述无人飞行器方位变化及/或释放时，所述无人飞行器可以自动驱使所述转子(及对应的螺旋桨)产生需要的升力及/或推力1035。

[0065] 如图10C所示，需要的推力及/或升力1035可以使得所述无人飞行器盘旋或者相对所述无人飞行器的初始位置(参见图10A)上升。在其他的实施例中，所述无人飞行器的释放高度可以小于初始高度。不管所述无人飞行器的释放高度如何，所述无人飞行器在释放后

自主地(即无需外部支撑)在空中运动。

[0066] 在某些实施例中,可以使用视觉传感器检测用于起飞所述无人飞行器的外部信号。相应地,在单独的实施例中,提供一种包括视觉传感器及一个或多个螺旋桨的无人飞行器(包括旋翼无人飞行器)的起飞方法,该方法可以包括如下步骤:(a)所述旋翼无人飞行器检测所述旋翼无人飞行器的操作者发出的可视信号;(b)根据该检测的可视信号,驱动所述一个或多个螺旋桨产生升力及/或推力。不同于视觉传感器,该方法可以包括声音传感器,用于检测声音信号。所述声音信号可以是用于起飞所述无人飞行器的命令。

[0067] 可以使用各种视觉传感器来检测用于起飞所述无人飞行器的外部信号。例如,可以使用能够检测光线波长在裸眼可见光谱范围内、红外线范围内或紫外线范围内的任意视觉传感器来实施本发明的方法。根据需要,所述传感器可以是相机或摄像机,可以设置在所述无人飞行器上也可以设置在所述无人飞行器外。在某些实施例中,所述无人飞行器上的传感器可以将感测数据传送给所述无人飞行器上的控制器,该控制器将所述感测数据传送给遥控器。在其他的实施例中,所述无人飞行器上的传感器可以将所述感测数据直接传送给遥控器(例如图17所示1720)。所述检测及控制功能的各个方面可以由所述无人飞行器上的系统、所述无人飞行器外的系统或其组合来实现。

[0068] 所述检测的外部信号可以是可视信号、语音命令、物体(例如身体的一部分)的动作或运动。图13-15举例说明所述无人飞行器起飞方法。如图13所示,机载传感器1305可以检测动作1310,该动作用以触发所述无人飞行器起飞。身体的任意部分,例如手、手臂、头、面部特征、眼睛等可以作出所述动作。例如,所述动作可以包括挥手或手臂、转头、动眼睛等。如图14所示,所述无人飞行器上的传感器1405可以检测可识别的视觉标记、符号或图案1410并用以触发所述无人飞行器起飞。所述视觉标记、符号或图案可以是预定的颜色、形状、尺寸、大小等等。如图15所示,所述无人飞行器上的传感器1505可以检测光源1510并用以触发所述无人飞行器起飞。所述光源1510可以包括任意的提供RGB、UV、NUV、IR、偏振光、高强光及/或其他类型光线的光源。所述光线可以具有各种波长,可以随时间调整强度。

[0069] 所述用于触发所述无人飞行器起飞的动作或运动可以包括将所述无人飞行器扔到空中、将所述无人飞行器从高处释放或落下或对所述无人飞行器提供预定的外部信号等等。这些起飞方法可以由人、机械设备或其组合来完成。在这些例子中,可以使用设置在无人飞行器上或无人飞行器外的各种传感器来检测所述无人飞行器的方位变化、外部信号(包括但不限于可视信号)或所述无人飞行器的释放。根据检测的变化或信号,可以产生驱动信号,例如由所述无人飞行器上的控制器或远程计算机产生,用以驱动所述无人飞行器的一个或多个转子,使得一个或多个螺旋桨旋转并对所述无人飞行器产生适当的升力。

[0070] 产生的升力可以足以使得所述无人飞行器保持飞行状态。在某些实施例中,产生的升力可以使得所述无人飞行器在指定位置盘旋。在某些其他的实施例中,产生的升力可以使得所述无人飞行器上升。在某些其他的实施例中,产生的升力可以使得所述无人飞行器改变其侧向位置及/或方向。

[0071] 在另一方面,本发明还可以提供简化的无人飞行器减速方法,只受过少量无人飞行器操作训练或没有受过训练的无人飞行器用户会更乐于采用该方法。在某些实施例中,采用所述减速方法,无人飞行器用户可以只经过少量练习就能够将无人飞行器降落到指定位置。

[0072] 相应地，在一个实施例中，所述无人飞行器降落方法包括如下步骤：(a)所述无人飞行器上的传感器检测施加在空中飞行的无人飞行器的外部接触；及(b)所述无人飞行器根据检测的外部接触产生减速信号，从而对所述无人飞行器减速。

[0073] 当所述无人飞行器在空中飞行时可以施加所述外部接触。设置在所述无人飞行器上及/或所述无人飞行器外的一个或多个传感器，例如触控传感器、压力传感器、温度传感器、光电传感器、磁力计、视觉传感器或其组合，可以检测所述外部接触。根据检测的外部接触，产生一个或多个减速信号，使得所述转子减慢速度或完全停止。所述无人飞行器上的控制器或远程设备可以产生所述减速信号。在某些实施例中，所述无人飞行器根据所述减速信号降落在指定位置。

[0074] 在某些实施例中，可以用人手施加这些外部接触。当所述无人飞行器在空中飞行时，人可以触碰、抓住或握住所述无人飞行器的一部分(例如手持部件)。例如，当所述无人飞行器在某人附近盘旋或经过该人时，该人可以伸出手或任意其他适合的设备，例如钩子、钩环、机械手臂/手等抓住所述无人飞行器。所述无人飞行器可以利用本说明书描述的所述无人飞行器上的传感器检测所述接触并自主地使所述转子减速或停止(从而使螺旋桨减速或停止)，以使得所述无人飞行器减速或停止。

[0075] 图9B说明本发明的一个实施例中用于无人飞行器降落的机械设备。所述机械设备可以与图9A描述的机械设备类似。例如，所述机械设备可以包括机械手臂900、机械手906及致动器911。所述致动器911可以控制所述机械手臂及/或机械手抓住预定范围内的无人飞行器902。例如，可以控制所述机械手抓住所述无人飞行器的一个或多个手持部件910或与所述手持部件910相啮合，从而抓住所述无人飞行器。所述无人飞行器上的传感器905可以检测所述机械手对无人飞行器的接触，从而自主减慢或停止一个或多个螺旋桨901的转动。可选地，所述无人飞行器可以检测与其他外部物体，例如着陆面(如地面或桌面)的接触并因而减慢速度或停止。

[0076] 类似地，所述无人飞行器可以检测人手的接触。例如，可以使用所述无人飞行器上的温度传感器检测人手握住手持部件时所述手持部件上的人体温度，以此触发所述无人飞行器降落。在某些实施例中，可以使用其他生物识别传感器，例如指纹传感器检测人的接触。

[0077] 在某些实施例中，只有当所述外部接触持续指定时间后，才产生所述减速信号。这有利于防止由于暂时无意的外部接触导致所述无人飞行器降低速度。类似地，在某些实施例中，可以根据外部接触及其他感测输入，例如方位变化及/或可视信号来决定是否控制所述无人飞行器降落。

[0078] 在某些实施例中，可以从检测到所述外部接触的时间开始，在小于大约1秒的时间内产生所述减速信号。在其他的实施例中，可以从检测到所述外部接触的时间点开始，在从大约0.8秒、0.5秒、0.3秒、0.1秒、0.05秒到大约0.001秒或更小时间的范围内产生所述减速信号。在某些情况下，可以从检测到所述外部信号开始，在小于1秒的时间内对所述无人飞行器减速。在其他的实施例中，可以从检测步骤开始，在从大约0.8秒、0.5秒、0.3秒、0.1秒、0.05秒到大约0.001秒或更小时间的范围内对所述无人飞行器减速。

[0079] 在某些实施例中，不是或除了根据所述无人飞行物的外部接触，可以根据方位变化触发所述无人飞行器自动降落。相应地，本发明提供的降落方法包括：(a)当所述无人飞

行器在空中飞行时，所述无人飞行器检测其方位变化；及(b)根据检测的方位变化及/或可视信号，产生所述无人飞行器的减速信号，使得所述无人飞行器停止。

[0080] 所述方位变化可以与前面描述的与无人飞行器起飞相关的方位变化相类似。例如，所述方位变化可以包括平移变化(例如高度、纬度及/或经度变化)或转动变化。所述方位变化可以包括所述无人飞行器的速度、加速度及/或方向的变化。所述方位变化也可以包括相对于参考坐标系或参照物的位置变化。在不同实施例中，所述位置变化可以由惯性传感器、GPS接收器、指南针、磁力计、高度计、红外线传感器、视觉或图像传感器(例如相机或摄像机)、光电传感器、运动传感器等来检测。在不同的实施例中，手或机械设备可以产生所述方位变化。

[0081] 图11A-11B及12说明无人飞行器降落方法。如图11A所示，人1101用手通过所述无人飞行器的手持部件1104抓住飞行中的无人飞行器1102。在某些实施例中，仅仅抓住所述手持部件可以使得所述无人飞行器减速或停止。在其他的实施例中，要使得所述无人飞行器减速或停止，除了抓住所述无人飞行器之外，还需要所述无人飞行器发生方位变化。所述方位变化可以包括所述无人飞行器的方向变化，例如将所述无人飞行器沿特定旋转轴倾斜或转动一个角度1152。可以对所述转动变化进行检测，例如利用所述无人飞行器的惯性传感器或视觉传感器1105对所述转动变化进行检测。

[0082] 在某些实施例中，所述方位变化可以包括外力(例如人)造成的突然加速或减速。例如，某人将握住的无人飞行器突然向某个方向投掷出去，将会造成所述无人飞行器的突然加速。可以利用所述无人飞行器上的传感器(例如惯性传感器)检测所述加速或减速，用以触发所述无人飞行器减速。

[0083] 图12是无人飞行器的方位变化的另外一个例子。如图所示，人1201通过手持部件1204握住无人飞行器1202并以预定的方式1206移动所述无人飞行器。所述预定的方式可以为大体上的圆形、从一边到另一边、“8”字型或任意其他适合的方式。可以使用本发明描述的一个或多个传感器(例如惯性传感器、视觉传感器、运动传感器等)检测所述方式。在某些实施例中，检测的外部接触及方位变化共同触发减慢或停止所述无人飞行器的螺旋桨的运动。

[0084] 在某些实施例中，外部信号可以用来触发所述无人飞行器降落，而不是或额外需要外部接触及/或方位变化来触发。所述外部信号可以包括可视信号、声音信号、姿势信号及其组合。在一个实施例中，无人飞行器降落方法包括步骤：(a)检测所述无人飞行器的操作者发出的可视信号；及(b)根据检测的方位变化及/或可视信号，产生所述无人飞行器的减速信号，以将所述无人飞行器停止。

[0085] 例如，可以采用图13-15描述的方法控制所述无人飞行器降落。如图13所示，所述无人飞行器上的传感器1305可以检测姿势1310并用以触发所述无人飞行器降落。所述姿势可以由身体任意部分作出，例如手、手臂、头、面部特征、眼睛等等。如图14所示，所述无人飞行器上的传感器1405可以检测可识别的视觉标记、符号或图案并用以触发所述无人飞行器降落。所述视觉标记、符号或图案可以是预定的颜色、形状、尺寸、大小等等。如图15所示，所述无人飞行器上的传感器1505可以检测光源1510并用以触发所述无人飞行器降落。

[0086] 在不同的实施例中，所述无人飞行器的降落可以由外部接触、方位变化、外部信号、任意其他感测机制或其组合来触发。例如，如图13-15所示，使用外部信号及所述无人飞

行器的外部接触(如图13、14、15中分别握住手持部件1304、1404、1504)来触发所述无人飞行器降落。如图11-12所示,使用方位变化及外部接触来触发所述无人飞行器降落。在其他的实施例中,可以使用方位变化及外部信号来触发所述无人飞行器降落。在其他的实施例中,使用外部接触、方位变化及外部信号来共同触发所述无人飞行器降落。

[0087] 在不同的实施例中,所述传感器及控制器可以设置在所述无人飞行器上也可以设置在所述无人飞行器外。例如,在一个实施例中,所述传感器及控制器都在所述无人飞行器上。在另一个实施例中,所述传感器及控制器都在所述无人飞行器外。在某些实施例中,一些传感器在所述无人飞行器上,而其他的传感器在所述无人飞行器外。在另一个实施例中,一些控制器在所述无人飞行器上,而其他的控制器在所述无人飞行器外。

[0088] 本发明所述的起飞及减速方法可以应用于各种无人飞行器。本说明书描述的无人飞行器只是展示一个或多个特有的特性。

[0089] 在一个实施例中,本发明提供一种无人飞行器,该无人飞行器包括:(a)一个或多个螺旋桨;(b)传感器,用于(1)检测所述无人飞行器的方位变化,(2)检测所述无人飞行器的操作者发出的可视信号,或(3)检测所述无人飞行器从手中的释放;(c)控制器,用于根据检测的方位变化或可视信号,提供用于驱动所述无人飞行器的驱动信号;及(d)致动器,用于根据所述驱动信号或可视信号,驱使所述一个或多个螺旋桨运动并产生升力及/或推力。

[0090] 在另一个实施例中,本发明提供一种无人飞行器,该无人飞行器包括:传感器,用于检测所述无人飞行器的方位变化及/或所述无人飞行器的操作者发出的可视信号;控制器,用于根据检测的方位变化及/或可视信号,提供用于对所述无人飞行器减速的减速信号;及致动器,用于根据所述减速信号,驱使所述无人飞行器减速。

[0091] 本发明还提供一种用于实现无人飞行器降落及减速的系统。图16说明该系统的架构。操作者1601操作遥控器1620,所述遥控器与无人飞行器1602上的传感器1605及所述无人飞行器外的感测系统1630无线通信。所述无人飞行器外的感测系统1630可以包括安装在(固定或可移动的)外部结构上的一个或多个传感器,所述外部结构如杆、建筑物、运载工具、人或动物。

[0092] 在某些实施例中,遥控器1620可以将来自于所述无人飞行器外的感测系统及/或所述无人飞行器上的传感器的感测数据提供给远程或所述无人飞行器外的控制器、远程计算机(例如基站中的计算机)或处理器等。所述遥控器可以确定是否触发所述无人飞行器自动起飞或降落,因而提供相应的命令或信号给所述无人飞行器。在其他的实施例中,可以将来自于所述无人飞行器外的感测系统及/或所述无人飞行器上的传感器的感测数据提供给所述无人飞行器上的控制器,而不是(或同时)提供给所述遥控器。在不同的实施例中,本说明书讨论的控制器功能可以由所述无人飞行器上的控制器、所述无人飞行器外的控制器或其组合实现。在某些实施例中,所述无人飞行器外的控制器实现自主降落,所述无人飞行器上的控制器实现自主起飞。在某些实施例中,所述无人飞行器外的控制器实现自主起飞,所述无人飞行器上的控制器实现自主降落。在某些实施例中,自主起飞与降落都由所述无人飞行器上的控制器实现。在某些实施例中,自主起飞与降落都由所述无人飞行器外的控制器实现。

[0093] 图17是实现本发明的另一个系统架构。如图所示,操作者1701操作遥控器1720,所述遥控器1720与无人飞行器1702上的传感器1705及1730无线通信。所述传感器1705可以是

方位传感器，例如惯性传感器、GPS接收器、磁力计等。所述传感器1730可以是视觉传感器，例如相机或摄像机。在某些实施例中，所述无人飞行器上的一些传感器可以将感测数据传送给所述无人飞行器上的控制器，该控制器进而将该感测数据直接传送给所述遥控器。如前所述，所述感测/检测及控制功能可以由所述无人飞行器上的系统、所述无人飞行器外的系统或其组合实现。

[0094] 图18说明实现本发明的系统1800包括的部件。如图所示，系统1800包括控制器1810，所述控制器1810以有线或无线方式与一个或多个传感器或感测系统1801a-c连接。所述传感器可以通过控制器局域网(controller area network，CAN)与所述控制器连接。所述控制器1810也可以与一个或多个致动器1820连接以控制所述无人飞行器的状态。

[0095] 所述传感器可以包括本说明书描述的任意传感器，例如惯性传感器、GPS接收器、指南针、磁力计、高度计、距离传感器(例如红外线传感器或激光雷达传感器)、视觉或图像传感器(例如相机或摄像机)、光电传感器、运动传感器、触控传感器、压力传感器、温度传感器、磁传感器等等。

[0096] 在某些实施例中，可以将一些传感器(例如视觉传感器)与现场可编程门阵列(field programmable gate array，FPGA，图上未示出)连接。可以将所述现场可编程门阵列与所述控制器连接(例如通过通用存储控制器(general purpose memory controller，GPMC)连接)。在某些实施例中，可以将一些传感器(例如视觉传感器)及/或所述现场可编程门阵列与传输模块连接。所述传输模块可以用来将所述传感器获取的数据(例如图像数据)传送给任意适合的外部设备或系统，例如本说明书描述的终端或远程设备。

[0097] 所述控制器可以包括一个或多个可编程处理器(例如中央处理器)。所述控制器可以与非易失性计算机可读介质1830连接。所述非易失性计算机可读介质可以包括一个或多个存储单元(例如可移动介质或外部存储器，如SD卡或随机存储器)。在某些实施例中，来自于所述传感器(例如相机)的数据可以直接传送及存储于所述非易失性计算机可读介质的存储单元中(例如通过直接内存访问连接(DMA))。所述非易失性计算机可读介质的存储单元可以存储代码及/或程序指令。所述控制器执行该代码及/或程序指令，以执行本说明书描述的方法实施例。例如，所述控制器可以执行指令，使得所述控制器的一个或多个处理器分析一个或多个传感器或感测系统产生的数据，以确定本说明书描述的所述无人飞行器的方位及/或运动信息、检测的外部接触信息及/或检测的外部信号信息。又如，所述控制器可以执行指令，使得所述控制器的一个或多个处理器决定是否控制所述无人飞行器自主起飞或降落。

[0098] 所述非易失性计算机可读介质1830的存储单元存储来自于所述一个或多个感测系统的感测数据，该感测数据将由所述控制器处理。在某些实施例中，所述存储单元可以存储所述无人飞行器方位及/或运动信息、检测的外部接触信息及/或检测的外部信号信息。可选地或结合地，所述存储单元可以存储用以控制所述无人飞行器的预定或预存的数据(例如预定的感测数据的阈值、用以控制所述致动器的参数、所述无人飞行器的预定飞行路径、速度、加速度或方向)。

[0099] 如前所述，所述控制器1810可以通过一个或多个致动器1820调整所述无人飞行器的状态。例如，所述控制器可以控制所述无人飞行器的转子(例如控制转子的旋转速度)，因而调整所述无人飞行器或其部件(例如负载、负载的载体)相对于多达六个自由度(沿X、Y及

Z轴的平移运动及横滚轴、俯仰轴及航向轴的旋转运动)的空间布局。可选地或结合地,所述控制器可以调整所述无人飞行器相对于六个自由度的速度或加速度。在某些实施例中,所述控制器可以基于预定的控制数据或所述无人飞行器的位置、外部接触或外部信号信息来控制所述无人飞行器。通过处理来自于一个或多个感测系统的感测数据,可以获得所述无人飞行器的方位、外部接触或外部信号信息。例如,所述控制器可以基于是否需要起飞或降落来为所述致动器提供加速或减速信号。

[0100] 在不同的实施例中,所述致动器可以包括电机、机械传动装置、液压传动装置、气压传动装置等等。所述电机可以包括磁力电机、静电电机或压电电机。例如,在某个实施例中,所述致动器包括有刷或无刷直流电机。

[0101] 所述控制器可以与通信模块1840连接,用以传送及/或接收来自于一个或多个外部设备(例如终端、显示设备或其他遥控器)的数据。所述通信模块可以使用任意适用的通信方式,例如有线通信或无线通信。例如,所述通信模块可以采用一个或多个局域网、广域网、红外线、无线电波、WiFi、点对点(point-to-point,P2P)网络、电信网络、云通信等等。可选地,可以采用中继站,例如发射塔、卫星或移动站。所述无线通信可以受距离的影响也可以不受距离的影响。在某些实施例中,可以在视线之内通信也可以在视线之外通信。所述通信模块可以传送及/或接收来自于所述感测系统的一个或多个感测数据、方位及/或运动信息、通过处理所述感测数据获得的外部接触信息及/或外部信号信息、预定的控制数据、来自于终端或遥控器的用户命令等等。

[0102] 所述系统的部件可以进行任意适合的配置。例如,该系统的一个或多个部件可以设置在所述无人飞行器、载体、负载、终端、感测系统或任意与上述一个或多个设备相通信的其他远程设备或系统上。此外,尽管图18描述单个控制器及单个非易失性计算机可读介质,本领域的技术人员应当知道,该描述并非对所述系统的限制,所述系统可以包括多个控制器及/或非易失性计算机可读介质。在某些实施例中,所述多个控制器及/或非易失性计算机可读介质中的一个或多个可以设置在不同位置,例如在所述无人飞行器、载体、负载、终端、感测系统或任意与上述一个或多个设备相通信的其他远程设备或系统或其适当的组合上,使得所述系统便于在上述一个或多个位置执行处理及/或存储功能。

[0103] 所述无人飞行器包括但不限于单旋翼飞行器、多旋翼飞行器及旋翼飞行器。旋翼飞行器通常利用螺旋桨绕杆或轴旋转产生升力。所述旋翼飞行器包括例如直升机、滚翼机、自转旋翼机、旋翼式直升飞机等等。所述旋翼飞行器可以有多个安装在所述飞行器的多个位置的转子。例如,所述无人飞行器可以包括四旋翼直升机、六旋翼直升机、十旋翼直升机等等。

[0104] 在不同的实施例中,所述无人飞行器可以相对于六个自由度(例如三个平移自由度及三个旋转自由度)自由运动。或者,所述无人飞行器可以限制在一个或多个自由度运动,例如限制在预定轨道或轨迹。所述运动可以由任意适合的驱动机制驱动,例如由引擎或电机驱动。在某些实施例中,所述无人飞行器可以受推进系统驱动。推进系统可以包括例如引擎、电机、轮子、轮轴、磁铁、转子、螺旋桨、桨叶、喷嘴或任何适合的上述部件的组合。可以由任意适合的能源,例如电能、磁能、太阳能、风能、重力能、化学能、核能或任何适合的能源的组合为所述无人飞行器的运动提供动力。

[0105] 在不同的实施例中,所述无人飞行器可以采用不同的大小、尺寸及/或结构。例如,

在一个实施例中，所述无人飞行器可以是多旋翼无人飞行器，反向转动的转子的轴间距不超过某一阈值。所述阈值可以是大约5m、4m、3m、2m、1m等等。例如，所述反向转动的转子的轴间距的数值可以是350mm、450mm、800mm、900mm等等。

[0106] 在某些实施例中，所述无人飞行器的大小及/或尺寸足以容纳一个人在其中或其上。或者，所述无人飞行器的大小及/或尺寸不足以容纳一个人在其中或其上。在某些情况下，所述无人飞行器的最大的尺寸(例如长、宽、高、直径、对角线)不超过5m、4m、3m、2m、1m、0.5m或0.1m。例如，所述反向转动的转子的轴间距可以不超过5m、4m、3m、2m、1m、0.5m或0.1m。在某些实施例中，所述无人飞行器的体积可以小于100cm x 100cm x 100cm。在某些实施例中，所述无人飞行器的体积可以小于50cm x 50cm x 30cm。在某些实施例中，所述无人飞行器的体积可以小于5cm x 5cm x 3cm。在某些实施例中，所述无人飞行器的占地面积(所述无人飞行器的横截面的面积)可以小于大约32,000cm^2、20,000cm^2、10,000cm^2、1,000cm^2、500cm^2、100cm^2或更小。在某些情况下，所述无人飞行器的重量可以不超过1000kg、500kg、100kg、10kg、5kg、1kg或者0.5kg。

[0107] 在不同的实施例中，所述无人飞行器可以搭载载荷。所述载荷可以包括一个或多个货物、装置、仪器等等。所述载荷可以有壳体。可选地，所述载荷的部分或整个可以没有壳体。所述载荷可以相对于所述无人飞行器刚性固定。或者，所述载荷可以相对于所述无人飞行器运动(例如相对于所述无人飞行器平移或旋转)。

[0108] 在某些实施例中，所述载荷包括负载708及搭载所述负载的载体709。所述载体可以与所述无人飞行器一体成型。或者，所述载体可以可拆卸地连接到所述无人飞行器。所述载体可以与所述无人飞行器直接或间接连接。所述载体可以支撑所述负载(例如至少支撑所述负载的部分重量)。所述载体可以包括适合的安装结构(例如云台)，能够稳定及/或控制所述负载的运动。在某些实施例中，所述载体可以适用于控制所述负载相对于所述无人飞行器的状态(例如位置及/或方向)。例如，所述载体可以相对于所述无人飞行器运动(例如相对于一个、两个或三个平移自由度及/或一个、两个或三个旋转自由度运动)，使得所述负载相对于适合的参考坐标系保持其位置/及或方向而不受所述无人飞行器运动的影响。所述参考坐标系可以是固定参考坐标系(例如周围环境)。或者，所述参考坐标系可以是运动参考坐标系(例如所述无人飞行器、负载)。

[0109] 在某些实施例中，所述载体可以使得所述负载相对于所述载体及/或无人飞行器运动。所述运动可以是相对于达到三个自由度(例如沿一个、两个或三个轴)的平移、相对于达到三个自由度(例如沿一个、两个或三个轴)的旋转或者其任意组合。例如，所述载体可以包括框架组件及致动器组件。所述框架组件可以为所述负载提供结构支撑。所述框架组件可以包括多个单独的框架部件，其中一些框架部件可以相互运动。

[0110] 所述框架组件及/或单独的框架部件可以与驱动组件连接，该驱动组件驱使所述框架组件运动。所述驱动组件可以包括一个或多个致动器(例如电机)，用于驱使所述单独的框架部件运动。所述致动器可以使得多个框架部件同时运动或每次只有一个框架部件运动。所述框架部件的运动可以使得所述负载相应运动。例如，所述驱动组件可以驱使一个或多个框架部件绕一个或多个旋转轴(例如横滚轴、俯仰轴或航向轴)旋转。所述一个或多个框架部件的旋转可以使得负载相对于所述无人飞行器绕一个或多个旋转轴旋转。可选地或结合地，所述驱动组件可以驱使一个或多个框架部件沿一个或多个平移轴平移，从而使所

述负载相对于所述无人飞行器沿一个或多个对应的平移轴平移。

[0111] 所述负载可以通过所述载体与所述无人飞行器直接(例如直接接触所述无人飞行器)或间接(例如不接触所述无人飞行器)连接。可选地,所述负载可以无需载体安装在所述无人飞行器上。所述负载可以与所述载体形成一个整体。或者,所述负载可以可拆卸地与所述载体连接。在某些实施例中,所述负载可以包括一个或多个负载元件,如前所述,所述负载元件可以相对于所述无人飞行器及/或载体运动。所述负载可以包括用于测量一个或多个目标的一个或多个传感器。所述负载可以包含任意适合的传感器,例如图像获取设备(如相机)、声音获取设备(如抛物面麦克风)、红外线成像设备或紫外线成像设备。所述传感器可以提供静态感测数据(例如照片)或动态感测数据(例如视频)。在某些实施例中,所述传感器将感测数据提供给所述负载的感测对象。可选地或结合地,所述负载可以包括一个或多个发射器,用于将信号提供给一个或多个感测对象。所述发射器可以是任意适合的发射器,例如光源或声源。在某些实施例中,所述负载包括一个或多个收发器,例如用于与远离所述无人飞行器的模组通信。

[0112] 图1是用于实现本发明的无人飞行器100的示例。所述无人飞行器100包括推进系统,该推进系统具有一个或多个转子102。所述转子的数量可以是任意的(例如一个、两个、三个、四个、五个、六个或更多)。所述转子可以与各个螺旋桨101旋转连接。使用时,所述转子可以使得所述螺旋桨以相同或不同的速度绕旋转轴旋转,使得所述无人飞行器盘旋/保持位置、改变方向及/或改变位置。反向旋转的转子的轴间距可以是任意适合的长度。例如,所述长度可以小于等于2m或5m。在某些实施例中,所述长度可以在40cm到1m、10cm到2m或5cm到5m的范围内。

[0113] 在某些实施例中,所述无人飞行器可以包括机体104,用于容纳或携带所述无人飞行器的不同部件,例如电气部件。所述部件可以设置在所述机体内或在所述机体的外表面上。所述机体携带的部件包括飞行控制单元、处理器、电路板、致动器(例如电机)、通信单元、传感器等等。

[0114] 在某些实施例中,所述无人飞行器的机体可以具有连接其上的一个或多个外延部件103。所述外延部件可以包括支撑部件,当所述无人飞行器不在空中飞行时,所述支撑部件支撑所述无人飞行器的整个或部分重量。例如,所述支撑部件可以包括图1所示的着陆架。所述着陆架可以形成矩形或类似形状的结构,用于抵挡施加其上的外力,例如降落时的外力。

[0115] 在某些实施例中,所述外延部件103可以被外部物体,例如人手、机械手臂等触碰、抓住或其他方式接触。在某些实施例中,所述无人飞行器可以检测所述接触(例如利用所述外延部件上的触碰传感器来检测)。根据检测的外部接触,所述无人飞行器可以自动减速。例如,所述无人飞行器的控制器可以接收检测的外部接触并产生给一个或多个致动器(电机)的与所述转子相关的减速信号,使得所述转子(及相关的螺旋桨)减慢速度、失速及/或完全停止。

[0116] 在不同的实施例中,所述无人飞行器可以携带一个或多个传感器105及106。所述传感器可以包括但不限于惯性传感器、GPS接收器、指南针、磁力计、高度计、红外传感器、视觉或图像传感器(例如相机或摄像机)、光电传感器、声音传感器(例如麦克风)、运动传感器、触控传感器、压力传感器、温度传感器、磁铁等等。

[0117] 在不同的实施例中，所述无人飞行器上的传感器可以位于所述无人飞行器的任意适当位置。例如，一些传感器105位于所述无人飞行器的机体外表面上或机体内。又如，一些传感器106位于与所述无人飞行器的机体相连接的外延部件上。

[0118] 所述无人飞行器上的传感器可以用作不同用途。例如，所述传感器可以用于监视、测量、摄像、搜寻与援救、远程感测、样本采集、科学研究等等。在某些实施例中，可以应用本说明书描述的技术，某些传感器可以用于控制所述无人飞行器降落及/或起飞。例如，所述传感器(例如惯性传感器、GPS接收器及/或视觉传感器)可以用于检测所述无人飞行器的方位变化(包括平移变化或旋转变化，例如位置、速度、加速度及/或方向的变化)。又如，所述传感器(例如视觉传感器、声音传感器或运动传感器)可以用于检测外部信号，例如可视信号、语音信号、物体(例如身体部分)的姿势或运动。所述无人飞行器可以将检测的方位变化及/或外部信号用以自主起飞所述无人飞行器，例如，通过使所述转子启动并/或加速(从而使所述螺旋桨旋转)而产生所述无人飞行器上升或保持高度需要的升力。在某些实施例中，如前所述，所述无人飞行器可以根据来自于一个、两个、三个或更多的传感器的输入数据起飞。

[0119] 在另一个例子中，当所述无人飞行器在空中飞行时，所述传感器(例如触碰传感器、压力传感器、光电传感器、运动传感器)可以用于检测作用于所述无人飞行器的外部接触。根据检测的外部接触，所述无人飞行器可以自主使得所述转子(及相关的螺旋桨)减速。例如，所述无人飞行器的控制器可以接收检测的外部接触并产生给一个或多个致动器(例如电机)的一个或多个减速或失速信号，使得所述螺旋桨减慢速度或停止旋转。如本说明书所述，而不是或除了检测外部接触，所述无人飞行器可以检测方位变化及/或外部信号(声音/视觉/运动)用于自主降落。

[0120] 在某些实施例中，某些感测器可以设置在所述无人飞行器外。这些传感器可以设置在所述无人飞行器操作的环境中。例如，所述传感器可以安装或设置在房间内墙(例如当所述无人飞行器在室内操作时)、建筑物、树木或其他固定结构(例如当所述无人飞行器在室外操作时)及/或可移动物体上。所述可移动物体可以包括运载工具，例如空中运载工具、水中运动工具、地面运载工具、太空运载工具及其组合。在某些实施例中，所述可移动物体可以是生物，例如人或动物。

[0121] 如前所述，无人飞行器可以根据作用于该无人飞行器的外部接触执行自动降落操作。在某些实施例中，为了便于施加所述外部接触，所述无人飞行器可以提供用于触碰、抓住或其他方式接触的手持部件或结构或者与外部物体相啮合。在某些实施例中，所述手持部件可以包括具有其他功能的结构。例如，如图1所示，人或机械手可以抓住起落架103。所述起落架即为手持部件。与此同时，当所述无人飞行器降落时，所述起落架103还可以用于支撑所述无人飞行器的整个或部分重量。因此，所述手持部件也可以用作其他用途(例如着陆架)。在其他的实施例中，所述手持部件可以包括一个结构，该结构的唯一作用就是用来被外部物体接触。

[0122] 在不同的实施例中，所述手持部件可以包括把手、钩子、杆、绳子、支撑腿、架子、外延结构、洞、孔、凸起、磁铁、挂钩、环等或其组合。图2-6示出具有手持部件的无人飞行器的例子。在某些实施例中，所述手持部件可以具有适于人手、机械手臂或手或任意其他适合的抓握设备或结构抓住、握住或触摸的大小、形状及尺寸。在某些实施例中，手持部件的位置

可以相对于所述无人飞行器设置，使得当手或设备握住或触碰所述手持部件时，所述手或设备和所述无人飞行器的一个或多个螺旋桨或其他部件之间有足够远的距离，以避免伤害或损坏手或设备。在某些实施例中，所述手持部件可以包括一个或多个用于检测外部接触的传感器。所述传感器可以包括例如触控传感器、温度传感器、压力传感器、光电传感器、视觉传感器或其组合。在某些实施例中，某些传感器可以嵌入所述手持部件中、位于所述无人飞行器的其他部分上及/或在所述无人飞行器外。所述传感器可以以有线或无线通信方法与所述无人飞行器的控制器通信。

[0123] 图2是无人飞行器200的示例。所述无人飞行器200可以与图1所示的无人飞行器100相似。例如，类似于图1所示的无人飞行器100，所述无人飞行器200可以包括转子200、螺旋桨201、机体204、传感器205及着陆支架203。然而，与无人飞行器100不同，无人飞行器200还包括一个或多个握杆或把手206，可以握住或接触(例如用手或机械设备)该握杆或把手206，以便于自动降落。所述握杆可以从所述无人飞行器机体的侧面伸出。所述无人飞行器的手持部件可以包括所述握杆206及所述着陆支架203。

[0124] 图3是无人飞行器300的示例。所述无人飞行器300可以与图1-2所示的无人飞行器100与200相似。然而，所述无人飞行器300不包括着陆支架203或者握杆206，而是包括一个或多个基本竖直的支撑腿303，可以握住或接触(例如用手或机械设备)该支撑腿303，以便于自动降落。在某些实施例中，所述支撑腿303可以选择用作起落架，当所述无人飞行器在地面而不在空中飞行时，所述支撑腿303支撑所述无人飞行器的整个或部分重量。

[0125] 图4是无人飞行器400的示例。所述无人飞行器400可以与图3所示的无人飞行器300相似。例如，无人飞行器400包括4个基本竖直的握杆406。可以握住或接触(例如用手或机械设备)该握杆406，以便于使所述无人飞行器400自动降落。每个握杆406可以包括传感器407，用于检测与该握杆的外部接触。如前所述，所述传感器可以包括触碰传感器、温度传感器、压力传感器、光电传感器、视觉传感器或其组合。此外，所述握杆406相对于所述无人飞行器的位置可以不同于所述支撑腿304。例如，所述握杆406之间的位置可以更远及/或可以在所述无人飞行器的每个转子的正下方，而所述支撑腿306之间的位置可以更近及/或在所述无人飞行器的机体的下方。在某些实施例中，所述握杆406可以用作起落架，当所述无人飞行器在地面而不在空中飞行时，所述握杆406支撑所述无人飞行器的整个或部分重量。

[0126] 图5是无人飞行器500的示例。所述无人飞行器500可以与图4所示的无人飞行器400相似。然而，与包括四个基本竖直的保持杆不同，所述无人飞行器500可以只包括以双脚架的方式从所述无人飞行器的机体伸出的两个保持杆506。每个保持杆506可以包括传感器507，用于检测与该保持杆的外部接触。在某些实施例中，可以采用任意适当数量的保持杆。例如，所述无人飞行器可以包括一个、两个、三个、四个、五个或更多保持杆。

[0127] 图6是无人飞行器600的示例。所述无人飞行器600可以与图5所示的无人飞行器500相似。然而，所述无人飞行器600可以只包括从所述无人飞行器的机体基本竖直伸出的一个保持杆606，而不包括两个类似双脚架的保持杆。所述保持杆606可以包括传感器607，用于检测与该保持杆的外部接触。在不同的实施例中，无人飞行器可以具有本说明描述的手持部件的任意组合或其变形。例如，在一个实施例中，所述无人飞行器可以具有三个手持部件，其中两个如图2所示从所述无人飞行器的机体的侧面伸出，另一个如图6所示从机体的正下方伸出。

[0128] 图7是无人飞行器的另一个示例。根据本发明的一个实施例，无人飞行器700可以用来实现本发明。所述无人飞行器700与图3所示的无人飞行器300相似。然而，如图7所示，所述无人飞行器700带有载荷。所述载荷可以包括负载708及用于搭载所述负载的载体709。所述载体可以与所述无人飞行器形成一个整体。或者，所述载体可以可拆卸地连接到所述无人飞行器。所述载体可以包括适当的安装结构(例如云台)，能够稳定及/或控制所述负载的运动。在某些实施例中，所述载体可以用于控制所述负载相对于所述无人飞行器的状态(例如位置及/或方向)。在某些实施例中，所述载体可以使得所述负载相对于所述载体及/或无人飞行器运动。所述运动可以是相对于达到三个自由度(例如沿一个、两个或三个轴)的平移或者相对于达到三个自由度(例如沿一个、两个或三个轴)的旋转，或者其任意适合的组合。例如，所述载体可以包括框架组件及致动器组件。所述框架组件可以为所述负载提供结构支撑。所述框架组件可以包括多个框架部件，其中一些框架部件可以相互运动。所述驱动组件可以包括一个或多个致动器(例如电机)，用于驱使所述框架部件运动。所述致动器可以使得多个框架部件同时运动或每次只有一个框架部件运动。所述框架部件的运动可以使得所述负载相应运动。例如，所述驱动组件可以驱使一个或多个框架部件绕一个或多个旋转轴(例如横滚轴、俯仰轴或航向轴)旋转。所述一个或多个框架部件的旋转可以使得负载相对于所述无人飞行器绕一个或多个旋转轴旋转。可选地或结合地，所述驱动组件可以驱使一个或多个框架部件沿一个或多个平移轴平移，从而使所述负载相对于所述无人飞行器沿一个或多个对应的平移轴平移。

[0129] 在某些实施例中，无人飞行器可以比所述载荷(包括负载及/或载体)小。在某些例子中，无人飞行器重量与载荷重量的比值可以大于、小于或等于大约1:1。在某些情况下，无人飞行器重量与负载重量的比值可以大于、小于或等于大约1:1。根据需要，无人飞行器重量与载荷重量的比值可以等于1:2、1:3、1:4或甚至更小。相反地，无人飞行器重量与载荷重量的比值可以等于2:1、3:1、4:1、5:1或甚至更大。可选地，载体重量与负载重量的比值可以大于、小于或者等于大约1:1。根据需要，载体重量与负载重量的比值可以等于1:2、1:3、1:4或甚至更小。相反地，载体重量与负载重量的比值可以等于2:1、3:1、4:1、5:1或甚至更大。在某些实施例中，所述无人飞行器可以有较低的能量消耗。例如，所述无人飞行器的能量消耗可以小于2W/h。在某些情况下，所述载体可以有较低的能量消耗。例如，所述载体的能量消耗可以小于2W/h。

[0130] 以上所述仅为本发明的较佳实施例，并非因此限制本发明的专利范围，本领域的普通技术人员在不脱离本发明精神的情况下，可以做出变化、改变、等效结构或等效流程变换。这些变换均同理包括在本发明的专利保护范围内，本发明的范围仅局限于后附的权利要求书。

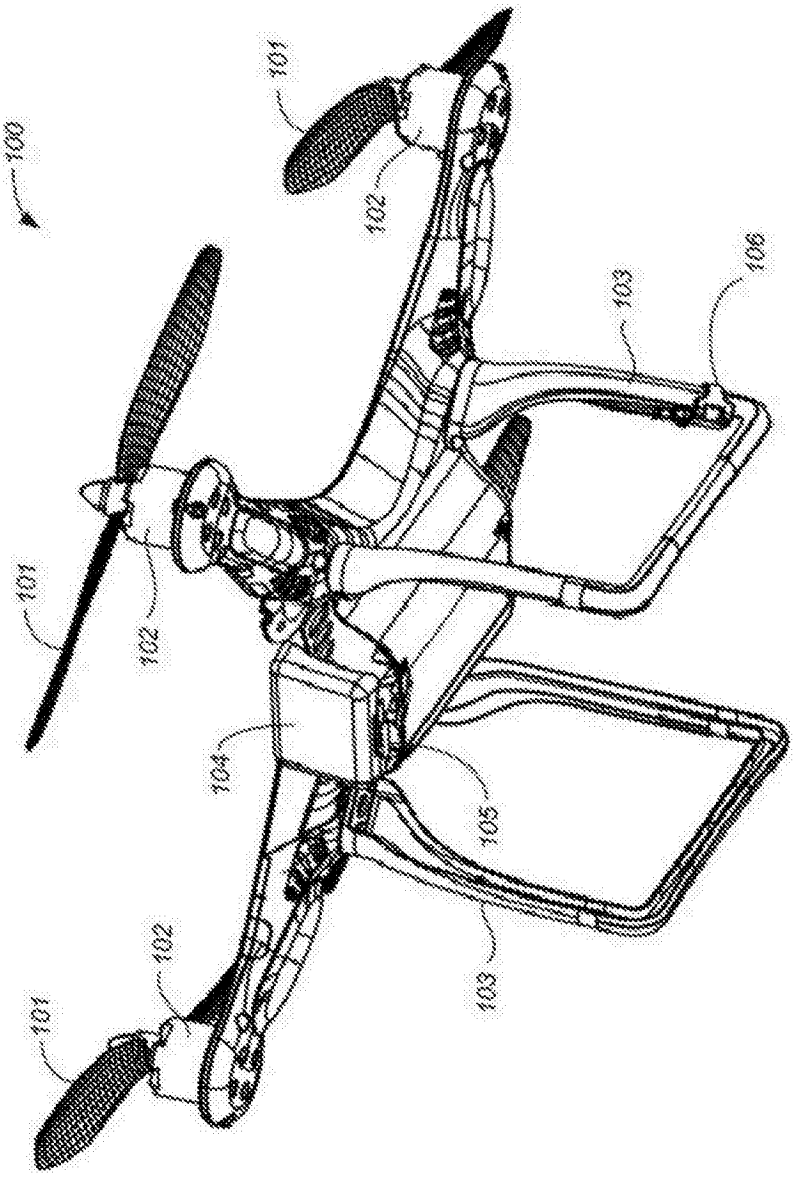


图1

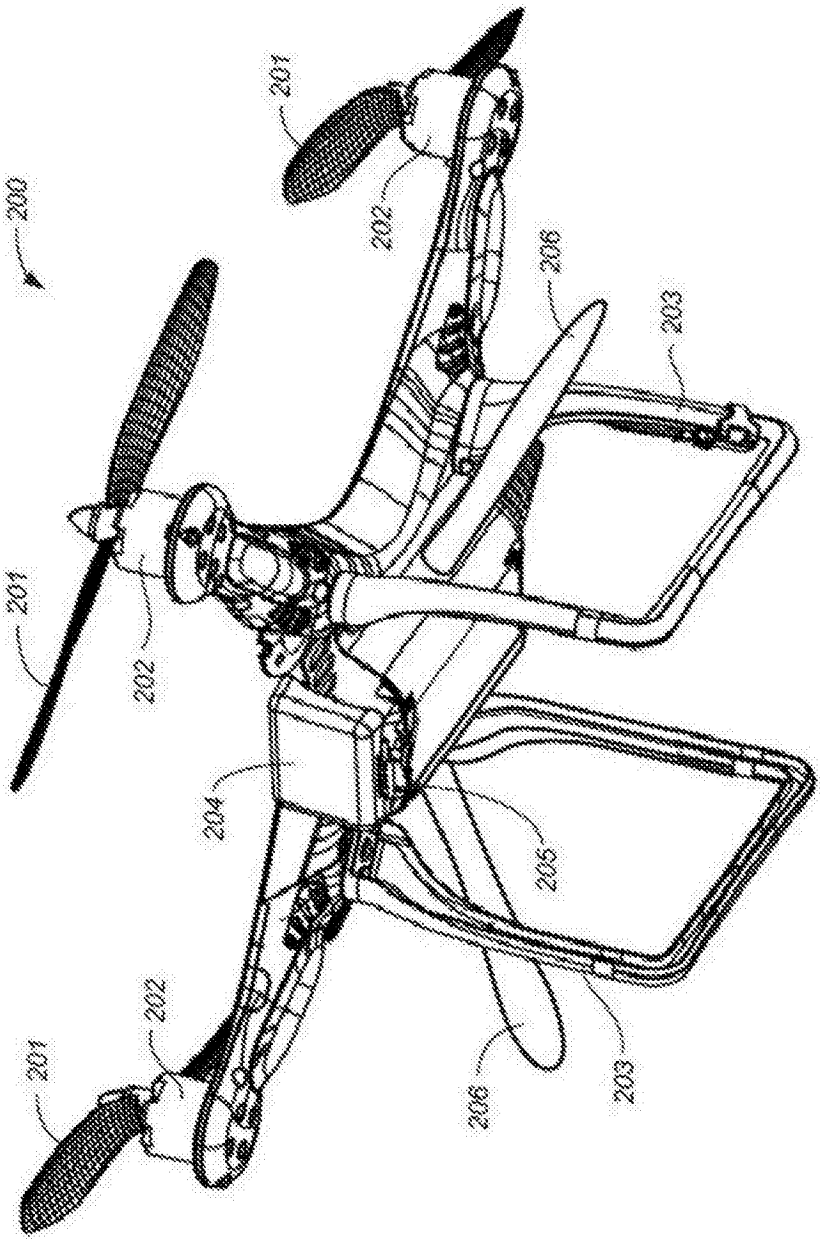


图2

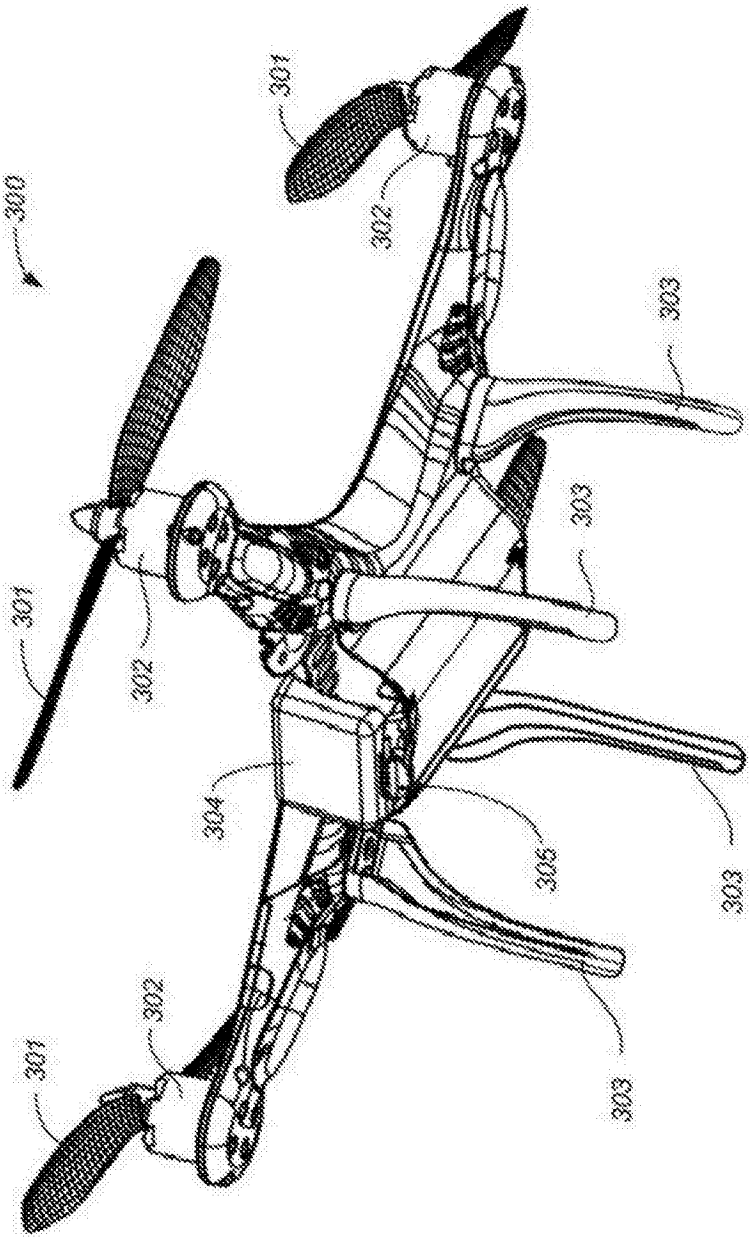


图3

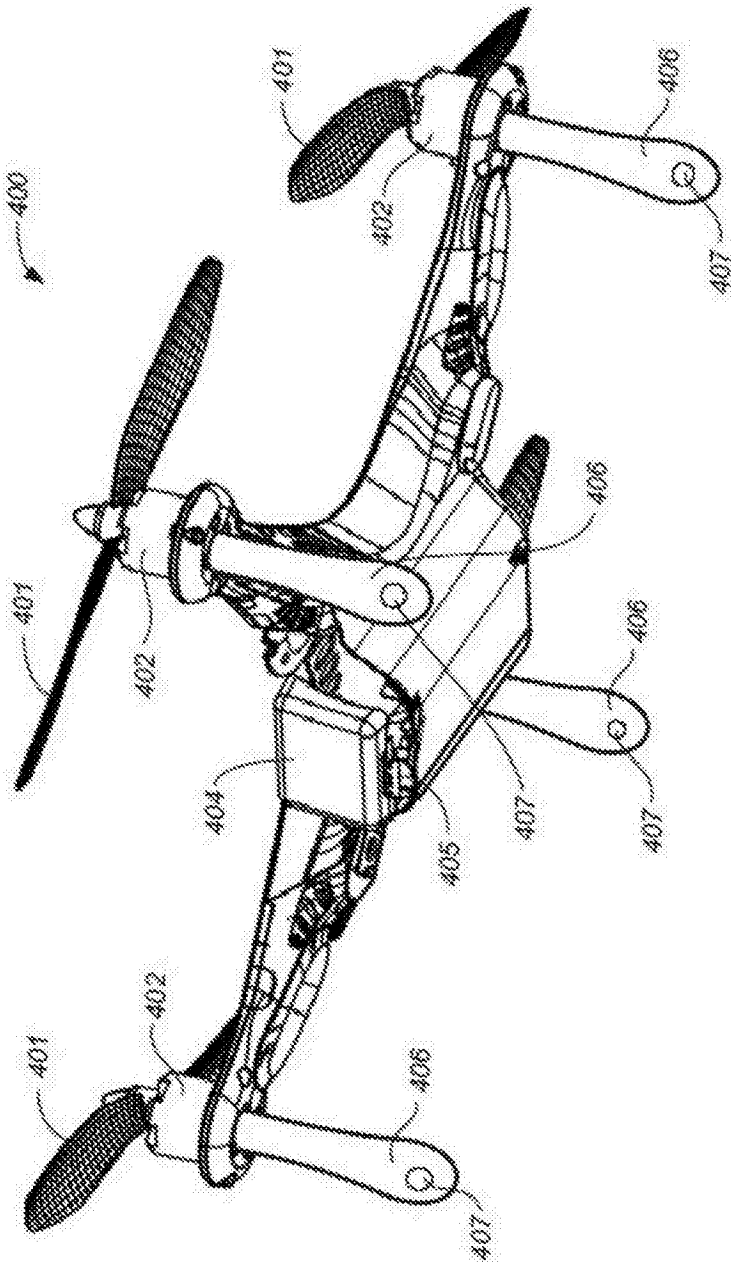


图4

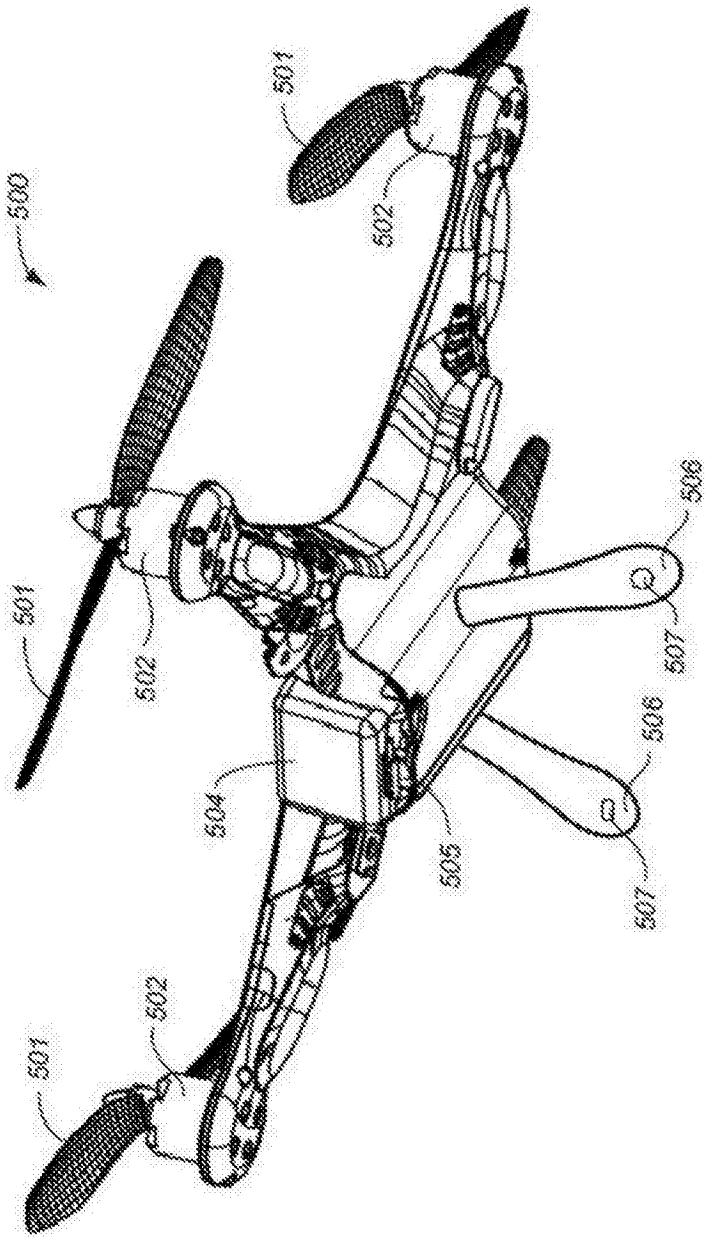


图5

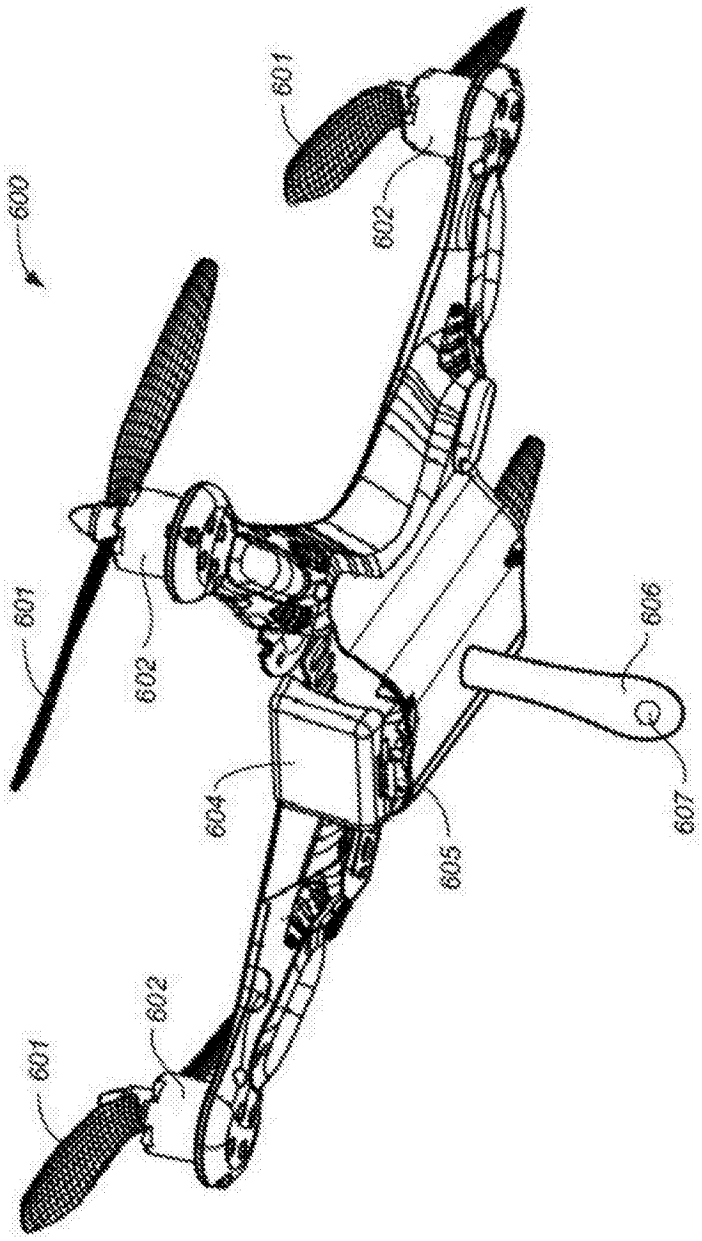


图6

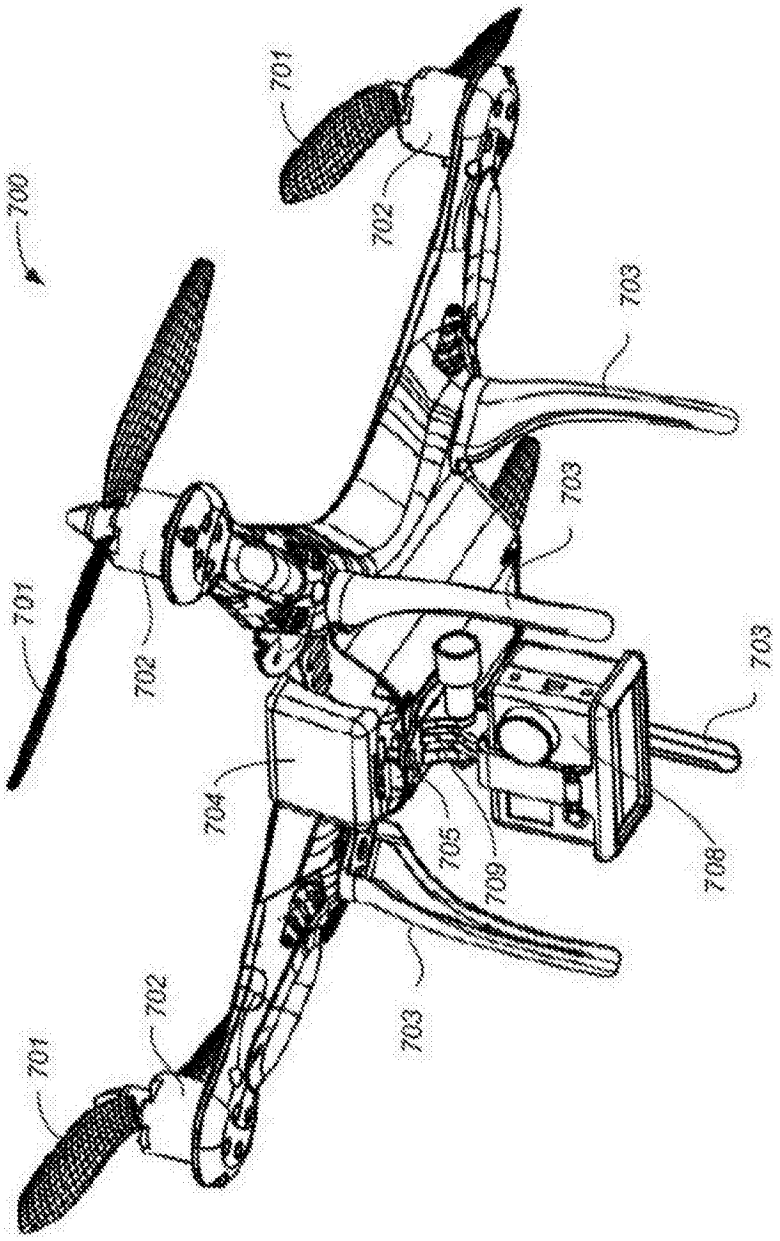


图7

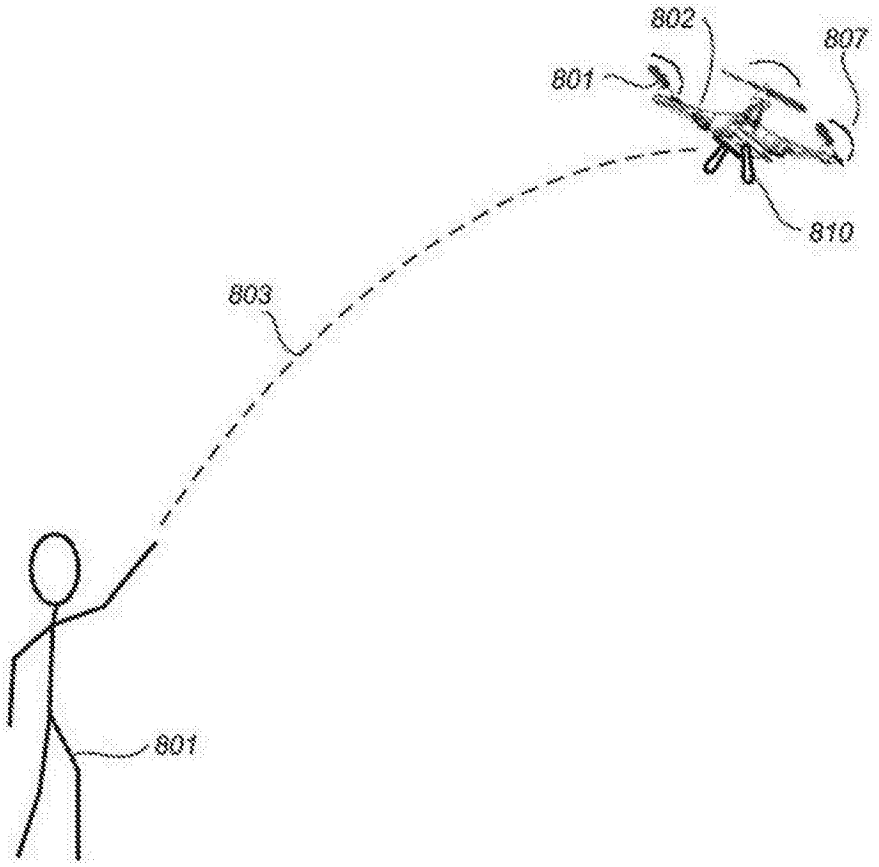


图8

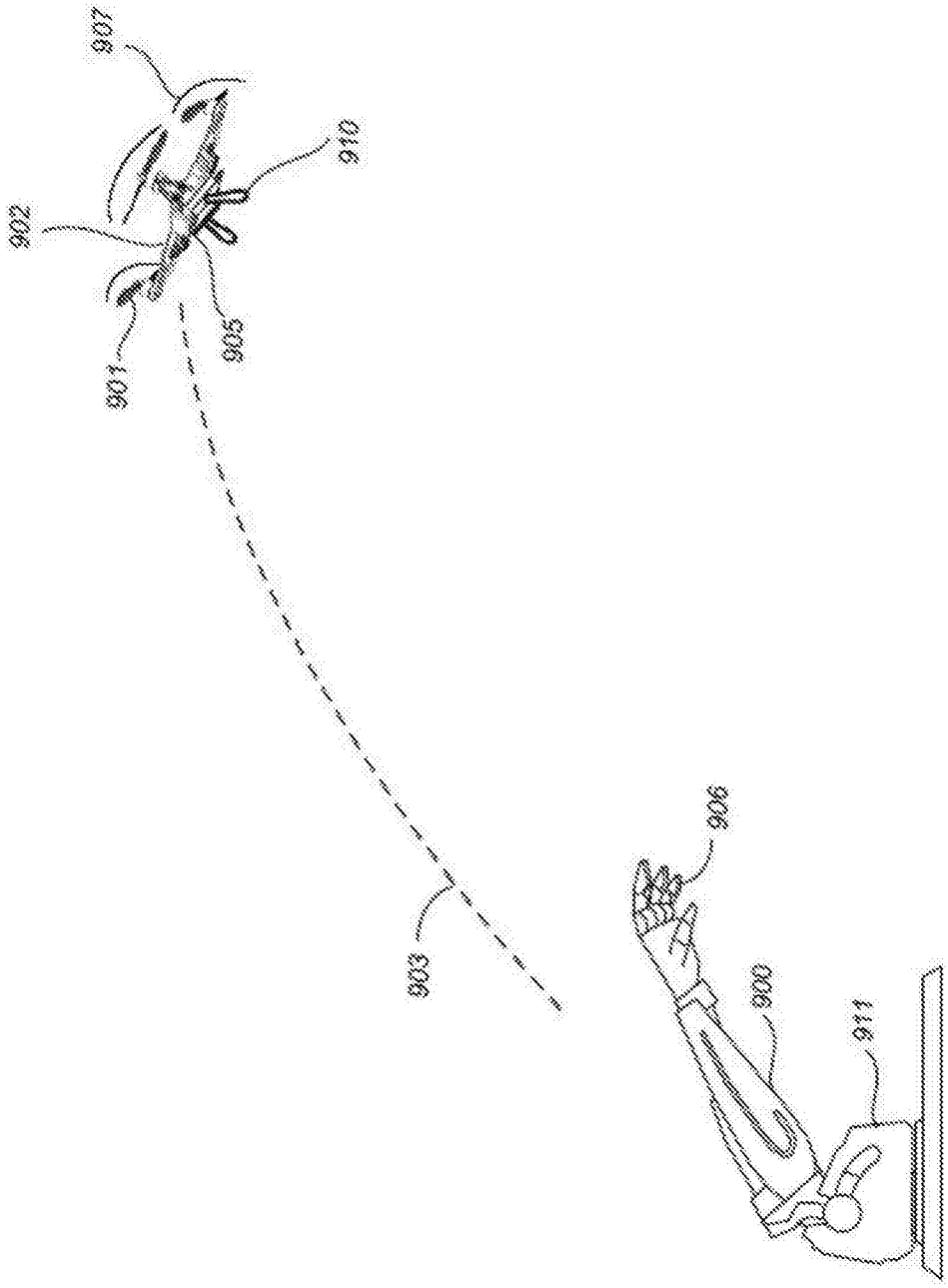


图9A

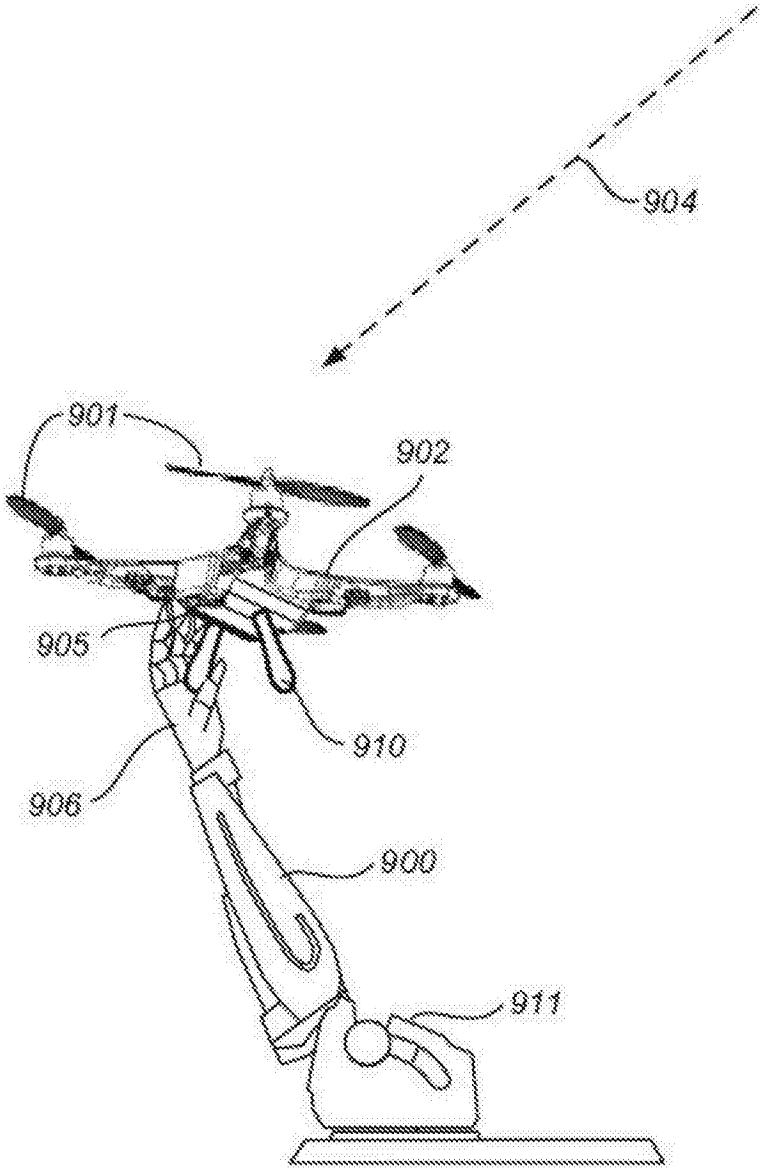


图9B

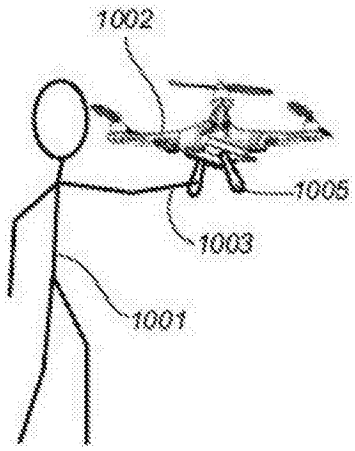


图10A

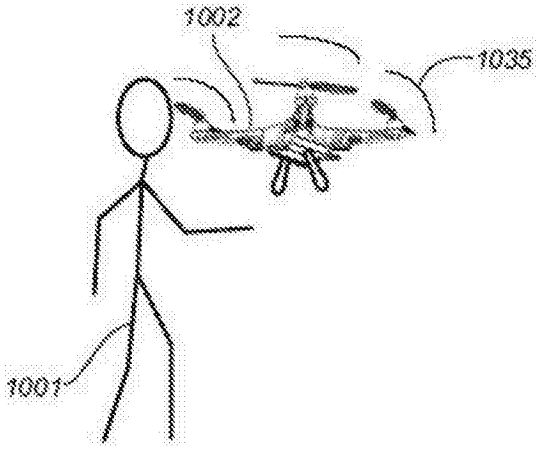


图10B

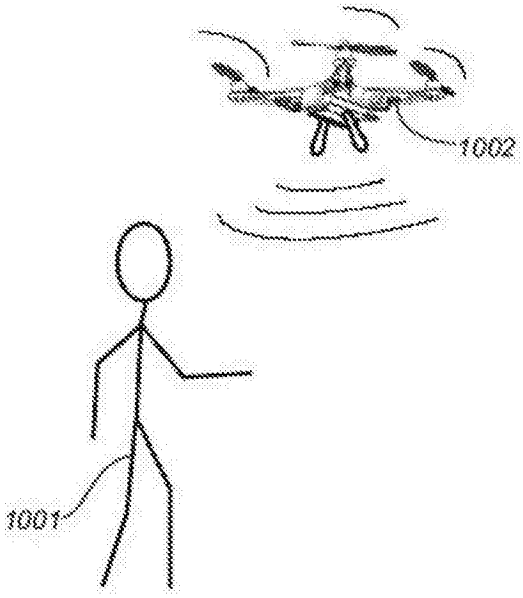


图10C

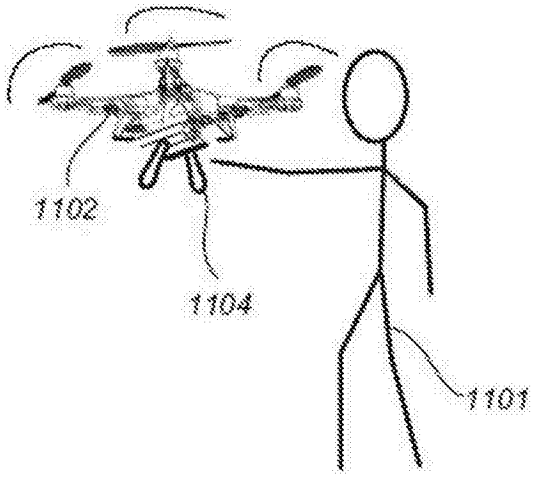


图11A

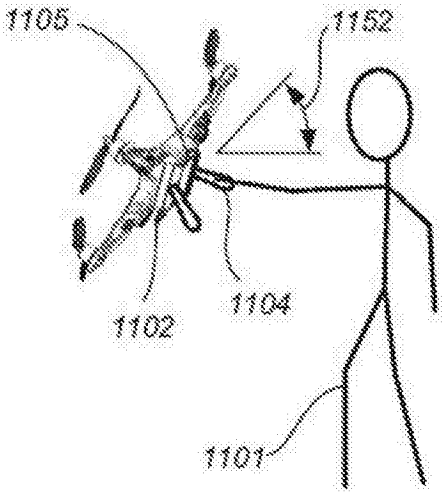


图11B

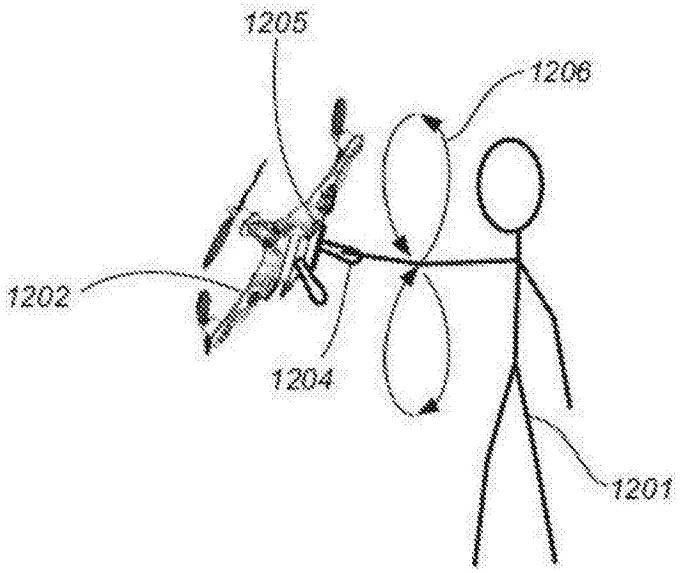


图12

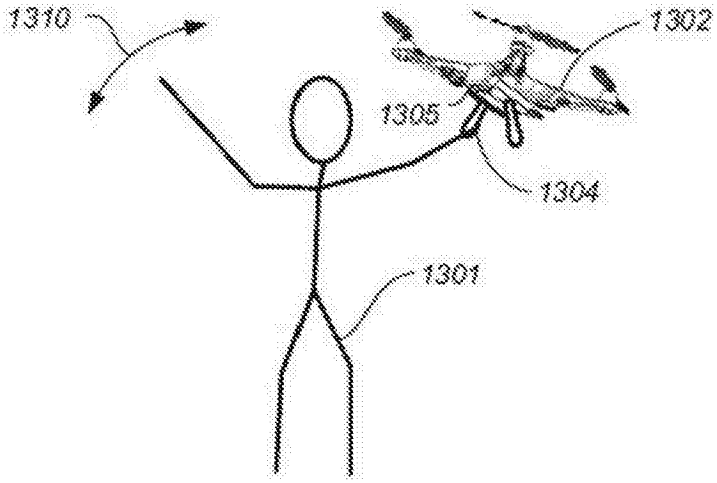


图13

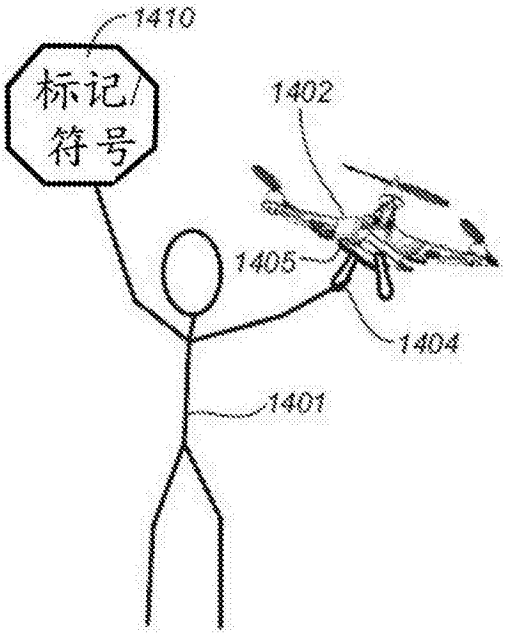


图14

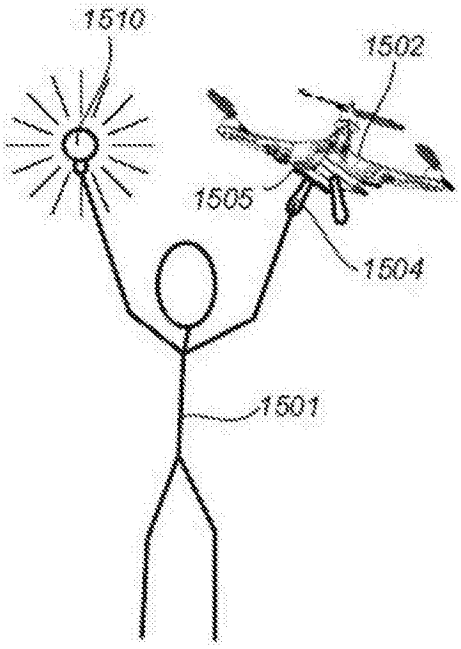


图15

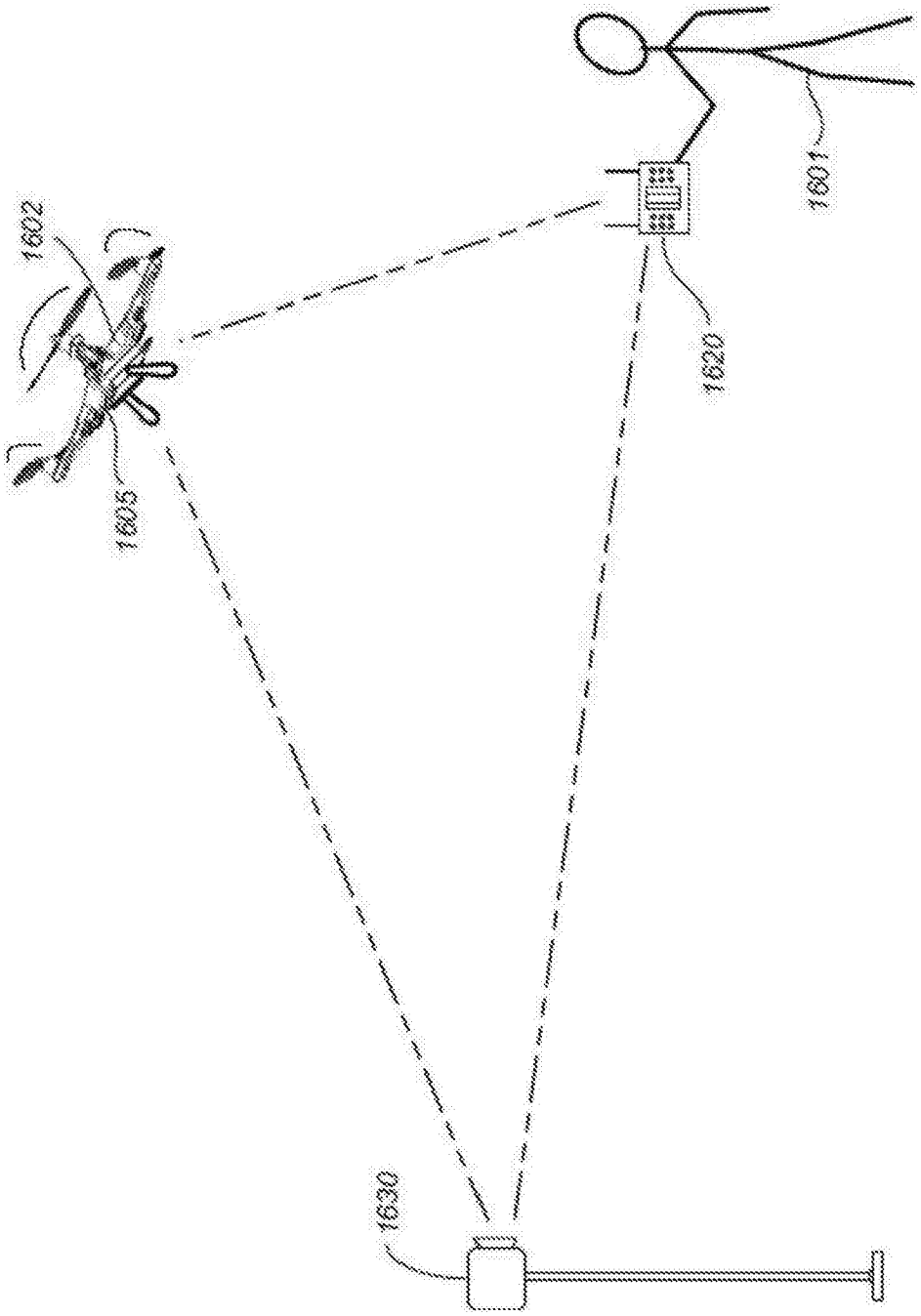


图16

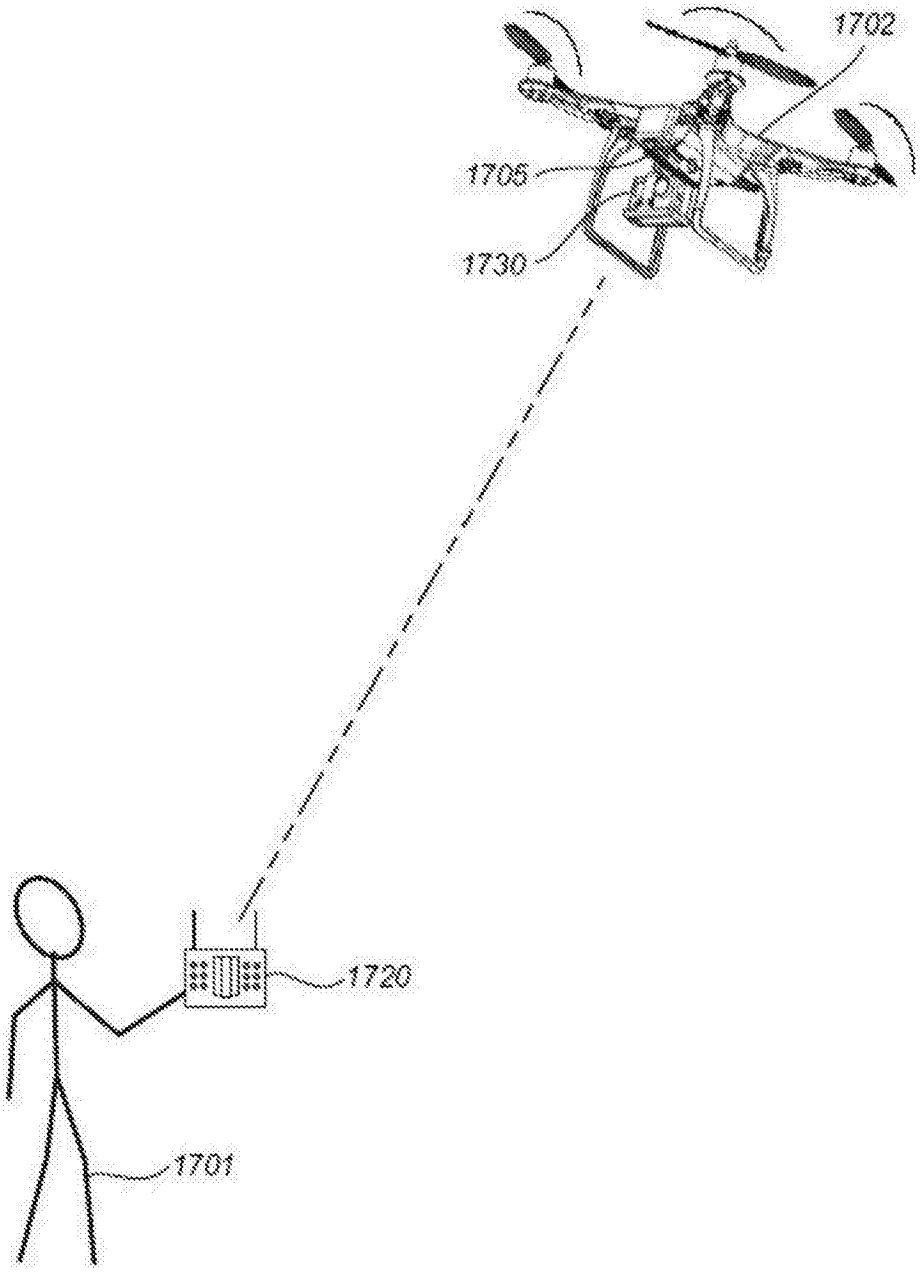


图17

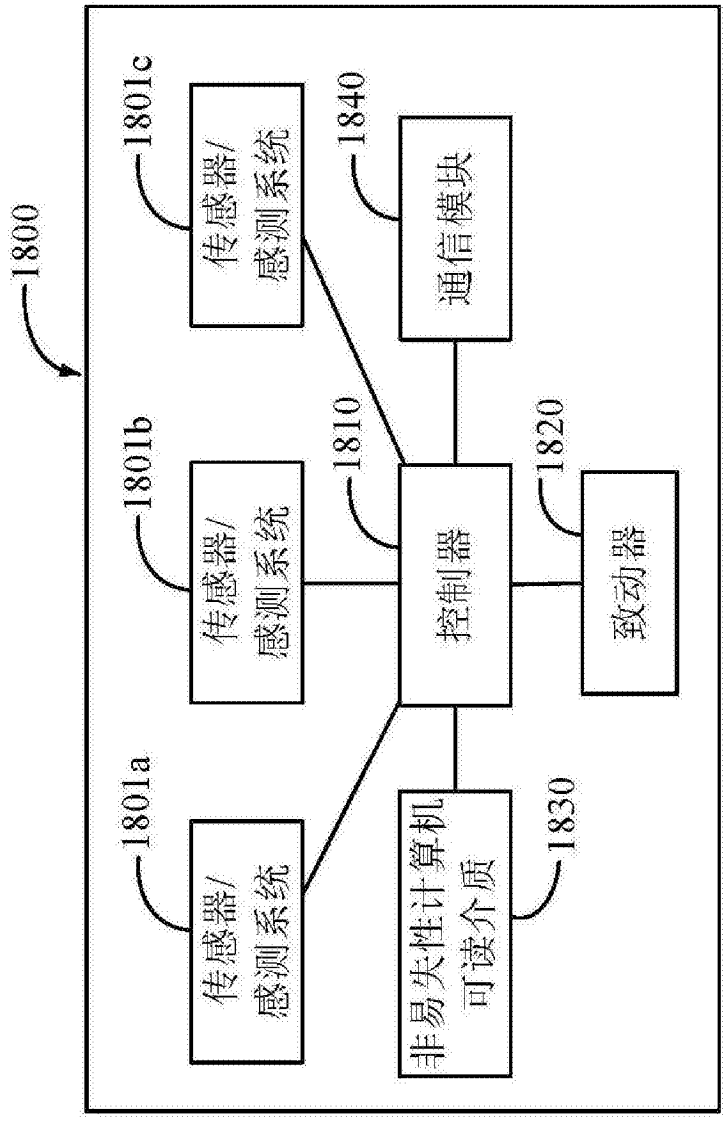

1800
1801c
传感器/感测系统
1840
通信模块
1801b
传感器/感测系统
1810
控制器
1820
致动器
1801a
传感器/感测系统
非易失性计算机可读介质
1830

图18