



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 110869173 B

(45) 授权公告日 2023. 11. 17

(21) 申请号 201880044521.3

(22) 申请日 2018.12.13

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 110869173 A

(43) 申请公布日 2020.03.06

(30) 优先权数据  
62/598,934 2017.12.14 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日  
2019.12.31

(86) PCT国际申请的申请数据  
PCT/US2018/065530 2018.12.13

(87) PCT国际申请的公布数据  
W02019/118767 EN 2019.06.20

(73) 专利权人 奥瑞斯健康公司  
地址 美国加利福尼亚州

(72) 发明人 赫德耶·拉菲-塔里

里特维克·乌马拉内尼 林伟全  
普拉桑特·吉万

(74) 专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司 11227  
专利代理师 王萍 杨林森

(51) Int.Cl.  
B25J 9/16 (2006.01)  
B25J 13/08 (2006.01)  
A61B 5/06 (2006.01)

(56) 对比文件  
US 2003105603 A1, 2003.06.05  
US 7850642 B2, 2010.12.14  
US 2015297864 A1, 2015.10.22  
CN 103533909 A, 2014.01.22  
CN 105643642 A, 2016.06.08  
CN 102341055 A, 2012.02.01

审查员 王慰慰

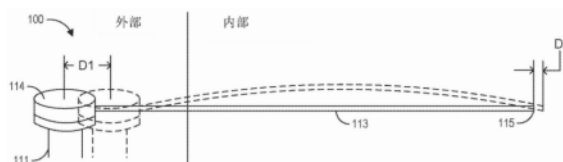
权利要求书5页 说明书25页 附图21页

(54) 发明名称

用于估计器械定位的系统与方法

(57) 摘要

描述了用于估计器械定位的系统和方法。所述方法和系统可以获得基于机器人数据的第一运动估计以及基于位置传感器数据的第二运动估计。所述方法和系统可以基于第一运动估计与第二运动估计的比较来确定运动估计差别。基于运动估计差别,所述方法和系统可以更新针对根据机器人数据可得出的定位的权重因数或者针对根据位置传感器数据可得出的定位的权重因数。基于更新的权重因数,所述方法和系统可以确定器械的定位/位置估计。所述方法和系统可以提高在器械经历屈曲或迟滞的情况下位置估计的准确性。



1. 一种其上存储有指令的非暂态计算机可读存储介质,所述指令在被执行时使装置的处理器的处理器执行至少以下操作:

基于与器械的物理操纵有关的机器人数据获得所述器械的第一运动估计,其中,所述机器人数据包括用于利用机器人器械定位装置控制所述器械的移动的机器人命令数据;

基于从至少一个位置传感器接收的位置传感器数据获得所述器械的第二运动估计;

基于所述第一运动估计与所述第二运动估计的比较确定运动估计差别;

基于所述运动估计差别,更新:(a)针对根据所述机器人数据可得出的定位的权重因数、或者(b)针对根据所述位置传感器数据可得出的定位的权重因数;以及

基于所更新的权重因数确定所述器械的位置估计。

2. 根据权利要求1所述的非暂态计算机可读存储介质,其中,所述指令在被执行时使所述处理器:当所述运动估计差别指示所述第二运动估计超过所述第一运动估计时,执行(a)减小针对根据所述机器人数据可得出的定位的权重因数,或者(b)增大针对根据所述位置传感器数据可得出的定位的权重因数。

3. 根据权利要求1所述的非暂态计算机可读存储介质,其中,所述指令在被执行时使所述处理器:当所述运动估计差别指示所述第二运动估计超过所述第一运动估计时,确定所述器械经历了迟滞状况。

4. 根据权利要求1所述的非暂态计算机可读存储介质,其中,所述指令在被执行时使所述处理器:当所述运动估计差别指示所述第一运动估计超过所述第二运动估计时,执行(a)减小针对根据所述机器人数据可得出的定位的权重因数,或者(b)增大针对根据所述位置传感器数据可得出的定位的权重因数。

5. 根据权利要求1所述的非暂态计算机可读存储介质,其中,所述指令在被执行时使所述处理器:当所述运动估计差别指示所述第一运动估计超过所述第二运动估计时,确定所述器械经历了屈曲状况。

6. 根据权利要求1所述的非暂态计算机可读存储介质,其中,所述指令在被执行时使所述处理器将针对根据所述机器人数据可得出的定位的权重因数更新为零。

7. 根据权利要求1所述的非暂态计算机可读存储介质,其中,所述指令在被执行时使所述处理器通过确定所述第一运动估计与所述第二运动估计之间的差来确定所述运动估计差别。

8. 根据权利要求7所述的非暂态计算机可读存储介质,其中,所述指令在被执行时使所述处理器:当所述差超过差别阈值时,更新(a)针对根据所述机器人数据可得出的定位的权重因数、或者(b)针对根据所述位置传感器数据可得出的定位的权重因数。

9. 根据权利要求1所述的非暂态计算机可读存储介质,其中,所述指令在被执行时使所述处理器执行:

通过基于间隔期间的所述机器人数据确定所述器械的位置的变化来获得所述第一运动估计;以及

通过基于所述间隔期间的所述位置传感器数据确定所述器械的位置的变化来获得所述第二运动估计。

10. 根据权利要求9所述的非暂态计算机可读存储介质,其中,所述间隔是时间间隔。

11. 根据权利要求9所述的非暂态计算机可读存储介质,其中,所述间隔是距离间隔。

12. 根据权利要求1所述的非暂态计算机可读存储介质,其中,基于所更新的权重因数、根据所述机器人数据可得出的定位以及根据所述位置传感器数据可得出的定位来确定所述位置估计。

13. 根据权利要求1所述的非暂态计算机可读存储介质,其中,所述位置传感器定位在所述器械上。

14. 根据权利要求1所述的非暂态计算机可读存储介质,其中,所述位置传感器包括电磁传感器。

15. 根据权利要求1所述的非暂态计算机可读存储介质,其中,所述位置传感器包括定位在所述器械上的成像装置,并且其中,所述处理器还被配置成根据由所述成像装置捕获的图像来确定位置信息。

16. 根据权利要求1所述的非暂态计算机可读存储介质,其中,所述至少一个位置传感器包括以下中至少之一:形状感测纤维、加速度计、陀螺仪、电磁传感器、成像装置和超声波传感器。

17. 根据权利要求1所述的非暂态计算机可读存储介质,其中,所述指令在被执行时使所述处理器执行:

基于从定位在所述器械上的成像装置接收的视觉数据获得所述器械的第三运动估计;  
基于所述第二运动估计与所述第三运动估计的比较确定所述运动估计差别;以及  
基于所述运动估计差别,更新(c)针对根据所述视觉数据可得出的定位的权重因数。

18. 根据权利要求17所述的非暂态计算机可读存储介质,其中,所述指令在被执行时使所述处理器:当所述运动估计差别指示所述第二运动估计超过所述第三运动估计时,执行(b)增大针对根据所述位置传感器数据可得出的定位的权重因数,或者(c)减小针对根据所述视觉数据可得出的定位的权重因数。

19. 根据权利要求17所述的非暂态计算机可读存储介质,其中,所述指令在被执行时使所述处理器:当所述运动估计差别指示所述第二运动估计超过所述第三运动估计时,确定所述器械经历了迟滞状况。

20. 根据权利要求17所述的非暂态计算机可读存储介质,其中,所述指令在被执行时使所述处理器:当所述运动估计差别指示所述第三运动估计超过所述第二运动估计时,执行(b)增大针对根据所述位置传感器数据可得出的定位的权重因数,或者(c)减小针对根据所述视觉数据可得出的定位的权重因数。

21. 根据权利要求17所述的非暂态计算机可读存储介质,其中,所述指令在被执行时使所述处理器:当所述运动估计差别指示所述第三运动估计超过所述第二运动估计时,确定所述器械经历了屈曲状况。

22. 一种机器人系统,包括:

器械,其具有长形体和设置在所述长形体上的至少一个位置传感器;

器械定位装置,其附接至所述器械并被配置成移动所述器械;

至少一个计算机可读存储器,其具有存储于其上的可执行指令;以及

一个或多个处理器,其与所述至少一个计算机可读存储器通信,并被配置成执行所述指令以使所述系统执行至少以下操作:

基于与用所述器械定位装置对所述器械进行的物理操纵有关的机器人数据,获得所述

器械的第一运动估计,其中,所述机器人数据包括用于利用所述器械定位装置控制所述器械的移动的机器人命令数据;

基于从至少一个位置传感器接收的位置传感器数据获得所述器械的第二运动估计;

基于所述第一运动估计与所述第二运动估计的比较确定运动估计差别;

基于所述运动估计差别,更新:(a)针对根据所述机器人数据可得出的定位的权重因数,或者(b)针对根据所述位置传感器数据可得出的定位的权重因数;以及

基于所更新的权重因数确定所述器械的位置估计。

23. 根据权利要求22所述的系统,其中,所述器械包括内窥镜。

24. 根据权利要求22所述的系统,其中,所述器械定位装置包括机器人臂。

25. 根据权利要求22所述的系统,其中,所述至少一个位置传感器包括电磁传感器。

26. 根据权利要求22所述的系统,其中,所述至少一个位置传感器包括定位在所述器械上的成像装置,并且其中,所述指令还使所述一个或多个处理器根据由所述成像装置捕获的图像来确定位置信息。

27. 根据权利要求22所述的系统,其中,所述至少一个位置传感器包括形状感测纤维、加速度计、陀螺仪、电磁传感器、成像装置或超声传感器。

28. 根据权利要求22所述的系统,其中,所述指令在被执行时使所述一个或多个处理器:当所述运动估计差别指示所述第二运动估计超过所述第一运动估计时,执行(a)减小针对根据所述机器人数据可得出的定位的权重因数,或者(b)增大针对根据所述位置传感器数据可得出的定位的权重因数。

29. 根据权利要求22所述的系统,其中,所述指令在被执行时使所述一个或多个处理器:当所述运动估计差别指示所述第二运动估计超过所述第一运动估计时,确定所述器械经历了迟滞状况。

30. 根据权利要求22所述的系统,其中,所述指令在被执行时使所述一个或多个处理器:当所述运动估计差别指示所述第一运动估计超过所述第二运动估计时,执行(a)减小针对根据所述机器人数据可得出的定位的权重因数,或者(b)增大针对根据所述位置传感器数据可得出的定位的权重因数。

31. 根据权利要求22所述的系统,其中,所述指令在被执行时使所述一个或多个处理器:当所述运动估计差别指示所述第一运动估计超过所述第二运动估计时,确定所述器械经历了屈曲状况。

32. 根据权利要求22所述的系统,其中,所述指令在被执行时使所述一个或多个处理器:当所述运动估计差别指示所述第二运动估计超过所述第一运动估计时,将针对根据所述机器人数据可得出的定位的权重因数更新为零。

33. 根据权利要求22所述的系统,其中,所述指令被执行时使所述一个或多个处理器:当所述运动估计差别指示所述第一运动估计超过所述第二运动估计时,将针对根据所述位置传感器数据可得出的定位的权重因数更新为零。

34. 根据权利要求22所述的系统,其中,所述指令在被执行时使所述一个或多个处理器通过确定所述第一运动估计与所述第二运动估计之间的差来确定所述运动估计差别。

35. 根据权利要求34所述的系统,其中,所述指令在被执行时使所述一个或多个处理器:当所述差超过差别阈值时,更新(a)针对根据所述机器人数据可得出的定位的权重因

数、或者(b)针对根据所述位置传感器数据可得出的定位的权重因数。

36. 根据权利要求22所述的系统,其中,所述指令在被执行时使所述一个或更多个处理器执行:

通过基于间隔期间的所述机器人数据确定所述器械的位置的变化来获得所述第一运动估计;以及

通过基于所述间隔期间的所述位置传感器数据确定所述器械的位置的变化来获得所述第二运动估计。

37. 根据权利要求36所述的系统,其中,所述间隔是时间间隔。

38. 根据权利要求36所述的系统,其中,所述间隔是距离间隔。

39. 一种用于在身体的内部区域内导航器械的方法,所述方法包括:

基于与器械的物理操纵有关的机器人数据获得所述器械的第一运动估计,其中,所述机器人数据包括用于利用机器人器械定位装置控制所述器械的移动的机器人命令数据;

基于从至少一个位置传感器接收的位置传感器数据获得所述器械的第二运动估计;

基于所述第一运动估计与所述第二运动估计的比较确定运动估计差别;

基于所述运动估计差别,更新:(a)针对根据所述机器人数据可得出的定位的权重因数、或者(b)针对根据所述位置传感器数据可得出的定位的权重因数;以及

基于所更新的权重因数确定所述器械的位置估计。

40. 根据权利要求39所述的方法,其中,更新所述权重因数包括:当所述运动估计差别指示所述第二运动估计超过所述第一运动估计时,(a)减小针对根据所述机器人数据可得出的定位的权重因数,或者(b)增大针对根据所述位置传感器数据可得出的定位的权重因数。

41. 根据权利要求39所述的方法,还包括:当所述运动估计差别指示所述第二运动估计超过所述第一运动估计时,确定所述器械经历了迟滞状况。

42. 根据权利要求39所述的方法,其中,更新所述权重因数包括:当所述运动估计差别指示所述第一运动估计超过所述第二运动估计时,(a)减小针对根据所述机器人数据可得出的定位的权重因数,或者(b)增大针对根据所述位置传感器数据可得出的定位的权重因数。

43. 根据权利要求39所述的方法,还包括:当所述运动估计差别指示所述第一运动估计超过所述第二运动估计时,确定所述器械经历了屈曲状况。

44. 根据权利要求39所述的方法,还包括:当所述运动估计差别指示所述第二运动估计超过所述第一运动估计时,将针对根据所述机器人数据可得出的定位的权重因数更新为零。

45. 根据权利要求39所述的方法,还包括:当所述运动估计差别指示所述第一运动估计超过所述第二运动估计时,将针对根据所述位置传感器数据可得出的定位的权重因数更新为零。

46. 根据权利要求39所述的方法,其中,确定所述运动估计差别包括确定所述第一运动估计与所述第二运动估计之间的差。

47. 根据权利要求46所述的方法,其中,确定所述差包括确定所述差的大小。

48. 根据权利要求46或47所述的方法,还包括:当所述差超过差别阈值时,更新:(a)针

对根据所述机器人数据可得出的定位的权重因数,或者 (b) 针对根据所述位置传感器数据可得出的定位的权重因数。

49. 根据权利要求39所述的方法,其中:

获得所述第一运动估计包括基于间隔期间的所述机器人数据确定所述器械的位置的变化;以及

获得所述第二运动估计包括基于所述间隔期间的所述位置传感器数据确定所述器械的位置的变化。

50. 根据权利要求49所述的方法,其中,所述间隔是时间间隔。

51. 根据权利要求49所述的方法,其中,所述间隔是距离间隔。

52. 根据权利要求39所述的方法,其中,所述位置传感器定位在所述器械上。

53. 根据权利要求39所述的方法,其中,所述位置传感器包括电磁传感器。

54. 根据权利要求39所述的方法,其中,所述位置传感器包括定位在所述器械上的成像装置,并且其中,所述方法还包括根据由所述成像装置捕获的图像来确定位置信息。

55. 根据权利要求39所述的方法,其中,所述位置传感器包括形状感测纤维、加速度计、陀螺仪、电磁传感器、成像装置或超声传感器。

## 用于估计器械定位的系统与方法

### 技术领域

[0001] 本申请总体上涉及估计器械的定位,并且更具体地涉及用于基于定位输入数据的比较来估计机器人使能医疗器械(robotically-enabled medical instrument)的定位的系统和方法。

### 背景技术

[0002] 医疗过程诸如内窥镜检查可能包括出于诊断和/或治疗目的而访问患者的腔网络的内部以及使患者的腔网络的内部可视化。例如,支气管镜检查是允许医师检查患者肺部的气道例如支气管和细支气管的医疗过程。在此过程中,可以将一种纤细、柔性的器械——称为支气管镜——插入患者的嘴巴,然后向下经过患者的喉咙进入肺部。该器械通过肺部的气道被导航到被确定用于随后的诊断和/或治疗的组织部位。

[0003] 在某些过程中,可以使用机器人使能医疗系统来控制器械的插入和/或操纵。该机器人使能医疗系统可以包括机器人臂或者具有用于在医疗过程期间控制器械的位置的操纵器组件的其他器械定位装置。

### 发明内容

[0004] 在第一方面,描述了其上存储有指令的非暂态计算机可读存储介质。所述指令在被执行时使装置的处理器的处理器执行至少以下操作:基于与器械的物理操纵有关的机器人数据获得器械的第一运动估计;基于从至少一个位置传感器接收的位置传感器数据获得器械的第二运动估计;基于第一运动估计与第二运动估计的比较确定运动估计差别;基于运动估计差别,更新(a)针对根据机器人数据可得出的定位的权重因数,或者(b)针对根据位置传感器数据可得出的定位的权重因数;并基于所更新的权重因数确定器械的定位/位置估计。

[0005] 非暂态计算机可读存储介质可以包括任意组合的以下特征中的一个或多个:  
(a)其中,指令在被执行时使处理器:当运动估计差别指示第二运动估计超过第一运动估计时,执行:减小针对根据机器人数据可得出的定位的权重因数,或者增大针对根据位置传感器数据可得出的定位的权重因数;  
(b)其中,指令在被执行时使处理器:当运动估计差别指示第二运动估计超过第一运动估计时,确定器械已经历了迟滞状况;  
(c)其中,指令在被执行时使处理器:当运动估计差别指示第一运动估计超过第二运动估计时,减小针对根据机器人数据可得出的定位的权重因数,或者增大针对根据位置传感器数据可得出的定位的权重因数;  
(d)其中,指令在被执行时使处理器:当运动估计差别指示第一运动估计超过第二估计时,确定器械已经历了屈曲状况;  
(e)其中,指令在被执行时使处理器将针对根据机器人数据可得出的定位的权重因数更新为零;  
(f)其中,指令在被执行时使处理器通过确定第一运动估计与第二运动估计之间的差来确定运动估计差别;  
(g)其中,指令在被执行时使处理器:当差超过差别阈值时,更新针对根据机器人数据可得出的定位的权重因数或者针对根据位置传感器数据可得出的定位的权重因数;  
(h)其中,指令在被执行时使处理器执行:通过基于间隔期间的机器人数据确定器械的位置的变化来获得第一运动估计,并且通过基

于间隔期间的位置传感器数据确定器械的位置的变化来获得第二运动估计；(i) 其中，间隔是时间间隔；(j) 其中，间隔是距离间隔；(k) 其中，基于所更新的权重因数、根据机器人数据可得出的定位以及根据位置传感器数据可得出的定位来确定位置估计；(l) 其中，位置传感器定位在器械上；(m) 其中，位置传感器包括电磁 (EM) 传感器；(n) 其中位置传感器包括定位在器械上的成像装置，并且其中，处理器还被配置成根据由成像装置捕获的图像来确定位置信息；(o) 其中，至少一个位置传感器包括以下中至少之一：形状感测纤维 (shape-sensing fiber)、加速度计、陀螺仪、电磁传感器、成像装置和超声传感器；(p) 其中，指令在被执行时使处理器执行：基于从定位在器械上的成像装置接收到的视觉数据获得器械的第三运动估计，基于第二运动估计与第三运动估计的比较确定运动估计差别，并基于运动估计差别，更新针对根据视觉数据可得出的定位的权重因数；(q) 其中，指令在被执行时使处理器：当运动估计差别指示第二运动估计超过第三运动估计时，执行：增大针对根据位置传感器数据可得出的定位的权重因数，或者减小针对根据视觉可得出的定位的权重因数；(r) 其中，指令在被执行时使处理器：当运动估计差别指示第二运动估计超过第三运动估计时，确定器械经历了迟滞状况；(s) 其中，指令在被执行时使处理器：当运动估计差别指示第三运动估计超过第二运动估计时，增大针对根据位置传感器数据可得出的定位的权重因数，或者减小针对根据视觉数据可得出的定位的权重因数；以及/或者 (t) 其中，指令在被执行时使处理器：当运动估计差别指示第三运动估计超过第二估计时，确定器械经历了屈曲状况。

[0006] 在另一方面，描述了机器人系统。该机器人系统包括：器械，其具有长形体和设置在长形体上的至少一个位置传感器；器械定位装置，其附接至器械并被配置成移动器械；至少一个计算机可读存储器，其具有存储于其上的可执行指令；一个或更多个处理器，其与至少一个计算机可读存储器通信，并被配置成执行指令以使系统执行至少以下操作：基于与用器械定位装置对器械进行的物理操纵有关的机器人数据，获得器械的第一运动估计；基于从至少一个位置传感器接收的位置传感器数据，获得器械的第二运动估计；基于第一运动估计与第二运动估计的比较确定运动估计差别；基于该运动估计差别，更新：针对根据机器人数据可得出的定位的权重因数，或者针对根据位置传感器数据可得出的定位的权重因数；并基于所更新的权重因数确定器械的定位/位置估计。

[0007] 该系统可以包括任意组合的以下特征中的一个或更多个：(a) 其中，器械包括内窥镜；(b) 其中，器械定位装置包括机器人臂；(c) 其中，至少一个位置传感器包括电磁传感器；(d) 其中，至少一个位置传感器包括定位在器械上的成像装置，并且其中，指令还使一个或更多个处理器根据由成像装置捕获的图像确定位置信息；(e) 其中，至少一个位置传感器包括：形状感测纤维、加速度计、陀螺仪、电磁传感器、成像装置或超声传感器；(f) 其中，指令在被执行时使一个或更多个处理器：当运动估计差别指示第二运动估计超过第一运动估计时，执行：减小针对根据机器人数据可得出的定位的权重因数，或者增大针对根据位置传感器数据可得出的定位的权重因数；(f) 其中，指令在被执行时使一个或更多个处理器：当运动估计差别指示第二运动估计超过第一运动估计时，确定器械经历了迟滞状况；(g) 其中，指令在被执行时使一个或更多个处理器：当运动估计差别指示第一运动估计超过第二运动估计时，执行：减小针对根据机器人数据可得出的定位的权重因数，或者增大针对根据位置传感器数据可得出的定位的权重因数；(h) 其中，指令在被执行时使一个或更多个处理

器:当运动估计差别指示第一运动估计超过第二运动估计时,确定器械经历了屈曲状况;(i)其中,指令在被执行时使一个或多个处理器:当运动估计差别指示第二运动估计超过第一运动估计时,将针对根据机器人数据可得出的定位的权重因数更新为零;(j)其中,指令在被执行时使一个或多个处理器:当运动估计差别指示第一运动估计超过第二运动估计时,将针对根据位置传感器数据可得出的定位的权重因数更新为零;(k)在被执行时使一个或多个处理器通过确定第一运动估计与第二运动估计之间的差来确定运动估计差别;(l)其中,指令在被执行时使一个或多个处理器:当差超过差别阈值时,更新:针对根据机器人数据可得出的定位的权重因数,或者针对根据位置传感器数据可得出的定位的权重因数;(m)其中,指令在被执行时使一个或多个处理器执行:通过基于间隔期间的机器人数据确定器械的位置的变化来获得第一运动估计,并且通过基于间隔期间的位置传感器数据确定器械的位置的变化来获得第二运动估计;(n)其中,间隔是时间间隔;以及/或者(o)其中,间隔是距离间隔。

[0008] 在另一方面,描述了一种用于在身体的内部区域内导航器械的方法。该方法包括:基于与器械的物理操纵有关的机器人数据获得器械的第一运动估计;基于从至少一个位置传感器接收的位置传感器数据获得器械的第二运动估计;基于第一运动估计与第二运动估计的比较确定运动估计差别;基于该运动估计差别更新:针对根据机器人数据可得出的定位的权重因数,或者针对根据位置传感器数据可得出的定位的权重因数;基于所更新的权重因数确定器械的定位/位置估计。

[0009] 该方法可以包括任意组合的以下特征中的一个或多个:(a)其中,更新权重因数包括:当运动估计差别指示第二运动估计超过第一运动估计时,减小针对根据机器人数据可得出的定位的权重因数,或者增大针对根据位置传感器数据可得出的定位的权重因数;(b)当运动估计差别指示第二运动估计超过第一运动估计时,确定器械经历了迟滞状况;(c)其中,更新权重因数包括:当运动估计差别指示第一运动估计超过第二运动估计时,减小针对根据机器人数据可得出的定位的权重因数,或者增大针对根据位置传感器数据可得出的定位的权重因数;(d)当运动估计差别指示第一运动估计超过第二运动估计时,确定器械经历了屈曲状况;(e)当运动估计差别指示第二运动估计超过第一运动估计时,将针对根据机器人数据可得出的定位的权重因数更新为零;(f)当运动估计差别指示第一运动估计超过第二运动估计时,将针对根据位置传感器数据可得出的定位的权重因数更新为零;(g)确定运动估计差别包括确定第一运动估计与第二运动估计之间的差;(h)确定差包括确定差的大小;(i)当差超过差别阈值时,更新针对根据机器人数据可得出的定位的权重因数或者针对根据位置传感器数据可得出的定位的权重因数;(j)获得第一运动估计包括基于间隔期间的机器人数据确定器械的位置的变化,以及获得第二运动估计包括基于间隔期间的位置传感器数据确定器械的位置的变化;(k)其中,间隔是时间间隔;(l)其中,间隔是距离间隔;(m)其中,位置传感器定位在器械上;(n)其中,位置传感器包括电磁传感器;(o)其中,位置传感器包括定位在器械上的成像装置,并且其中,该方法还包括根据由成像装置捕获的图像确定位置信息;以及/或者(p)其中,位置传感器包括形状感测纤维、加速度计、陀螺仪、电磁传感器、成像装置或超声传感器。

## 附图说明

[0010] 在下文中将结合附图来描述所公开的方面,提供这些附图是为了说明而不是限制所公开的方面,其中,相似的附图标记表示相似的元件。

[0011] 图1示出了被布置用于诊断性和/或治疗性支气管镜检查过程的基于推车的机器人系统的实施方式。

[0012] 图2描绘了图1的机器人系统的另外的方面。

[0013] 图3示出了被布置用于输尿管镜检查的图1的机器人系统的实施方式。

[0014] 图4示出了被布置用于血管医疗过程的图1的机器人系统的实施方式。

[0015] 图5示出了被布置用于支气管镜检查过程的基于手术台的机器人系统的实施方式。

[0016] 图6提供了图5的机器人系统的替选视图。

[0017] 图7示出了被配置成收起机器人臂的示例系统。

[0018] 图8示出了被配置用于输尿管镜检查过程的基于手术台的机器人系统的实施方式。

[0019] 图9示出了被配置用于腹腔镜检查过程的基于手术台的机器人系统的实施方式。

[0020] 图10示出了具有俯仰或倾斜调整的图5至图9的基于手术台的机器人系统的实施方式。

[0021] 图11提供了图5至图10的基于手术台的机器人系统的手术台与柱之间的接口的详细图示。

[0022] 图12示出了示例性器械驱动器。

[0023] 图13示出了具有成对的器械驱动器的示例性医疗器械。

[0024] 图14示出了器械驱动器和器械的替选设计,其中驱动单元的轴线平行于器械的长形轴的轴线。

[0025] 图15描绘了示出根据示例实施方式的定位系统的框图,该定位系统估计图1至图10的机器人系统的一个或多个元件的定位,例如图13至图14的器械的定位。

[0026] 图16描绘了更详细地示出图15的定位系统的另一框图。

[0027] 图17A示出了经历屈曲状况的医疗器械的示例。

[0028] 图17B示出了经历迟滞状况的医疗器械的示例。

[0029] 图18A是示出用于基于机器人数据与位置传感器数据的比较来确定医疗器械的定位/位置估计的示例方法的流程图。

[0030] 图18B是示出用于基于视觉数据与位置传感器数据的比较来确定医疗器械的定位/位置估计的示例方法的流程图。

[0031] 图19是示出被配置成通过定位输入数据的比较来提供对器械定位的估计的实施方式或机器人使能医疗系统的框图。

## 具体实施方式

### [0032] 1. 概述

[0033] 本公开内容的各方面可以被集成到能够执行各种医疗过程的机器人使能的医疗系统中,各种医疗过程包括诸如腹腔镜检查的微创过程以及诸如内窥镜检查的无创过程二

者。在内窥镜检查过程中,系统可以能够执行支气管镜检查、输尿管镜检查、胃镜检查等。

[0034] 除了执行广泛的医疗过程之外,系统可以提供另外的益处例如增强的成像和指导以帮助医师。另外,该系统可以为医师提供根据人体工程学位置执行医疗过程的能力,而不需要笨拙的臂运动和定位。更进一步地,该系统可以为医师提供以改进的易用性执行医疗过程的能力,使得系统的一个或多个器械可以由单个用户控制。

[0035] 出于说明的目的,下面将结合附图描述各种实施方式。应当理解的是,所公开的构思的许多其他实现方式是可能的,并且利用所公开的实现方式可以实现各种优点。本文中包括标题以供参考,并且有助于定位各个部分。这些标题不意在限制关于标题所描述的构思的范围。这样的构思可以在整个说明书中具有适用性。

[0036] A. 机器人系统-推车。

[0037] 取决于具体过程,可以以各种方式配置机器人使能的医疗系统。图1示出了被布置用于诊断性和/或治疗性支气管镜检查过程的基于推车的机器人使能系统10的实施方式。在支气管镜检查期间,系统10可以包括推车11,推车11具有一个或多个机器人臂12,用于将医疗器械例如可操纵的内窥镜13——其可以是用于支气管镜检查的特定于过程的支气管镜——递送到自然孔口进入点(即,在本示例中为定位在手术台上的患者的嘴),以递送诊断和/或治疗工具。如图所示,推车11可以被定位在患者的上躯干附近,以便提供对进入点的接近。类似地,机器人臂12可以被致动以相对于进入点定位支气管镜。当利用胃镜——一种用于胃肠(GI)医疗过程的专用内窥镜——执行胃肠医疗过程时,也可以利用图1中的布置。图2更详细地描述了推车的示例实施方式。

[0038] 继续参照图1,一旦推车11被正确定位,机器人臂12就可以以机器人方式、手动地或以其组合方式将可操纵内窥镜13插入到患者内。如图所示,可操纵内窥镜13可以包括至少两个伸缩部分(telescoping parts),例如内引导件部分和外护套部分,每个部分耦接到来自一组器械驱动器28的单独的器械驱动器,每个器械驱动器耦接到单独的机器人臂的远端。便于将引导件部分与护套部分同轴对准的器械驱动器28的这种线性布置产生“虚拟轨道”29,可以通过将一个或多个机器人臂12操纵到不同角度和/或位置来在空间中重新定位“虚拟轨道”29。在图中使用虚线描绘了本文描述的虚拟轨道,并且因此虚线不描绘系统的任何物理结构。器械驱动器28沿着虚拟轨道29的平移使内引导件部分相对于外护套部分伸缩,或者使内窥镜13相对于患者前进或回缩。虚拟轨道29的角度可以基于临床应用或医师偏好来调整、平移和枢转。例如,在支气管镜检查中,所示的虚拟轨道29的角度和位置代表了在向医师提供对内窥镜13的接近同时使由于使内窥镜13弯曲到患者的嘴中而产生的摩擦最小化之间的折衷。

[0039] 可以使用来自机器人系统的精确命令在插入之后沿着患者的气管和肺引导内窥镜13,直到到达目标目的地或手术部位。为了增强导航通过患者的肺网络和/或到达期望的目标,内窥镜13可以被操纵成从外护套部分伸缩地延伸内引导件部分,以获得增强的接合和更大的弯曲半径。使用单独的器械驱动器28还允许引导件部分和护套部分被彼此独立地驱动。

[0040] 例如,可以引导内窥镜13以将活检针递送至目标,例如,患者肺内的病变或结节。可以沿着工作通道部署针以获得要由病理学家分析的组织样本,该工作通道沿着内窥镜的长度延伸。取决于病理学结果,可以沿着内窥镜的工作通道部署附加工具以用于附加活检。

在识别出结节是恶性的之后,内窥镜13可以通过内窥镜递送工具以切除潜在的癌组织。在一些情况下,可能需要在分开的过程中递送诊断和治疗处理。在那些情况下,内窥镜13也可以用于递送基准(fiducial)以“标记”目标结节的定位。在其他情况下,可以在同一过程期间递送诊断和治疗处理。

[0041] 系统10还可以包括可移动塔(tower)30,该可移动塔30可以经由支承线缆连接至推车11以向推车11提供对控制、电子、流控、光学、传感器和/或电力的支持。将这样的功能放置在塔30中允许可以由操作医师和他/她的工作人员更容易地调整和/或重新定位的更小形状因子的推车11。此外,在推车/手术台与支持塔30之间的功能划分减少了手术室的混乱并且有利于改善临床工作流程。虽然推车11可以定位成靠近患者,但是塔30可以被收起在远程位置中以在过程期间不挡道。

[0042] 为了支持上述机器人系统,塔30可以包括基于计算机的控制系统的一个或多个部件,该基于计算机的控制系统将计算机程序指令存储在例如非暂态计算机可读存储介质例如永久性磁存储驱动器、固态驱动器等内。这些指令的执行——无论是在塔30中还是在推车11中发生——都可以控制整个系统或其子系统。例如,当由计算机系统的处理器执行时,指令可以使机器人系统的部件致动相关的托架和臂安装件,致动机器人臂,以及控制医疗器械。例如,响应于接收到控制信号,机器人臂的关节中的马达可以将臂定位成特定姿势。

[0043] 塔30还可以包括泵、流量计、阀控制器和/或流体入口,以向可以通过内窥镜13部署的系统提供受控的冲洗和抽吸能力。这些部件也可以使用塔30的计算机系统来控制。在一些实施方式中,冲洗和抽吸能力可以通过一个或多个单独的线缆直接递送至内窥镜13。

[0044] 塔30可以包括电压和浪涌保护器,电压和浪涌保护器被设计成向推车11提供经滤波和受保护的电力,从而避免在推车11中放置电力变压器和其他辅助电力部件,从而产生更小、更可移动的推车11。

[0045] 塔30还可以包括部署在整个机器人系统10中的传感器的支持设备。例如,塔30可以包括用于检测、接收和处理从整个机器人系统10中的光学传感器或摄像装置接收到的数据的光电子设备。与控制系统结合,这样的光电子设备可以用于生成实时图像以显示在部署在整个系统中的任何数量的控制台中,包括在塔30中的控制台。类似地,塔30还可以包括用于接收和处理从部署的电磁(EM)传感器接收到的信号的电子子系统。塔30还可以用于容纳和定位有EM场发生器,以由医疗器械中或医疗器械上的EM传感器检测。

[0046] 除了在系统的其余部分中可用的其他控制台例如安装在推车顶部的控制台之外,塔30还可以包括控制台31。控制台31可以包括用于医师操作者的用户接口和显示屏,例如触摸屏。系统10中的控制台通常设计成提供机器人控制以及医疗过程的手术前信息和实时信息,例如,内窥镜13的导航和定位信息。当控制台31不是仅医师可用的控制台时,控制台31可以由第二操作者例如护士使用,以监测患者的健康或重要器官以及系统的操作,以及提供特定于医疗过程的数据,例如导航和定位信息。

[0047] 塔30可以通过一个或更多个线缆或连接装置(未示出)耦接至推车11和内窥镜13。在一些实施方式中,可以通过单个线缆将来自塔30的支持功能提供至推车11,从而简化手术室并且使手术室不杂乱。在其他实施方式中,特定功能可以耦接在单独的线缆和连接装置中。例如,尽管可以通过单个电力线缆向推车提供电力,但也可以通过单独的线缆提供对控制、光学、流控和/或导航的支持。

[0048] 图2提供了来自图1所示的基于推车的机器人使能系统的推车的实施方式的详细图示。推车11总体上包括长形的支承结构14(通常称为“柱”)、推车基部15和在柱14的顶部处的控制台16。柱14可以包括用于支承一个或更多个机器人臂12(图2中示出三个)的部署的一个或更多个托架,例如托架17(备选地“臂支承件”)。托架17可以包括可单独配置的臂安装件,这些臂安装件沿着垂直轴线旋转以调整机器人臂12的基部,以相对于患者更好地定位。托架17还包括托架接口19,托架接口19允许托架17沿着柱14竖直平移。

[0049] 托架接口19通过诸如槽20的槽连接至柱14,所述槽被定位在柱14的相对侧以引导托架17的竖直平移。槽20包含用于相对于推车基部15将托架定位和保持在各种竖直高度处的竖直平移接口。托架17的竖直平移允许推车11调整机器人臂12的可达范围以满足各种手术台高度、患者大小和医师偏好。类似地,托架17上的可单独配置的臂安装件允许机器人臂12的机器人臂基部21以各种配置成一定角度。

[0050] 在一些实施方式中,槽20可以补充有槽盖,槽盖与槽表面齐平且平行,以防止在托架17竖直平移时灰尘和流体进入柱14的内部腔室和竖直平移接口。可以通过位于槽20的竖直顶部和底部附近的弹簧卷轴对来部署槽盖。盖在卷轴内盘绕直到被部署成在托架17竖直地上下平移时从盖的盘绕状态延伸和回缩。当托架17朝卷轴平移时,卷轴的弹簧加载提供了将盖回缩到卷轴中的力,而当托架17平移远离卷轴时也保持紧密密封。盖可以使用例如托架接口19中的支架连接至托架17,以确保在托架17平移时盖适当地延伸和回缩。

[0051] 柱14可以在内部包括诸如齿轮和马达的机构,这些机构被设计成使用竖直对准的导螺杆,以响应于控制信号来以机械化方式平移托架17,所述控制信号是响应于用户输入例如来自控制台16的输入而生成的。

[0052] 机器人臂12通常可以包括由一系列连接件23分开的机器人臂基部21和端部执行器22,一系列连接件23由一系列关节24连接,每个关节包括独立的致动器,每个致动器包括独立可控的马达。每个独立可控的关节表示机器人臂可用的独立自由度。臂12中的每一个具有七个关节,并且因此提供七个自由度。多个关节引起多个自由度,从而允许“冗余”自由度。冗余自由度允许机器人臂12使用不同的连接件位置和关节角度将它们各自的端部执行器22定位在空间中的特定位置、取向和轨迹处。这允许系统从空间中的期望点定位和引导医疗器械,同时允许医师将臂关节移动到远离患者的临床有利位置以产生更大的接近,同时避免臂碰撞。

[0053] 推车基部15在地板上平衡柱14、托架17和臂12的重量。因此,推车基部15容纳较重的部件,例如电子器件、马达、电源以及使得能够移动和/或固定推车的部件。例如,推车基部15包括允许推车在医疗过程之前容易地在室中移动的可滚动的轮形脚轮25。在到达适当位置之后,可以使用轮锁固定脚轮25,以在医疗过程期间将推车11保持在适当位置。

[0054] 定位在柱14的竖直端部处的控制台16允许用于接收用户输入的用户接口和显示屏(或两用装置,例如触摸屏26)两者向医师用户提供手术前数据和手术中数据两者。触摸屏26上的潜在手术前数据可以包括手术前计划、从手术前计算机化断层层析成像(CT)扫描得出的导航和绘图数据和/或来自手术前患者面谈的注释。显示器上的手术中数据可以包括从工具、传感器提供的光学信息和来自传感器的坐标信息以及重要的患者统计数据,例如呼吸、心率和/或脉搏。控制台16可以被定位和倾斜成允许医师从柱14的与托架17相对的侧面接近控制台。从该位置,医师可以在从推车11后面操作控制台16时观察控制台16、机器

人臂12和患者。如所示出的,控制台16还包括用于帮助操纵和稳定推车11的手柄27。

[0055] 图3示出了被布置成用于输尿管镜检查的机器人使能系统10的实施方式。在输尿管镜检查过程中,推车11可以被定位成将输尿管镜32——即,被设计成穿过患者的尿道和输尿管的特定于医疗过程的内窥镜——递送到患者的下腹部区域。在输尿管镜检查中,可以期望输尿管镜32直接与患者的尿道对准以减少该区域中的敏感解剖结构上的摩擦和力。如所示出的,推车11可以在手术台的脚部处对准,以允许机器人臂12定位输尿管镜32,以直接线性进入患者的尿道。从手术台的脚部,机器人臂12可以沿着虚拟轨道33将输尿管镜32通过尿道直接插入患者的下腹部。

[0056] 在插入到尿道中之后,使用与支气管镜检查中类似的控制技术,输尿管镜32可以被导航到膀胱、输尿管和/或肾中以用于诊断和/或治疗应用。例如,可以使用沿着输尿管镜32的工作通道部署的激光或超声碎石装置将输尿管镜32引导到输尿管和肾中以打碎积聚的肾结石。在碎石完成之后,可以使用沿着输尿管镜32部署的篮状件移除所得到的结石碎片。

[0057] 图4示出了类似地被布置成用于血管医疗过程的机器人使能系统的实施方式。在血管医疗过程中,系统10可以被配置成使得推车11可以将医疗器械34例如可操纵导管递送至患者腿部的股动脉中的进入点。股动脉呈现用于导航的较大直径以及到患者心脏的相对较少迂回曲折路径两者,这简化了导航。如在输尿管镜检查过程中,推车11可以被定位成朝向患者的腿和下腹部,以允许机器人臂12提供直接线性进入患者的大腿/髋部区域中的股动脉进入点的虚拟轨道35。在插入动脉后,可以通过平移器械驱动器28来引导和插入医疗器械34。替选地,推车可以被定位在患者的上腹部周围,以到达替选的血管进入点,例如,肩部和腕部附近的颈动脉和臂动脉。

[0058] B. 机器人系统-手术台。

[0059] 机器人使能医疗系统的实施方式还可以包含患者手术台。通过移除推车,包含手术台减少了手术室内的重要设备的量,这允许更大地接近患者。图5示出了被布置成用于支气管镜检查过程的这样的机器人使能系统的实施方式。系统36包括用于将平台38(示为“手术台”或“床”)支承在地面上的支承结构或柱37。与基于推车的系统非常相似,系统36的机器人臂39的端部执行器包括器械驱动器42,器械驱动器42被设计成通过或沿着由器械驱动器42的线性对准形成的虚拟轨道41来操纵长形的医疗器械,例如图5中的支气管镜40。实际上,通过将发射器和检测器放置在手术台38周围,可以将用于提供荧光成像的C形臂定位在患者的上腹部区域上方。

[0060] 出于讨论的目的,图6提供了没有患者和医疗器械的系统36的替选视图。如所示出的,柱37可以包括在系统36中被示为环形的一个或更多个托架43,一个或更多个机器人臂39可以基于一个或更多个托架43。托架43可以沿着沿柱37的长度延伸的竖直柱接口44平移,以提供不同的有利点,机器人臂39可以被定位成从这些有利点到达患者。托架43可以使用位于柱37内的机械马达绕柱37旋转,以允许机器人臂39接近手术台38的多个侧面,例如患者的两侧。在具有多个托架的实施方式中,托架可以单独地定位在柱上,并且可以独立于其他托架而平移和/或旋转。尽管托架43不需要围绕柱37或甚至是圆形的,但所示的环形形状有利于托架43绕柱37旋转,同时保持结构平衡。托架43的旋转和平移允许系统将医疗器械例如内窥镜和腹腔镜对准到患者上的不同进入点中。

[0061] 臂39可以通过一组臂安装件45安装在托架上,该组臂安装件45包括一系列关节,这些关节可以单独地旋转和/或可伸缩地延伸,以为机器人臂39提供附加的可配置性。此外,臂安装件45可以被定位在托架43上,使得当托架43适当地旋转时,臂安装件45可以被定位在手术台38的相同侧(如图6所示)、手术台38的相对侧(如图9所示)或手术台38的相邻侧(未示出)。

[0062] 柱37在结构上为手术台38提供支承并且为托架的竖直平移提供路径。在内部,柱37可以配备有用于引导托架的竖直平移的导螺杆,以及使所述基于托架的导螺杆的平移机械化的马达。柱37还可以将电力信号和控制信号传送至托架43和安装在托架43上的机器人臂39。

[0063] 手术台基部46提供与图2所示的推车11中的推车基部15类似的功能,容纳较重的部件以平衡手术台/床38、柱37、托架43和机器人臂39。手术台基部46也可以包含用于在医疗过程期间提供稳定性的刚性脚轮。从手术台基部46的底部部署的脚轮可以在基部46的两侧沿相反方向延伸,并且当系统36需要移动时回缩。

[0064] 继续图6,系统36还可以包括塔(未示出),该塔在手术台与塔之间划分系统36的功能以减小手术台的形状因子和体积。如在较早公开的实施方式中,塔可以为手术台提供各种支持功能,例如处理、计算和控制能力、电力、流控和/或光学和传感器处理。塔还可以是可移动的以被定位成远离患者,从而改善医师的接近并且使手术室不杂乱。此外,将部件放置在塔中允许手术台基部中的更多储存空间用于机器人臂的潜在收起。塔还可以包括控制台,该控制台提供用于用户输入的用户接口例如键盘和/或下垂件(pendant)以及用于手术前和手术中信息例如实时成像、导航和跟踪信息的显示屏(或触摸屏)。

[0065] 在一些实施方式中,手术台基部可以在不使用时收起和储存机器人臂。图7示出了在基于手术台的系统的实施方式中收起机器人臂的系统47。在系统47中,托架48可以竖直平移到基部49中以使机器人臂50、臂安装件51和托架48收起在基部49内。基部盖52可以平移和回缩打开以绕柱53部署托架48、臂安装件51和臂50,以及关闭以在不使用时收起托架48、臂安装件51和臂50以保护它们。可以沿着基部盖52的开口的边缘用膜54密封基部盖52,以防止在关闭时灰尘和流体进入。

[0066] 图8示出了被配置成用于输尿管镜检查过程的机器人使能的基于手术台的系统的实施方式。在输尿管镜检查中,手术台38可以包括用于将患者定位成与柱37和手术台基部46成偏角的旋转部分55。旋转部分55可以绕枢转点(例如,位于患者头部下方)旋转或枢转,以将旋转部分55的底部部分定位成远离柱37。例如,旋转部分55的枢转允许C形臂(未示出)定位在患者的下腹部上方,而不与手术台38下方的柱(未示出)争夺空间。通过绕柱37旋转托架35(未示出),机器人臂39可以沿着虚拟轨道57将输尿管镜56直接插入患者的腹股沟区域中以到达尿道。在输尿管镜检查中,镜58也可以固定至手术台38的旋转部分55,以在医疗过程期间支承患者的腿的位置,并且允许清楚地进入患者的腹股沟区域。

[0067] 在腹腔镜检查过程中,通过患者腹壁中的一个或多个小切口,可以将微创器械(形状细长以适应一个或更多个切口的大小)插入患者的解剖结构中。在患者的腹腔膨胀之后,可以引导通常称为腹腔镜的器械执行外科手术任务或者医疗任务,例如抓取、切割、切除、缝合等。图9示出了用于腹腔镜检查过程的机器人使能的基于手术台的系统的实施方式。如图9所示,系统36的托架43可以被旋转并且竖直调整成将成对的机器人臂39定位在手术台

38的相对侧,使得可以使用臂安装件45将腹腔镜59定位成穿过患者两侧的最小切口到达他/她的腹腔。

[0068] 为了适应腹腔镜检查过程,机器人使能手术台系统还可以将平台倾斜到期望的角度。图10示出了具有俯仰或倾斜调整的机器人使能医疗系统的实施方式。如图10所示,系统36可以适应手术台38的倾斜,以将手术台的一部分定位在比另一部分距地面更远的距离处。此外,臂安装件45可以旋转以匹配倾斜,使得臂39与手术台38保持相同的平面关系。为了适应更陡的角度,柱37还可以包括伸缩部分60,伸缩部分60允许柱37的竖直延伸以防止手术台38接触地面或与基部46碰撞。

[0069] 图11提供了手术台38与柱37之间的接口的详细图示。俯仰旋转机构61可以被配置成以多个自由度改变手术台38相对于柱37的俯仰角。可以通过将正交轴线1、2定位在柱-手术台接口处来实现俯仰旋转机构61,每个轴线由单独的马达3、4响应于电俯仰角命令来致动。沿着一个螺杆5的旋转将使得能够沿一个轴线1进行倾斜调整,而沿着另一个螺杆6的旋转将使得能够沿着另一个轴线2进行倾斜调整。

[0070] 例如,当试图将手术台定位在头低脚高(Trendelenburg)位置,即,将患者的下腹部定位在比患者的下腹部距地面更高的位置)以用于下腹部外科手术时,俯仰调整特别有用。头低脚高位置使患者的内部器官通过重力滑向他/她的上腹部,从而清出腹腔以使微创工具进入并且执行下腹部外科手术过程或者医疗过程,例如腹腔镜前列腺切除术。

[0071] C. 器械驱动器和接口。

[0072] 系统的机器人臂的端部执行器包括:(i)器械驱动器(替选地称为“器械驱动机构”或“器械装置操纵器”),其包含用于致动医疗器械的机电装置;以及(ii)可移除或可拆卸的医疗器械,其可以没有任何机电部件例如马达。该二分法可能是由对医疗过程中使用的医疗器械进行消毒的需要以及由于昂贵的重要设备的复杂机械组件和敏感电子器件而不能对昂贵的重要设备进行充分消毒所驱动的。因此,医疗器械可以被设计成从器械驱动器(以及因此从系统)拆卸、移除和互换,以便由医师或医师的工作人员单独消毒或处置。相反,器械驱动器不需要被更改或消毒,并且可以被覆盖以便保护。

[0073] 图12示出了示例器械驱动器。定位在机器人臂的远端处的器械驱动器62包括一个或多个驱动单元63,一个或多个驱动单元63被布置有平行轴线以经由驱动轴64向医疗器械提供受控的扭矩。每个驱动单元63包括用于与器械相互作用的单独的驱动轴64、用于将马达轴旋转转换成期望扭矩的齿轮头65、用于生成驱动扭矩的马达66、用于测量马达轴的速度并且向控制电路提供反馈的编码器67以及用于接收控制信号并且致动驱动单元的控制电路68。每个驱动单元63被独立地控制和自动化,器械驱动器62可以向医疗器械提供多个(如图12所示为四个)独立的驱动输出。在操作中,控制电路68将接收控制信号,将马达信号传输至马达66,将由编码器67测量的得到的马达速度与期望速度进行比较,以及调制马达信号以生成期望扭矩。

[0074] 对于需要无菌环境的过程,机器人系统可以包含驱动接口,例如连接至无菌布单(drape)的无菌适配器,该驱动接口位于器械驱动器与医疗器械之间。无菌适配器的主要目的是将角运动从器械驱动器的驱动轴传递到器械的驱动输入,同时保持驱动轴与驱动输入之间的物理分离并且因此保持无菌性。因此,示例无菌适配器可以包括旨在与器械驱动器的驱动轴和器械上的驱动输入配合的一系列旋转输入和输出。连接至无菌适配器的由薄的

柔性材料例如透明或半透明塑料组成的无菌布单被设计成覆盖主要设备,例如器械驱动器、机器人臂和推车(在基于推车的系统中)或手术台(在基于手术台的系统中)。使用该布单将允许主要设备定位在患者附近,同时仍然位于不需要消毒的区域(即,非无菌区)。在无菌布单的另一侧,医疗器械可以在需要消毒的区域(即无菌区)与患者对接。

[0075] D. 医疗器械。

[0076] 图13示出了具有成对器械驱动器的示例医疗器械。与被设计成与机器人系统一起使用的其他器械类似,医疗器械70包括长形轴71(或长形体)和器械基部72。器械基部72——由于其意在被设计用于由医师进行的手动交互,因此也被称为“器械手柄”——通常可以包括可旋转的驱动输入73例如插座、滑轮或卷轴,驱动输入73被设计成与延伸通过机器人臂76的远端处的器械驱动器75上的驱动接口的驱动输出74配合。当物理连接、闩锁和/或耦接时,器械基部72的配合的驱动输入73可以与器械驱动器75中的驱动输出74共享旋转轴线,以允许扭矩从驱动输出74传递到驱动输入73。在一些实施方式中,驱动输出74可以包括花键,这些花键被设计成与驱动输入73上的插座配合。

[0077] 长形轴71被设计成例如如在内窥镜检查中通过解剖结构开口或内腔或例如如在腹腔镜检查中通过微创切口来进行递送。长形轴66可以是柔性的(例如,具有类似于内窥镜的特性)或刚性的(例如,具有类似于腹腔镜的特性),或者包含柔性部分和刚性部分两者的定制组合。当被设计用于腹腔镜检查时,刚性长形轴的远端可以连接至端部执行器,该端部执行器包括由具有旋转轴线的U形夹形成的有关节的腕部和手术工具或者医疗器械,例如抓握器或剪刀,当驱动输入响应于从器械驱动器75的驱动输出74接收的扭矩而旋转时,可以基于来自腱的力来致动该端部执行器。当被设计成用于内窥镜检查时,柔性长形轴的远端可以包括可操纵或可控制的弯曲区段,该弯曲区段可以基于从器械驱动器75的驱动输出74接收到的扭矩而被接合和弯曲。

[0078] 使用长形轴71内的腱沿着长形轴71传递来自器械驱动器75的扭矩。这些单独的腱例如拉线可以单独地锚定至器械手柄72内的单独的驱动输入73。从手柄72沿着长形轴71内的一个或更多个牵引内腔来引导腱并且将腱锚定在长形轴71的远侧部分处。在腹腔镜检查中,这些腱可以耦接至远端安装的端部执行器,例如腕部、抓握器或剪刀。在这样的布置下,施加在驱动输入73上的扭矩将张力传递到腱,从而使端部执行器以某种方式致动。在腹腔镜检查中,腱可以使关节绕轴线旋转,从而使端部执行器沿一个方向或另一个方向移动。替代地,腱可以在长形轴71的远端处连接至抓握器的一个或更多个钳口,其中来自腱的张力使抓握器闭合。

[0079] 在内窥镜检查中,腱可以经由粘合剂、控制环或其他机械固定件耦接至沿着长形轴71定位(例如,在远端处)的弯曲或接合区段。当固定地附接至弯曲区段的远端时,将沿着腱传递施加在驱动输入73上的扭矩,从而使较软的弯曲区段(有时称为可接合区段或区域)弯曲或接合。沿着非弯曲部分,使单独的牵引内腔螺旋或盘旋可以是有利的,所述牵引内腔沿着内窥镜轴的壁(或在内部)引导各个单独的腱,以平衡由牵引线中的张力产生的径向力。为了特定目的,可以改变或设计螺旋的角度和/或其之间的间隔,其中更紧的螺旋在负载力下呈现更小的轴压缩,而更小的螺旋量在负载力下引起更大的轴压缩,但也呈现有限的弯曲。在范围(spectrum)的另一端,牵引内腔可以被引导成平行于长形轴71的纵向轴线以允许在期望的弯曲或可接合区段中进行受控接合。

[0080] 在内窥镜检查中,长形轴71容纳多个部件以辅助机器人医疗过程。轴可以包括用于将手术工具(或医疗器械)、冲洗和/或抽吸部署到轴71的远端处的手术区域的工作通道。轴71还可以容纳电线和/或光纤以向远侧端部(distal tip)处的光学组件/从远侧端部处的光学组件传递信号,该光学组件可以包括光学摄像装置。轴71也可以容纳光纤,以将光从位于近端的光源(例如,发光二极管)传送到轴的远端。

[0081] 在器械70的远端处,远侧端部还可以包括用于将用于诊断和/或治疗、冲洗和抽吸的工具递送至手术部位的工作通道的开口。远侧端部还可以包括用于摄像装置例如纤维镜或数码摄像装置的端口,该摄像装置用于捕获内部解剖空间的图像。相关地,远侧端部还可以包括用于光源的端口,所述光源用于在使用摄像装置时照亮解剖空间。

[0082] 在图13的示例中,驱动轴轴线以及从而的驱动输入轴线与长形轴的轴线正交。然而,该布置使长形轴71的滚动能力复杂化。当腱从驱动输入73延伸出去并且进入到长形轴71内的牵引内腔时,在保持驱动输入73静止的同时沿着长形轴71的轴线滚动长形轴71会引起腱的不期望的缠结。所得到的这样的腱的缠结可能扰乱旨在在内窥镜检查过程期间预测柔性长形轴的任何控制算法。

[0083] 图14示出了器械驱动器和器械的替选设计,其中驱动单元的轴线平行于器械的长形轴的轴线。如所示出的,圆形器械驱动器80包括四个驱动单元,四个驱动单元的驱动输出81在机器人臂82的端部处平行对准。驱动单元和它们各自的驱动输出81被容纳在器械驱动器80的旋转组件83中,旋转组件83由组件83内的驱动单元之一驱动。响应于由旋转驱动单元提供的扭矩,旋转组件83沿着圆形轴承旋转,该圆形轴承将旋转组件83连接至器械驱动器的非旋转部分84。可以通过电接触将电力和控制信号从器械驱动器80的非旋转部分84传送到旋转组件83,电接触可以通过电刷滑环连接(未示出)的旋转来保持。在其他实施方式中,旋转组件83可以响应于集成到不可旋转部分84中的单独的驱动单元,并且因此不平行于其他驱动单元。旋转机构83允许器械驱动器80使驱动单元及其各自的驱动输出81作为单个单元绕器械驱动器轴线85旋转。

[0084] 与较早公开的实施方式类似,器械86可以包括长形轴部分88和器械基部87(出于讨论的目的,示为具有透明的外部表层),该器械基部87包括被配置成接收器械驱动器80中的驱动输出81的多个驱动输入89(例如,插座、滑轮和卷轴)。与先前公开的实施方式不同,器械轴88从器械基部87的中心延伸,其中器械轴88的轴线基本平行于驱动输入89的轴线,而不是如图13的设计中那样正交。

[0085] 当耦接至器械驱动器80的旋转组件83时,包括器械基部87和器械轴88的医疗器械86与旋转组件83结合绕器械驱动器轴线85旋转。由于器械轴88被定位在器械基部87的中心处,因此器械轴88在被附接时与器械驱动器轴线85共轴。因此,旋转组件83的旋转使器械轴88绕其自身的纵向轴线旋转。此外,当器械基部87与器械轴88一起旋转时,连接至器械基部87中的驱动输入89的任何腱在旋转期间都不会缠结。因此,驱动输出81、驱动输入89和器械轴88的轴线的平行允许轴旋转而不会使任何控制腱缠结。

[0086] E. 导航和控制。

[0087] 传统的内窥镜检查可以包括使用荧光镜检查(例如,如可以通过C形臂递送的)和其他形式的基于辐射的成像模态,以向操作医师提供腔内指导。相比之下,本公开内容所设想的机器人系统可以提供基于非辐射的导航和定位装置,以减少医师暴露于辐射并且减少

手术室内的设备的数量。如本文所使用的,术语“定位”可以指确定和/或监测对象在参考坐标系中的位置。诸如手术前绘图(mapping)、计算机视觉、实时EM跟踪和机器人命令数据的技术可以单独地或组合地使用以实现无辐射操作环境。在其他情况下,在仍使用基于辐射的成像模态的情况下,可以单独地或组合地使用手术前绘图、计算机视觉、实时EM跟踪和机器人命令数据,以改进仅通过基于辐射的成像模态获得的信息。

[0088] 图15是示出根据示例实施方式的估计机器人系统的一个或多个元件的定位例如器械的定位的定位系统90的框图。定位系统90可以是被配置成执行一个或多个指令的一个或多个计算机装置的集合。计算机装置可以由以上讨论的一个或多个部件中的处理器(或多个处理器)和计算机可读存储器来实施。作为示例而非限制,计算机装置可以位于图1所示的塔30、图1至图4所示的推车、图5至图10所示的床等中。

[0089] 如图15所示,定位系统90可以包括定位模块95,定位模块95处理输入数据91至94以生成医疗器械的远侧端部的定位数据96。定位数据96可以是表示器械的远端相对于参考系的定位和/或取向的数据或逻辑。参考系可以是相对于患者的解剖结构或相对于已知对象例如EM场生成器(参见下文关于EM场生成器的讨论)的参考系。

[0090] 现在更详细地描述各种输入数据91至94。手术前绘图可以通过使用低剂量CT扫描的集合来完成。手术前CT扫描被重构成三维图像,这些三维图像被可视化为例如患者的内部解剖结构的剖面图的“切片”。当以解剖腔的聚合的基于图像的模型的形式分析时,可以生成患者的解剖结构例如患者的肺网络的空间和结构。可以从CT图像确定和近似诸如中心线几何形状的技术,以形成患者的解剖结构的三维体积,该三维体积被称为模型数据91(在仅使用手术前CT扫描生成的情况下,也被称为“手术前模型数据”)。在美国专利申请第14/523,760号中讨论了中心线几何形状的使用,该申请的全部内容并入本文中。网络拓扑模型也可以从CT图像中得出,并且特别适于支气管镜检查。

[0091] 在一些实施方式中,器械可以配备有摄像装置以提供视觉数据92。定位模块95可以处理视觉数据以实现一个或多个基于视觉的定位跟踪。例如,手术前模型数据可以与视觉数据92结合使用,以实现医疗器械(例如,内窥镜或通过内窥镜的工作通道前进的器械)的基于计算机视觉的跟踪。例如,使用手术前模型数据91,机器人系统可以基于内窥镜的预期行进路径从模型生成预期内窥镜图像的库,每个图像链接至模型内的位置。在手术中,机器人系统可以参考该库,以将在摄像装置(例如,在内窥镜远端处的摄像装置)处捕获的实时图像与图像库中的图像进行比较,以辅助定位。

[0092] 其他基于计算机视觉的跟踪技术使用特征跟踪来确定摄像装置的运动,并且因此确定内窥镜的运动。定位模块95的一些特征可以识别手术前模型数据91中的与解剖内腔对应的圆形几何结构并且跟踪那些几何结构的变化,以确定选择了哪个解剖内腔以及摄像装置的相对旋转和/或平移运动。拓扑图的使用可以进一步增强基于视觉的算法或技术。

[0093] 光流——另一种基于计算机视觉的技术——可以分析视觉数据92中的视频序列中的图像像素的位移和平移以推断摄像装置移动。光流技术的示例可以包括运动检测、对象分割计算、亮度、运动补偿编码、立体视差测量等。通过多次迭代进行多个帧的比较,可以确定摄像装置(以及因此确定内窥镜)的移动和定位。

[0094] 定位模块95可以使用实时EM跟踪来生成内窥镜在全局坐标系中的实时定位,该实时定位可以被配准到由手术前模型表示的患者的解剖结构。在EM跟踪中,嵌入在医疗器械

(例如,内窥镜工具)中的一个或多个定位和取向中的包括一个或多个传感器线圈的EM传感器(或跟踪器)测量由定位在已知定位处的一个或多个静态EM场生成器产生的EM场的变化。由EM传感器检测的定位信息被存储为EM数据93。EM场生成器(或发送器)可以靠近患者放置,以产生嵌入的传感器可以检测到的低强度磁场。磁场在EM传感器的传感器线圈中感应出小电流,可以对这些小电流进行分析以确定EM传感器与EM场生成器之间的距离和角度。这些距离和取向可以在手术中“配准”到患者的解剖结构(例如,手术前模型),以确定将坐标系中的单个定位与患者的解剖结构的手术前模型中的位置对准的几何变换。一旦被配准,嵌入在医疗器械(例如,内窥镜的远侧端部)的一个或多个位置中的EM跟踪器可以提供对医疗器械通过患者的解剖结构的进展的实时指示。

[0095] 机器人命令和运动学数据94也可以由定位模块95使用以提供机器人系统的定位数据96。可以在手术前校准期间确定从接合命令得到的装置俯仰和偏航。在手术中,这些校准测量可以与已知的插入深度信息结合使用,以估计器械的位置。替选地,可以结合EM、视觉和/或拓扑建模来分析这些计算,以估计医疗器械在网络内的位置。

[0096] 如图15所示,定位模块95可以使用多个其他输入数据。例如,尽管在图15中未示出,但是利用形状感测纤维的器械可以提供定位模块95可以用来确定器械的定位和形状的形状数据。

[0097] 定位模块95可以组合地使用输入数据91至94。在一些情况下,这样的组合可以使用概率方法,其中定位模块95向从输入数据91至94中的每一个确定的定位分配置信度权重。因此,在EM数据可能不可靠的情况下(可能是存在EM干扰的情况),由EM数据93确定的定位的置信度可能降低,并且定位模块95可能更多地依赖于视觉数据92和/或机器人命令和运动学数据94。

[0098] 如以上所讨论的,本文讨论的机器人系统可以被设计成包含以上技术中的一个或多个的组合。基于塔、床和/或推车的机器人系统的基于计算机的控制系统可以将计算机程序指令存储在例如非暂态计算机可读存储介质例如永久性磁存储驱动器、固态驱动器等内,计算机程序指令在执行时使系统接收并且分析传感器数据和用户命令,生成整个系统的控制信号并且显示导航和定位数据,例如器械在全局坐标系内的位置、解剖图等。

[0099] 2. 通过定位输入数据的比较估计器械定位。

[0100] 机器人使能医疗系统诸如上面参照图1至图15描述的那些可以被配置成在医疗手术或外科手术例如内窥镜手术或腹腔镜手术期间提供器械位置或定位的估计。在手术期间,医师可以引导或指导器械穿过患者的内部区域(例如内腔、内腔网络、腔等)。为了帮助医师,可以例如利用定位系统90(图15)来确定器械的定位/位置估计并向用户显示。

[0101] 图16描绘了更详细地示出定位系统90的实施方式的框图。在示出的示例中,定位系统90被配置成接收和处理视觉数据92、位置传感器数据93(例如EM数据)和机器人数据94(例如机器人命令和运动学数据),从而提供作为输出的定位数据96。定位数据96可以包括例如器械的位置估计。

[0102] 尽管在图16中示出将视觉数据92、位置传感器数据93和机器人数据94作为输入数据,定位系统90还可以接收和处理如上所描述的其他类型的输入数据。作为一个示例,定位系统90还可以接收和处理如前面所描述的手术前模型数据91。

[0103] 如图所示,定位模块95可以包括基于视觉的模块101、基于位置传感器的模块103

和基于机器人的模块105。模块101、103、105中的每个模块可以包括用于接收和处理各种输入数据的软件和/或硬件。在一些实施方式中,模块101、103、105中的一个或多个可以彼此组合以及/或者与其他模块(例如定位/位置估计器模块108)组合。在2016年9月16日提交的美国申请第15/268,238号中详细描述了示例模块,该申请于2017年8月8日发布为美国专利第9,727,963号,其通过引用并入本文。

[0104] 基于视觉的模块101可以被配置成接收和处理视觉数据92。可以从成像装置(例如纤维镜或摄像装置)接收视觉数据92。成像装置可以定位在器械上。视觉数据92可以包括一个或多个图像或视频。基于视觉的模块101可以被配置成根据视觉数据92确定基于视觉的定位/位置估计102。例如,基于视觉的模块101可以处理从定位在器械上的器械装置接收到的图像,以确定器械相对于如上所描述的手术前模型(例如手术前模型数据91)的位置。

[0105] 基于位置传感器的模块103可以被配置成接收和处理位置传感器数据93。可以从一个或多个位置传感器接收位置传感器数据93。可以将位置传感器定位在器械上。位置传感器可以是例如EM传感器、形状感测纤维、加速度计、陀螺仪、成像装置、超声传感器等。基于位置传感器的模块103可以被配置成根据位置传感器数据93确定基于位置传感器的定位/位置估计104。例如,基于位置传感器的模块103可以处理从器械上的EM传感器接收到的数据,以确定器械相对于手术前模型的坐标系的位置。

[0106] 基于机器人的模块105可以被配置成接收和处理机器人数据94。机器人数据94可以包括用于控制器械的形状和移动的插入和/或接合(articulation)命令。基于机器人的模块105可以被配置成根据机器人数据94确定基于机器人的定位/位置估计106。例如,在过程期间,在由一个或多个机器人臂或其他器械定位装置执行时,可以将已知插入深度或命令的插入深度的信息以及/或者器械的接合角或侧倾角的信息用于估计器械的位置。

[0107] 如图所示,可以将基于视觉的位置估计102、基于位置传感器的位置估计104和基于机器人的位置估计106输入到定位估计器模块108中。也可以将其他输入(未示出)提供给定位估计器模块108。可以以硬件、软件或其组合来实现定位估计器模块108。

[0108] 定位估计器模块108可以被配置成组合基于视觉的位置估计102、基于位置传感器的位置估计104和/或基于机器人的位置估计106以输出定位数据96。定位估计器模块可以使用将置信度权重(或权重因数)分配给基于视觉的位置估计102、基于位置传感器的位置估计104和/或基于机器人的位置估计106的概率方法来确定该组合。在一些实施方式中,定位估计器模块108和/或定位系统90的另一部件或模块可以确定针对基于视觉的位置估计102、基于位置传感器的位置估计104和/或基于机器人的位置估计106中的每一个的权重因数。权重因数可以用于增加或减少基于视觉的位置估计102、基于位置传感器的位置估计104和/或基于机器人的位置估计106对确定输出定位数据96的贡献。

[0109] 例如,在一些情况下,可以将基于视觉的位置估计102、基于位置传感器的位置估计104和/或基于机器人的位置估计106中的之一确定为与基于视觉的位置估计102、基于位置传感器的位置估计104和/或基于机器人的位置估计106中的另一个相比而言较不可靠。较不可靠的一个(或多个)的权重因数可以减小,以及/或者较可靠一个(或多个)的权重因数可以增大。结果,因为较可靠的输入已经被较重地加权,因此输出定位数据96可以为器械提供较可靠的位置估计。

[0110] 作为另一示例,可以将基于视觉的位置估计102、基于位置传感器的位置估计104

和/或基于机器人的位置估计106中的一个或多个的权重因数设置为零以消除这些输入估计中的一个或多个对确定定位数据96的贡献。

[0111] 定位估计器模块108 (以及/或者定位系统90的其他部件 (多个部件) (例如基于视觉的模块101、基于位置传感器的模块103和/或基于机器人的模块105) 可以被配置成确定针对基于视觉的位置估计102、基于位置传感器的位置估计104和/或基于机器人的位置估计106中的每一个的权重因数。通常,当确定特定输入位置估计不可靠时,可以减小其权重因数,以及/或者当确定特定输入位置估计可靠时,可以增大其权重因数。

[0112] 本文描述的一些机器人使能医疗系统的优点是其包括定位系统90,该定位系统处理多种类型的输入数据 (例如视觉数据92、位置传感器数据93和/或机器人数据94) 以产生多个位置估计 (例如基于视觉的位置估计102、基于位置传感器的位置估计104和/或基于机器人的位置估计106),这些位置估计被组合在一起 (例如根据权重因数) 以确定器械的位置估计 (例如定位数据96)。这会是有利的,因为如果确定特定数据输入较不可靠 (在特定情况中或特定情形下),可以减少或消除该数据输入对最终确定的位置估计的贡献。

[0113] 另外,本文描述的系统会是有利的,因为由于存在多个数据输入和输入位置估计,因此可以将它们彼此比较以确定各种数据输入和位置估计的可靠性和准确性。如下所述,多个数据输入和输入位置估计之间的比较可以用于确定和/或设置权重因数。这可以进一步改善器械的最终确定的位置估计,从而可以改善医疗过程期间器械的导航和跟踪。

[0114] 本公开内容的其余部分描述了如何利用输入数据或输入位置估计的比较来估计和改善器械定位。为了便于描述,通过示例描述了器械屈曲 (instrument buckling) 和器械迟滞 (instrument hysteresis) 的特定使用情况。其他使用情况也是可能的。

[0115] A. 器械屈曲的示例。

[0116] 这部分描述了器械屈曲,并提供了可以利用各种输入数据或输入位置估计的比较来确定或改善器械位置估计的第一示例。

[0117] 图17A示出了经历屈曲状况的医疗器械100的示例。器械100可以是例如上面描述的内窥镜13 (图1)、输尿管镜32 (图3)、器械34 (图4)、输尿管镜56 (图8)、腹腔镜59 (图9)、器械70 (图13) 或器械86 (图14) 或者本文描述的任何其他医疗器械,例如器械200 (下面参照图19进行描述)。如图17A所示,器械100包括在近端114和远端115之间延伸的长形轴113。近端114可以连接到器械定位装置111诸如机器人臂的器械驱动器。如上所述,可以移动器械定位装置111以将器械100插入患者体内或者从患者体内缩回。器械定位装置111还可以被配置成接合器械100 (例如,控制器械100的形状或姿势)。为了便于说明,除了长形轴113的一部分 (包括远端115) 可以定位在患者内部且长形轴113的另一部分 (包括近端114) 和器械定位装置111可以定位在患者外部的一般表示之外,未示出患者的解剖结构。但是,应当理解,在患者内部,长形轴113可以遵循器械100插入其中的患者的解剖结构的总体形状。

[0118] 在图17A中,为了说明屈曲状况,以实线示出了器械100的第一状态,并且以虚线示出了器械100的第二状态。在第二状态 (虚线) 下,器械100已经屈曲 (即经历了屈曲状况)。如图所示,从第一状态移动到第二状态,器械定位装置111前进了第一距离D1。附接至器械定位装置111的器械100的长形轴113的近端114也前进了距离D1。然而,长形轴113的远端115仅前进了距离D2,距离D2小于距离D1。如图所示,长形轴113已屈曲、弯弓、弯曲、偏转或者以其他非规划的方式变形,使得器械100经历了如图17A中的虚线所示出的屈曲状况。

[0119] 例如,当器械100进入患者体内时,可能会发生屈曲。器械定位装置111可以使器械100前进距离D1进入患者。在没有屈曲的情况下,通常预计器械100的远侧端部115也前进距离D1。然而,在某些情况下,远侧端部115可能会卡在或阻塞在患者的解剖结构内,使得远侧端部115仅前进距离D2,距离D2小于距离D1。在一些情况下,远侧端部115可能根本不前进,使得距离D2为零。在远侧端部115被卡住或阻塞的情况下,器械屈曲,并且长形轴113以非规划的方式变形(例如屈曲、弯弓、弯曲或者其他方式变形)。

[0120] 应该理解的是,尽管图17A示出了在第一状态(实线)下以大体笔直的方式设置的长形轴113和在第二状态或屈曲状况(虚线)下以近似弯曲的方式设置的长形轴113,通常,当长形轴113定位在体内时可以遵循患者的解剖结构,并且屈曲可以表现为长形轴113的任何数量的变形。不管长形轴113形成的形状如何,只要当基于例如近端114处的运动D1,远端115处的运动D2小于远端115处的预期的运动时,就会发生屈曲状况。

[0121] 包括器械100的机器人使能医疗系统可以被配置成提供对例如器械100的远端115的位置估计。该系统可以包括上面(例如在图15和图16中)描述的定位系统90。如前所述,定位系统90处理并组合多种类型的输入数据以确定位置估计。

[0122] 器械定位装置111的移动可以生成机器人数据94或者基于机器人数据94。例如,机器人数据94可以指示器械100向前移动了距离D1。基于机器人的模块105可以处理机器人数据94以提供基于机器人的位置估计106,基于机器人的位置估计106指示器械100的远端115已经从其先前位置前进了距离D1。然而,如图17A中所示出的,因为器械100已经屈曲,因此远侧端部115仅前进了距离D2(而不是距离D1)。

[0123] 定位系统90可以从位置传感器接收位置传感器数据93作为输入。在该示例中,可以将位置传感器定位在长形轴113的远端115处。当器械100从第一状态(实线)移动到第二状态(虚线)时,位置传感器(被定位在远侧端部115处)可以将位置传感器数据93提供给定位系统90。基于位置传感器的模块103可以处理位置传感器数据93以提供基于位置传感器的位置估计104,该基于位置传感器的位置估计104指示远端115前进了距离D2。

[0124] 定位系统90可以比较基于机器人的位置估计106和基于位置传感器的位置估计104,以确定针对每个的权重因数。在该示例中,定位系统90可以确定基于机器人的位置估计106所指示的移动超过基于位置传感器的位置估计104所指示的移动达D1与D2的差。定位系统90可以被配置成根据该差识别出发生了屈曲状况,并且可以相应地减小针对基于机器人的位置估计106的权重因数以及/或者增大针对基于位置传感器的位置估计104的权重因数。定位系统90然后可以根据所确定的权重因数来组合基于机器人的位置估计106与基于位置传感器的位置估计104,以提供和输出器械100的位置估计作为定位数据96。由于定位系统90已经确定器械100已屈曲(通过比较基于机器人的位置估计106和基于位置传感器的位置估计104)并相应地调整了权重因数,因此可以改善作为位置数据96输出的估计位置的准确性。

[0125] 可以在基于视觉的位置估计102与基于位置传感器的位置估计104和/或基于机器人的位置估计106之间进行类似的比较,以检测屈曲并提供准确性增加的位置估计。下面将在对器械迟滞的示例的讨论之后,更详细地描述这些比较。

[0126] B. 器械迟滞的示例。

[0127] 器械迟滞提供了另一个示例,该示例示出了可以利用各种输入数据或输入位置估

计的比较来确定或改善器械位置估计。应当理解,如本文所使用的术语“迟滞”可以指医疗器械可能经历的特定类别的迟滞状况。这种特定类别的迟滞可能与医疗器械从变形的形状返回至或者转变为自然状态的情况有关。一个非常特定的示例是医疗装置从屈曲状况返回至非屈曲状况(或较小屈曲的状态)的情况。现在说明这种类型的迟滞状况的示例。

[0128] 图17B示出了经历某种类型的迟滞状况的医疗器械100的示例。如前所述,器械100可以是上面描述的例如内窥镜13(图1)、输尿管镜32(图3)、器械34(图4)、输尿管镜56(图8)、腹腔镜59(图9)、器械70(图13)或器械86(图14)或者本文所描述的任何其他医疗器械,例如下面所描述的器械200(图19)。

[0129] 在图17B中,以实线示出了器械100的第一状态,并且以虚线示出了器械100的第二状态。在第二状态(虚线)下,器械100经历了迟滞。如图所示,在第一状态(实线)下,器械100的长形轴113处于屈曲、弯弓、弯曲、或偏转的位置。从第一状态移动到第二状态,器械定位装置111可以前进第一距离D1。附接到器械定位装置111的器械100的长形轴113的近端114也前进距离D1。在迟滞的一些示例中,器械定位装置111和近端114可能根本不前进(即距离D1可能为零)。

[0130] 然而,当器械100经历了迟滞时,长形轴113的远端115前进距离D2,距离D2大于距离D1。这可能是由器械的屈曲、弯弓、弯曲、或偏转的长形轴113松弛到较伸展的位置引起的。当被阻塞在或者卡在患者解剖结构上的器械113突然变得自由时,也可能发生迟滞现象。在这两种情况下,远端115前进距离D2,该距离D2大于近端114和器械定位装置111前进的距离D1。

[0131] 再次,应该理解的是,尽管图17B示出了在第一状态(实线)下以大体弯曲的方式设置的长形轴113以及在第二状态(虚线)下以近似笔直的方式设置的长形轴113,通常,当长形轴113定位在体内时可以遵循患者的解剖结构,并且迟滞可以表现在长形轴113的任何数量的位置。不管长形轴113形成的形状如何,只要当基于例如近端114处的运动D1,远端115处的运动D2大于远端115处的预期的运动时,就会发生迟滞状况。

[0132] 就定位系统90而言,在迟滞状况期间,器械定位装置111的移动可以生成机器人数据94。机器人数据94可以指示器械100向前移动了距离D1。基于机器人的模块105可以处理机器人数据94以提供基于机器人的位置估计106,基于机器人的位置估计106指示器械100的远端115已经从其先前位置前进了距离D1。然而,如图17B中所示出的,因为器械100经历了迟滞,因此远侧端部115前进了距离D2。

[0133] 当器械100从第一状态(实线)移动到第二状态(虚线)时,位置传感器(定位在远侧端部115处)可以将位置传感器数据93提供给定位系统90。基于位置传感器的模块103可以处理位置传感器数据93以提供指示远侧端部115已前进了距离D2的基于位置传感器的位置估计104。

[0134] 定位系统90可以比较基于机器人的位置估计106和基于位置传感器的位置估计104,以确定针对每个的权重因数。在该示例中,定位系统90可以确定由基于位置传感器的位置估计104所指示的移动超过由基于机器人的位置估计106所指示的移动达D1与D2的差。定位系统90可以被配置成从该差中识别出发生了迟滞状况,并且可以相应地减小针对基于机器人的位置估计106的权重因数并且增大针对基于位置传感器的位置估计104的权重因数。定位系统90然后可以根据所确定的权重因数来组合基于机器人的位置估计106和基于

位置传感器的位置估计104,以确定并输出器械的位置估计作为定位数据96。由于定位系统90已经确定器械100经历了迟滞状况(通过比较基于机器人的位置估计106和基于位置传感器的位置估计104)并相应地调整了权重因数,因此可以改善作为定位数据96输出的估计位置的准确性。

[0135] 可以在基于视觉的位置估计102与基于位置传感器的位置估计104和/或基于机器人的位置估计106之间进行类似的比较,以检测迟滞并提供准确性增加的位置估计。下面将更详细地描述这些比较。

[0136] C. 利用输入数据的比较确定器械位置的示例方法。

[0137] 图18A是示出基于机器人数据94和位置传感器数据93的比较来确定或改善医疗器械100的位置估计的准确性的示例方法200的流程图。可以在特定机器人系统例如图1至图15等中示出的机器人系统中实现方法200。可以在图15和图16的定位系统90中或者通过图15和图16的定位系统90实现方法200。在一些实施方式中,可以将一个或多个计算机装置配置成执行方法200。可以通过上面描述的一个或多个部件中的一个或多个处理器和计算机可读存储器来体现计算机装置。该计算机可读存储器可以存储可由处理器执行以执行方法200的指令。所述指令可以包括一个或多个软件模块。作为示例而非限制,计算机装置可以位于图1所示的塔30、图1至图4所示的推车、图5至图10所示的床等中。

[0138] 图18A示出的方法200开始于框201。在框201处,基于与器械的物理操纵有关的机器人数据(例如机器人数据94)获得器械的第一运动估计。如上所述,机器人数据94可以包括与器械100或器械的一部分(例如远端115)的物理移动有关的数据。机器人数据94的示例可以包括指示远端115到达特定的解剖部位以及/或者(例如以特定的俯仰、滚动、偏航、插入和/或回缩)改变其取向的命令数据。机器人数据94可以包括表示器械100的长形轴113的机械移动例如用于驱动医疗器械100的实际移动或者控制医疗器械100的姿态的一个或多个拉线(pull wire)或者腱(tendon)的运动的数据。机器人数据94可以包括与一个或多个器械定位装置111例如先前描述的机器人臂的运动有关的数据。可以根据机器人数据94确定位置或移动(位置变化)。

[0139] 运动估计可以包括器械100的移动的估计。可以确定一定间隔上的运动估计。在一些实施方式中,间隔是时间间隔。例如,在框201处,方法200可以包括基于机器人数据94针对在时间间隔期间诸如约0.1秒、0.2秒、0.25秒、0.5秒、0.75秒、1秒、1.5秒、2秒或5秒期间位置的变化来确定估计。与所列出的示例相比,较短和较长的其他时间间隔也是可以的。

[0140] 在一些实施方式中,间隔是距离间隔。例如,在框201处,方法200可以包括基于机器人数据94针对在距离间隔内诸如约0.1毫米、0.2毫米、0.25毫米、0.5毫米、0.75毫米、1毫米、1.5毫米、2毫米、5毫米、10毫米、15毫米、20毫米、25毫米、30毫米、35毫米、40毫米、45毫米或50毫米内位置的变化来确定估计。与所列出的示例相比,较短和较长的其他距离间隔也是可以的。距离间隔可以表示器械定位装置111、长形轴113的近端114和/或长形轴113的远端115移动的距离;命令的插入距离;器械100的命令的行进距离;测量的插入距离;器械100的测量的行进距离;由基于视觉的模块101、基于位置传感器的模块103、基于机器人的模块105和/或定位估计器模块108等确定的器械100的估计的行进距离,等等。

[0141] 在一些实施方式中,间隔是滚动窗口或帧。该间隔可以是时间或距离的滚动窗口或帧,从而在当前时间点紧之前的时间窗口或距离窗口上提供器械100的运动估计。例如,

在每个时间点,框201可以包括确定表示在每个时间点紧之前的时间间隔上的位置变化的新的运动估计。

[0142] 在一些实现方式中,框201包括与一个或多个其他数据输入结合根据机器人数据91获得运动估计。例如,可以在框201处使用例如机器人数据91和手术前模型数据94中的一者或两者来确定运动估计。

[0143] 在框203处,基于从至少一个位置传感器接收到的位置传感器数据(例如位置传感器数据93)来获得第二运动估计。如上所述,可以从一个或多个位置传感器接收位置传感器数据93。在一些实施方式中,将位置传感器定位在器械100上,例如定位在器械100的远端114上。可以从相对于坐标系的位置传感器数据93中得出位置传感器的位置。可以将位置传感器的坐标系配准到手术前模型的坐标系,从而可以相对于手术前模型确定位置。

[0144] 位置传感器可以是用于确定位置的任何类型的传感器。例如,位置传感器可以是如上所述的EM传感器。EM传感器可以提供位置传感器数据93,从中可以相对于由EM场发生器产生的EM场得出EM传感器的位置。在另一个示例中,位置传感器可以是定位在器械上的EM场发生器,并且可以相对于位于患者体外的EM传感器确定EM场发生器的位置。

[0145] 在其他示例中,位置传感器可以是形状感测纤维、加速度计、陀螺仪和/或超声传感器。在另一个示例中,位置传感器可以是成像装置。成像装置可以定位在器械上。可以分析成像装置的输出(例如图像或视频)以确定位置信息。

[0146] 通过分析间隔期间的位置传感器数据93,可以根据位置传感器数据93获得运动估计。在一些实现方式中,间隔可以是如上所述的时间间隔或距离间隔。间隔也可以是滚动间隔(rolling interval)或帧。

[0147] 在一些实现方式中,用于根据位置传感器数据93获得运动估计的间隔可以是与用于根据机器人数据94获得运动估计的间隔相同的间隔。例如,在框203处使用的间隔可以与在框201处使用的间隔匹配。

[0148] 在一些实施方式中,框201和框203的顺序可以改变。在一些实施方式中,框201和框203可以基本上同时发生。

[0149] 在框205处,方法200包括基于第一运动估计与第二运动估计的比较来确定运动估计差别(motion estimate disparity)。运动估计差别可以代表或指示在框201处根据机器人数据94获得的运动估计与在框203处根据位置传感器数据93获得的运动估计之间的差。在一些实现方式中,确定运动估计差别包括取在框201处根据机器人数据94获得的运动估计与在框203处根据位置传感器数据93获得的运动估计之间的差。在一些实施方式中,确定运动估计差别包括取根据(例如在间隔期间的)机器人数据94获得的最终位置与根据(在间隔期间的)位置传感器数据93获得的最终位置之间的差。

[0150] 在框207处,方法207包括基于运动估计差别来更新:(a)针对根据机器人数据(例如,机器人数据94)可得出的定位的权重因数;以及/或者(b)针对根据位置传感器数据(例如,位置传感器数据93)可得出的定位的权重因数。如上所述,当组合根据不同类型的输入数据估计的位置时,定位系统90可以使用权重因数。

[0151] 例如,框207可以包括当运动估计差别指示基于机器人数据94的运动估计(框201)超过基于位置传感器数据93的运动估计(框203)时,减小针对根据机器人数据94可得出的定位的权重因数以及/或者增大针对根据位置传感器数据93可得出的定位的权重因数。基

于机器人数据94的运动估计超过基于位置传感器数据93的运动估计可以指示器械100经历了屈曲状况。例如,如图17A所示出的,当器械定位装置111和器械100的近端114移动的距离大于器械100的远端115移动的距离时,可能发生屈曲。在这种情况下,因为基于机器人数据94的运动估计超过了基于位置传感器数据93的运动估计,因此运动估计差别指示屈曲。框207可以包括减小针对根据机器人数据94可得出的定位的权重因数以及/或者增大针对根据位置传感器数据93可得出的定位的权重因数。结果,定位系统90输出较多根据位置传感器数据93而较少根据机器人数据94得出的定位数据96。这可以导致对器械100的位置的较准确的估计。

[0152] 作为另一个示例,框207可以包括当运动估计差别指示基于位置传感器数据93的运动估计(框203)超过了基于机器人数据94的运动估计(框201)时,减小针对根据机器人数据94可得出的定位的权重因数和/或增大针对根据位置传感器数据93可得出的定位的权重因数。基于位置传感器数据93的运动估计超过基于机器人数据94的运动估计可以指示器械100经历了迟滞状况。例如,如图17B所示,当器械100的远端115移动的距离大于器械定位装置111和器械100的近端114移动的距离时,会发生迟滞。在这种情况下,因为基于位置传感器数据93的运动估计超过了基于机器人数据94的运动估计,因此运动估计差别指示迟滞。框207可以包括减小针对根据机器人数据94可得出的定位的权重因数以及/或者增大针对根据位置传感器数据93可得出的定位的权重因数。结果,定位系统90输出较多根据位置传感器数据93而较少根据机器人数据94得出的定位数据96。这可以导致对器械100的位置进行较准确的估计。

[0153] 在一些实现方式中,针对根据机器人数据94可得出的定位的权重因数以与运动估计差别的大小有关的方式减小,以及/或者针对根据位置传感器数据93可得出的定位的权重因数以与运动估计差别的大小有关的方式增大。例如,运动估计差别越大,相应权重因数的增大和/或减小越多。在一些实施方式中,权重因数与运动估计差别的大小成比例地增大和/或减小。

[0154] 在一些实施方式中,仅当运动估计差别超过阈值时才更新权重因数。例如,运动估计差别大于阈值可以指示屈曲状况或者迟滞状况。该阈值可以是例如大约5毫米、10毫米、15毫米、20毫米、25毫米、30毫米、35毫米、40毫米、45毫米、50毫米、55毫米或60毫米的距离。短于或长于所列出的示例的用于阈值的其他距离也是可以的。

[0155] 在一些实施方式中,减小权重因数可以包括将权重因数设置为零,使得在确定从定位系统90输出的定位数据96时根本不使用相关的输入数据。例如,在一些实现方式中,框207可以包括将针对根据机器人数据94可得出的定位的权重因数更新为零。即,在一些实现方式中,当运动估计差别指示屈曲或迟滞时,将针对根据机器人数据94可得出的定位的权重因数设置为零,使得机器人数据94不被用于确定器械100的最终位置估计。

[0156] 在框209处,基于更新的权重因数确定定位/位置估计。如前所述,可以从定位系统90输出位置估计作为定位数据96。定位系统90基于输入数据91至94中的一个或多个来确定位置估计,并且根据相关的权重因数对每个输入数据的贡献进行加权。相应地,在例如器械100经历屈曲状况或迟滞状况的情况下,方法200可以通过减少机器人数据94的贡献和/或增加位置传感器数据93的贡献来提供针对器械的改善的估计位置。

[0157] 在一些实施方式中,方法200还可以包括提供器械100经历了迟滞状况或屈曲状况

的指示或警报。例如,当运动估计差别指示迟滞或屈曲时,可以向医师提供指示(例如视觉警报或听觉警报)。在另一个示例中,在检测到迟滞状况或屈曲状况时,方法200可以移动(或改变移动)器械100。例如,系统可以使器械的力矩松弛或减小器械的力矩。在某些情况下,所采取的动作至少部分地取决于运动估计差别的程度。例如,对于运动估计差别低于某个阈值的情况,系统可以提供警报,而对于运动估计差别高于某个阈值的情况,系统可以使器械的力矩松弛或减小器械的力矩。

[0158] 现在在进行其余公开内容之前先讨论用于计算估计的距离的一些其他细节。如上所述,可以使用滚动距离窗口来比较根据传感器定位(例如位置传感器数据93)和机器人命令(例如机器人数据94)确定的移动的估计变化。滚动窗口可以是将差别存储为根据传感器定位SL确定的移动和根据机器人数据RD确定的移动的对(pairs)的数据结构。因此,对于给定的点 $t$ ,可以通过求出 $SL_t$ 和 $RD_t$ 之间的差来计算差别。在另一实施方式中,除了存储可用于得到差别的数据之外,滚动窗口仅包括针对每个点 $t$ 的差别。用于存储滚动窗口中的值的数据结构可以包括数组、多维数组、查找表或任何其他合适的数据结构。

[0159] 本文的大部分讨论集中在根据机器人数据和传感器定位确定的移动之间的差别的比较。但是,仅此方法可能会导致误报。在命令器械进行接合(articulate)——其将导致机器人数据中没有运动数据,但位置传感器中有一些运动——(例如在柔性装置中或经由腕部结构的角运动)的情况下可能会出现这种情况。为了避免这样的误报,当机器人数据指示执行了接合命令时,系统可以重新初始化用于跟踪历史差别的窗口(或多个窗口)。系统可以通过将用于存储值的窗口的数据结构清零来重新初始化窗口。由于初始化窗口会导致数据丢失,进而可能导致无法检测到屈曲,因此系统仅在接合命令超过某个角度量时才可以使使用接合阈值来重新初始化窗口。这将限制较大接合运动的重新初始化,这可能对导致误报产生较大影响。

[0160] 图18B是示出用于基于视觉数据92和位置传感器数据93的比较来确定医疗器械100的位置估计的示例性方法220的流程图。可以在某些机器人系统例如图1至图15等中示出的机器人系统中实现方法220。可以在图15和图16的定位系统90中实现方法220或者通过图15和图16的定位系统90实现方法220。在一些实施方式中,可以将一个或更多个计算机装置配置成执行方法200。可以通过上述一个或更多个部件中的处理器(或多个处理器)和计算机可读存储器来体现计算机装置。计算机可读存储器可以存储可以由处理器执行以执行方法220的指令。所述指令可以包括一个或更多个软件模块。作为示例而非限制,计算机装置可以位于图1所示的塔30、图1至图4所示的推车、图5至图10所示的床等中。

[0161] 方法220开始于框221。在框221处,基于视觉数据92获得运动估计。如上所述,可以从成像装置接收视觉数据92。成像装置可以定位在器械100上。视觉数据92可以包括图像或视频。视觉数据92可以用于以各种方式确定位置估计。例如,视觉数据92的基于对象的分析可以检测和分析在视觉数据92的视场中存在的对象,诸如分支开口或粒子,以确定位置。在一些实现方式中,结合一个或更多个其他数据输入来分析视觉数据92。例如,可以结合机器人数据94和手术前模型数据91之一或两者来分析视觉数据92,以确定基于视觉的位置估计。

[0162] 在框221处,可以基于根据视觉数据92得到的位置估计来确定基于视觉的运动估计。例如,可以确定一定间隔上的位置变化。在一些实施方式中,间隔可以是如上所述的时

间间隔或距离间隔。间隔可以是滚动间隔或帧。

[0163] 在框223处,基于位置传感器数据93获得运动估计。框223可与先前描述的框203基本相似。在一些实施方式中,在与基于视觉数据92的运动估计相同的间隔上确定基于位置传感器数据93获得的运动估计。例如,在框203处使用的间隔可以与在框201处使用的间隔匹配。

[0164] 在一些实施方式中,框221和框223的顺序可以改变。在一些实施方式中,框221和框223可以基本同时发生。

[0165] 在框225,方法220包括确定运动估计差别。运动估计差别可以代表或指示在框221处根据视觉数据92获得的运动估计与在框223处根据位置传感器数据93获得的运动估计之间的差。可以如上所述确定运动估计差别。

[0166] 在框227处,方法227包括更新针对根据视觉数据92可得出的定位的权重因数以及/或者针对根据位置传感器数据93可得出的定位的权重因数。例如,框227可包括当运动估计差别指示基于视觉数据92的运动估计(框221)超过基于位置传感器数据93的运动估计(框223)时,减小针对根据视觉数据92可得出的定位的权重因数以及/或者增大针对根据位置传感器数据93可得出的定位的权重因数。基于视觉数据92的运动估计超过基于位置传感器数据93的运动估计可以指示器械100经历了屈曲状况(图17A)。在这样的情况下,因为基于视觉数据92的运动估计超过基于位置传感器数据93的运动估计,因此运动估计差别指示屈曲。因此,框207可以包括减小针对根据视觉数据92可得出的定位的权重因数以及/或者增大针对根据位置传感器数据93可得出的定位的权重因数。结果,定位系统90输出较多根据位置传感器数据93而较少根据视觉数据92得出的定位数据96。这可以导致对器械100的位置的较准确的估计。

[0167] 作为另一示例,框227可以包括:当运动估计差别指示基于位置传感器数据93的运动估计(框223)超过基于视觉数据92的运动估计(框221)时,减小针对根据视觉数据92可得出的定位的权重因数,以及/或者增大针对根据位置传感器数据93可得出的定位的权重因数。基于位置传感器数据93的运动估计超过基于机器人数据94的运动估计可以指示器械100经历了迟滞状况(图17B)。在这样的情况下,因为基于位置传感器数据93的运动估计超过基于视觉数据92的运动估计,因此运动估计差别指示迟滞。因此,框227可以包括减小针对根据视觉数据92可得出的定位的权重因数,以及/或者增大针对根据位置传感器数据93可得出的定位的权重因数。结果,定位系统90输出较多根据位置传感器数据93而较少根据视觉数据92得出的定位数据96。这可以导致对器械100的位置的较准确的估计。

[0168] 可以以与以上关于方法200的框207讨论的方式类似的方式来减小针对根据视觉数据92可得出的定位的权重因数,以及/或者增大针对根据位置传感器数据93可得出的定位的权重因数。

[0169] 在框229处,基于更新的权重因数确定定位/位置估计。如前所述,可以从定位系统90输出位置估计作为定位数据96。定位系统90基于输入数据91至94中的一个或多个来确定位置估计,并且根据相关的权重因数对每个输入数据的贡献进行加权。因此,在例如器械100经历屈曲状况或迟滞状况的情况下,方法220可以通过减少视觉数据92的贡献和/或增加位置传感器数据93的贡献来提供针对器械的改善的估计位置。

[0170] D. 利用输入数据的比较确定器械位置的示例系统。

[0171] 图19是示出被配置成使用本文所述的方法利用定位输入数据的比较来提供器械定位的估计的实施方式或者机器人使能医疗系统300的框图。系统300包括处理器310和存储器312。存储器312可以存储配置处理器310执行例如上述方法200和/或220的指令或者指示处理器310执行例如上述方法200和/或220的指令。

[0172] 系统300还包括器械302。该器械302可以是例如内窥镜13(图1)、输尿管镜32(图3)、器械34(图4)、输尿管镜56(图8)、腹腔镜59(图9)、器械70(图13)、器械86(图14)、或者上述器械100、或者本文所述的任何其他医疗器械、或其变型(多种变型)。器械302可以包括位置传感器304和成像装置306。器械302可以附接至器械定位装置308,并被配置成操纵和移动器械302。器械定位装置308可以是机器人臂或其部件(多个部件)。在一些实施方式中,可以通过处理器310控制器械定位装置308。

[0173] 可以从位置传感器304接收位置传感器数据316以及/或者可以通过位置传感器304生成位置传感器数据316。位置传感器304可以定位在器械302上。位置传感器可以是形状感测纤维、加速度计、陀螺仪、电磁传感器、成像装置或超声传感器。

[0174] 可以从成像装置306接收视觉数据318以及/或者可以通过成像装置306生成视觉数据318。成像装置306可以定位在器械304上。成像装置306可以是被配置成将表示接收到的光的能量转换成电信号的任何光敏衬底或光敏结构,例如电荷耦合器件(CCD)或互补金属氧化物半导体(CMOS)图像传感器。在一些示例中,成像装置306可以包括一个或更多个光纤。例如,成像装置102可以是被配置成将代表图像的光从器械300的远端传输到目镜和/或图像传感器的光纤束。然后,可以将由成像装置306捕获的图像作为单独的帧或一系列连续的帧(例如视频)发送至计算机系统用于存储或显示。由成像装置306捕获的图像可以被定位系统90用作视觉数据92,以确定器械100的估计位置。

[0175] 可以从器械定位装置308接收以及/或者由器械定位装置308生成机器人命令和运动学数据320。如上所述,机器人命令和运动学数据320可以包括与器械300的物理运动有关的数据,例如指示器械300到达特定的解剖部位和/或改变其取向(例如,以特定的俯仰、滚动、偏航、插入和/或回缩)的数据。机器人命令和运动学数据320还可以包括代表器械300的机械移动的数据,例如与驱动器械300的实际移动或控制器械300的姿势的一个或更多个拉线或者腱的运动有关的数据。

[0176] 可以将位置传感器数据316、视觉数据318和机器人数据320作为数据输入提供给处理器310。处理器310可以执行本文所述的方法,以确定和输出关于器械302的定位/位置估计326的信息。在所示的实施方式中,将关于位置估计326的信息输出至显示器324。在一些实施方式中可以存储位置估计326。通过实现本文所描述的方法,在器械300经历屈曲或迟滞的情况下,位置估计326可以呈现出改善的准确性。

### [0177] 3. 实现系统和术语

[0178] 本文公开的实现方式提供了用于通过输入数据的比较来确定器械位置的系统、方法和装置。本文所述的各种实现方式提供了在医疗过程期间器械的改善的导航和跟踪。

[0179] 应该注意的是,如本文所使用的术语“耦接(couple)”、“耦接(coupling)”、“已耦接(coupled)”或词语耦接的其他变体可以指示间接连接或者直接连接。例如,如果第一部件“耦接”至第二部件,则第一部件可以经由另一部件间接连接至第二部件,或者直接连接至第二部件。

[0180] 本文描述的位置估计和机器人运动致动功能可以作为一个或多个指令存储在处理器可读介质或者计算机可读介质上。术语“计算机可读介质”是指可以由计算机或处理器访问的任何可用介质。作为示例而非限制,这样的介质可以包括随机存取存储器(RAM)、只读存储器(ROM)、电可擦除可编程只读存储器(EEPROM)、闪存、致密盘只读存储器(CD-ROM)或其他光盘存储装置、磁盘存储装置或其他磁性存储装置,或可用于以指令或数据结构形式存储所需程序代码以及可由计算机访问的任何其他介质。应当注意,计算机可读介质可以是有形的并且是非暂态的。如本文所使用的,术语“代码”可以指计算装置或处理器可执行的软件、指令、代码或数据。

[0181] 本文公开的方法包括用于实现所描述的方法的一个或多个步骤或动作。在不脱离权利要求的范围的情况下,方法步骤和/或动作可以彼此互换。换句话说,除非正在描述的方法的正确操作要求特定顺序的步骤或动作,否则再不脱离权利要求的范围的情况下可以修改特定步骤和/或动作的顺序和/或使用。

[0182] 如本文所用,术语“多个”表示两个或多个。例如,多个部件表示两个或多个部件。术语“确定”涵盖多种动作,因此,“确定”可以包括计算、运算、处理、得到、调查、查找(例如,在表、数据库或其他数据结构中查找)、确认等等。同样,“确定”可以包括接收(例如接收信息)、访问(例如访问存储器中的数据)等。同样,“确定”可以包括解析、选择、挑选、建立等。

[0183] 除非另有明确说明,否则短语“基于”并不意味着“仅基于”。换句话说,短语“基于”既描述了“仅基于”又描述了“至少基于”。

[0184] 如本文所使用的,术语“近似地”是指长度、厚度、数量、时间段或其他可测量值的测量范围。为了在所公开的装置、系统和技术中起作用,这样的测量范围涵盖指定值的或者根据指定值的 $\pm 10\%$ 或更小、优选 $\pm 5\%$ 或更小、更优选 $\pm 1\%$ 或更小、更更优选 $\pm 0.1\%$ 或更小的变化,只要这种变化是适当的。

[0185] 提供了对所公开的实现方式的先前描述,以使得本领域的任何技术人员能够制造或使用本发明。对这些实现方式的各种修改对于本领域技术人员而言将是明显的,并且在不脱离本发明的范围的情况下,本文中定义的一般原理可以应用于其他实现方式。例如,应当理解的是,本领域普通技术人员将能够采用多个相应的替代和等同的结构细节,诸如紧固、安装、耦接或者接合工具部件的等同方式、用于产生特定致动运动的等同机制,以及用于递送电能的等同机制。因此,本发明不意在限于本文中所示的实现方式,而是与符合本文中公开的原理和新颖特征的最宽范围一致。

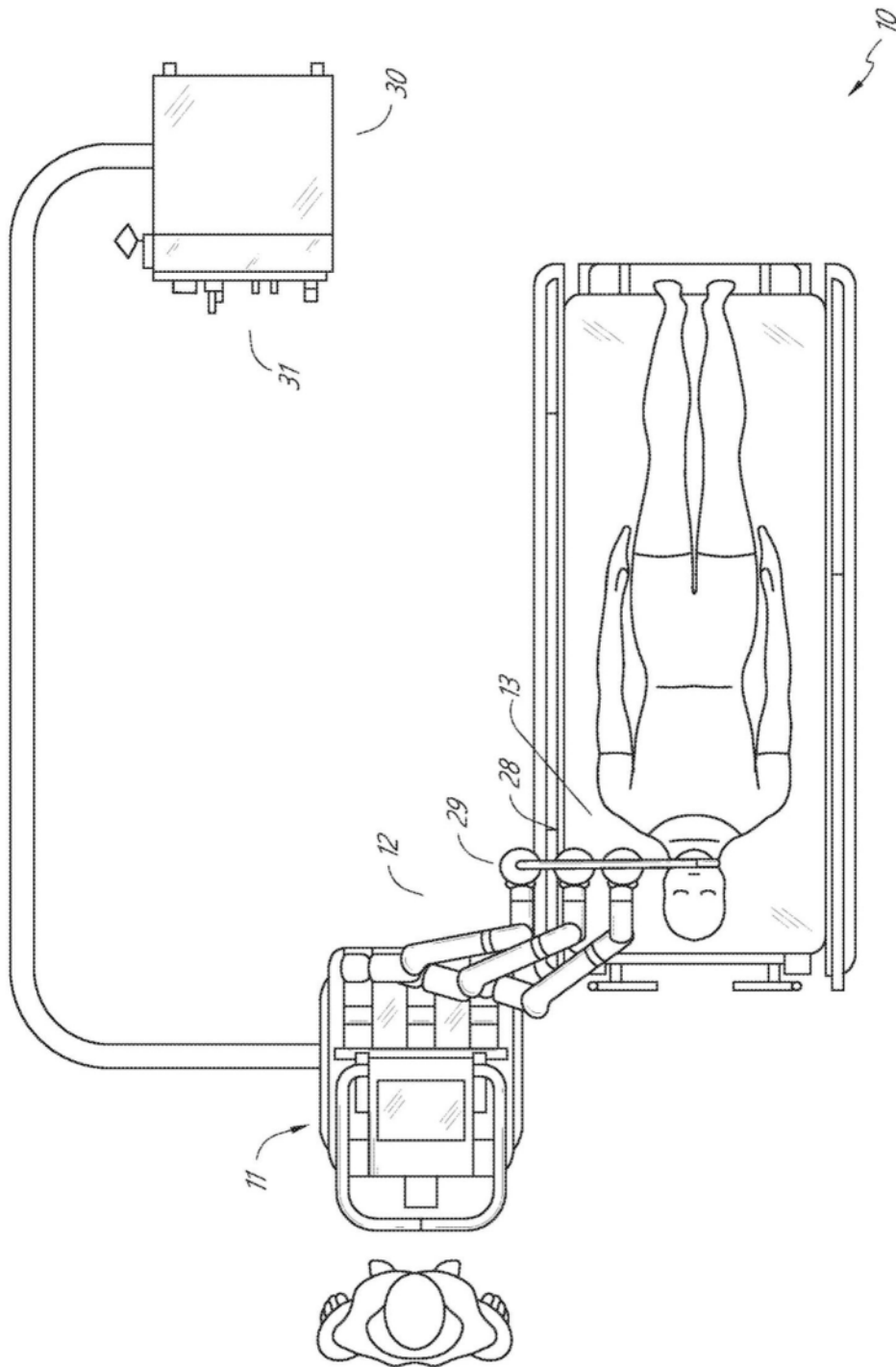


图1

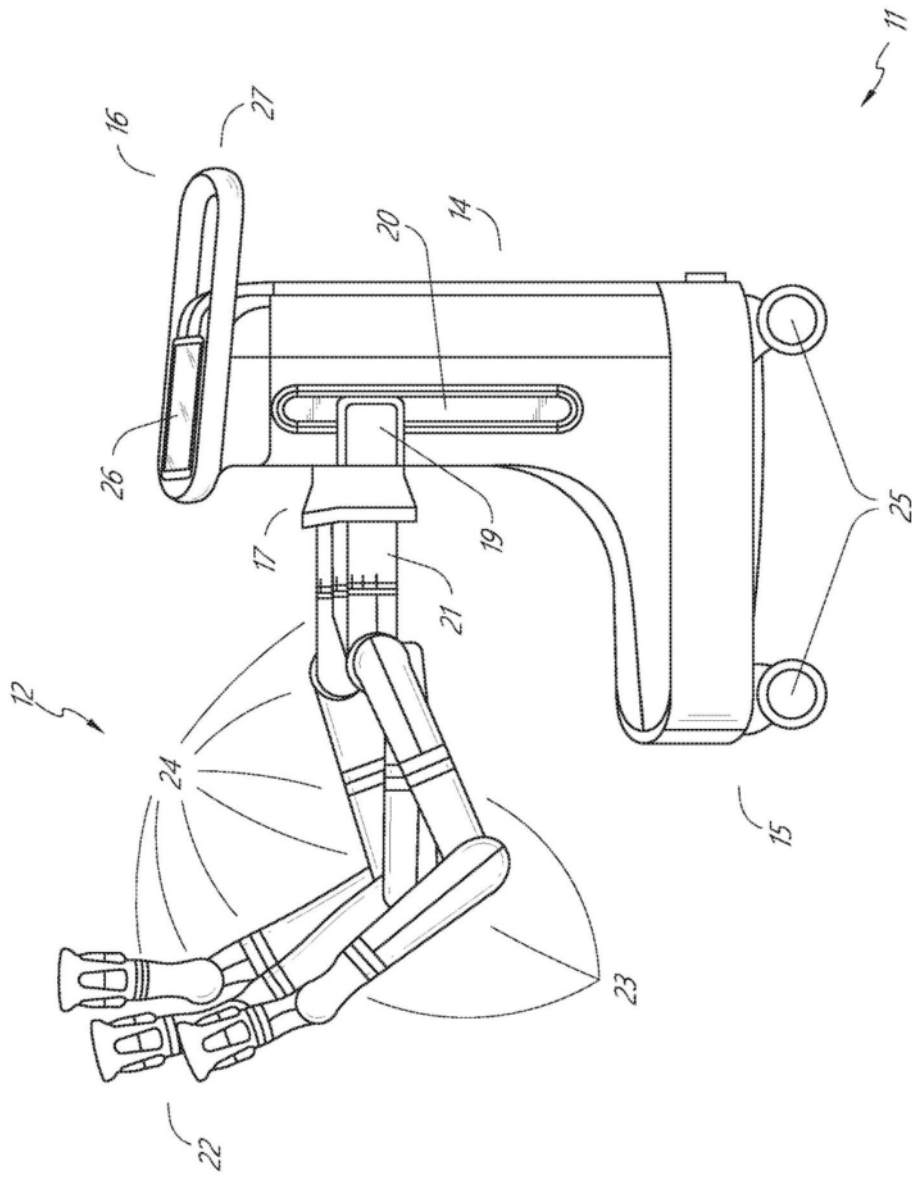


图2

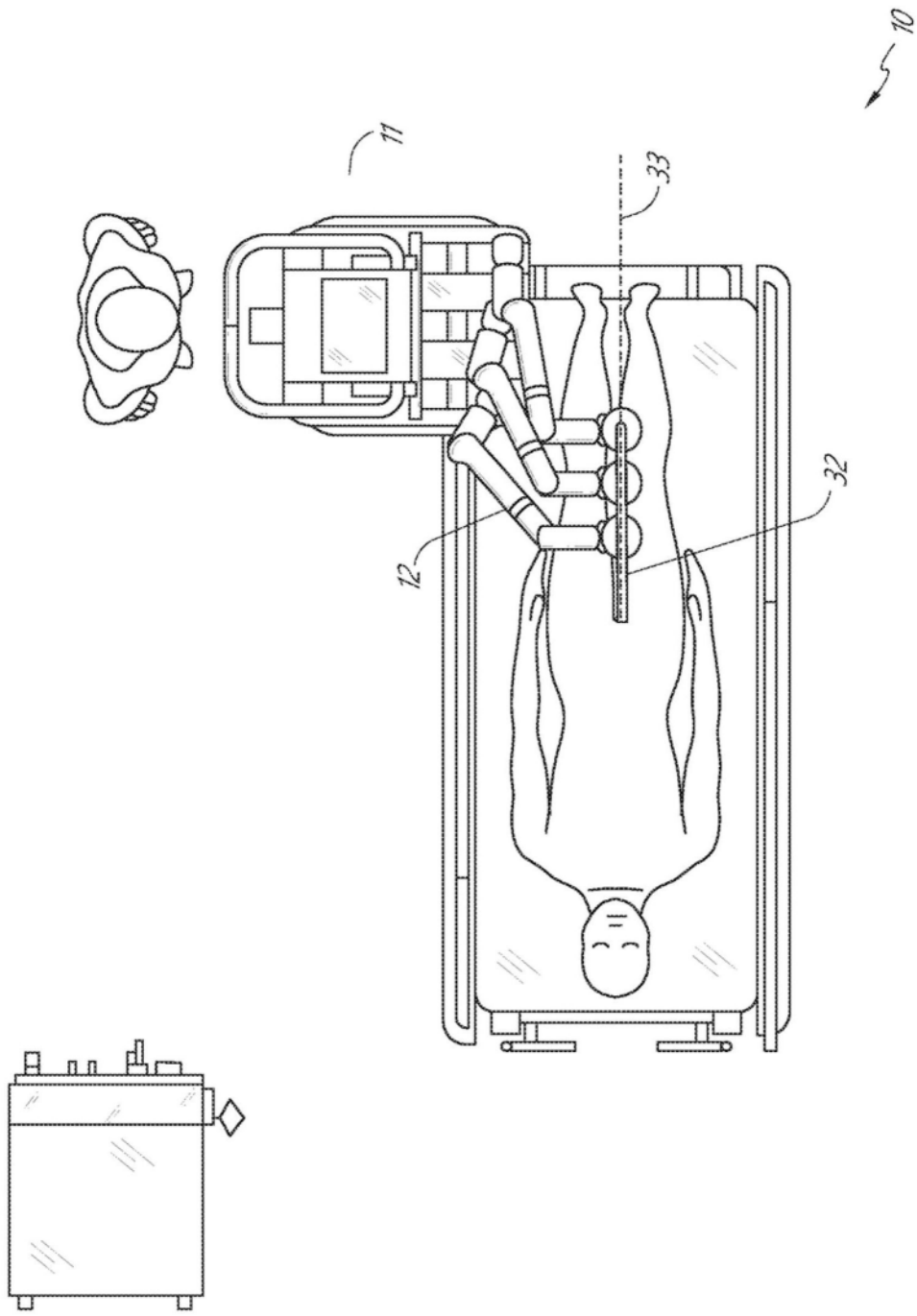


图3

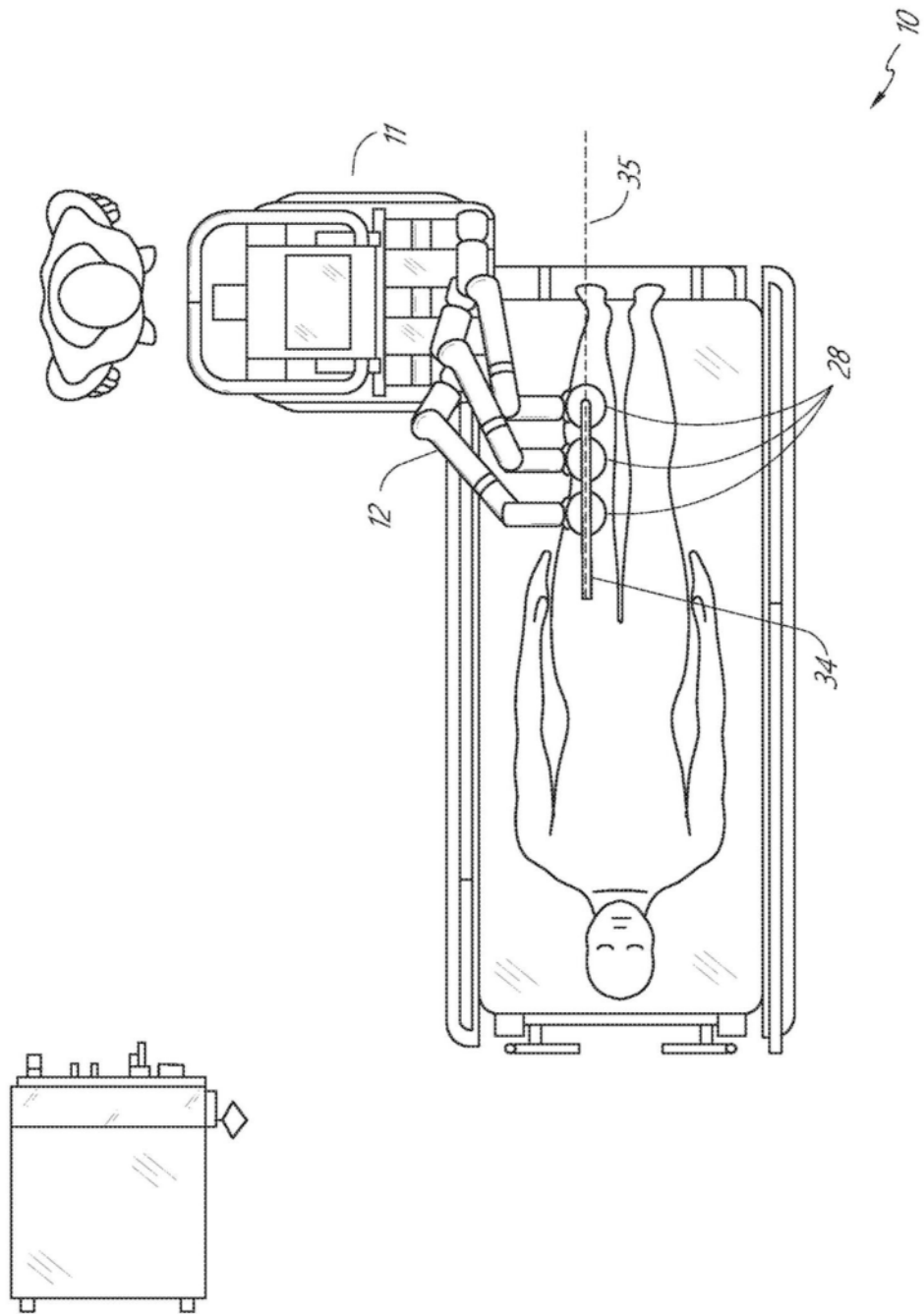


图4

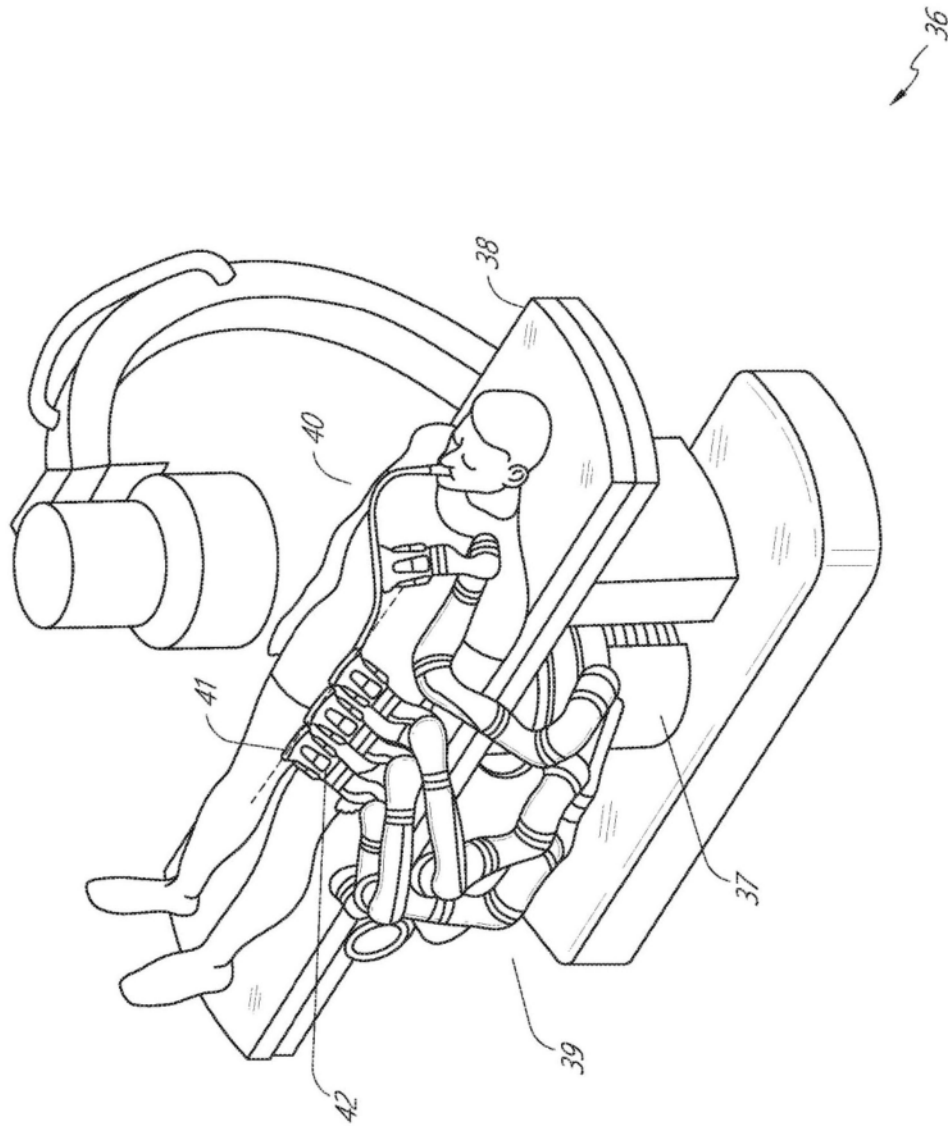


图5

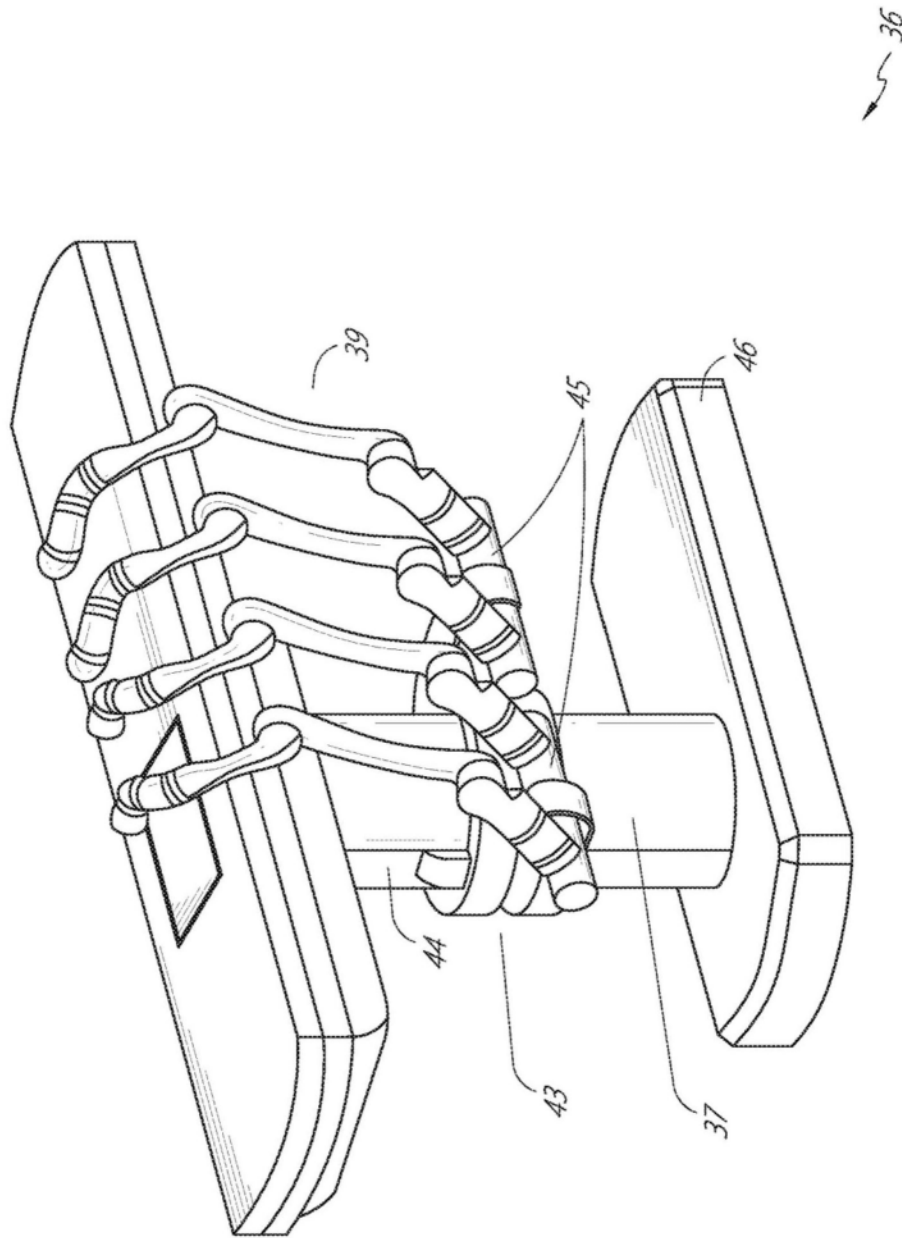


图6

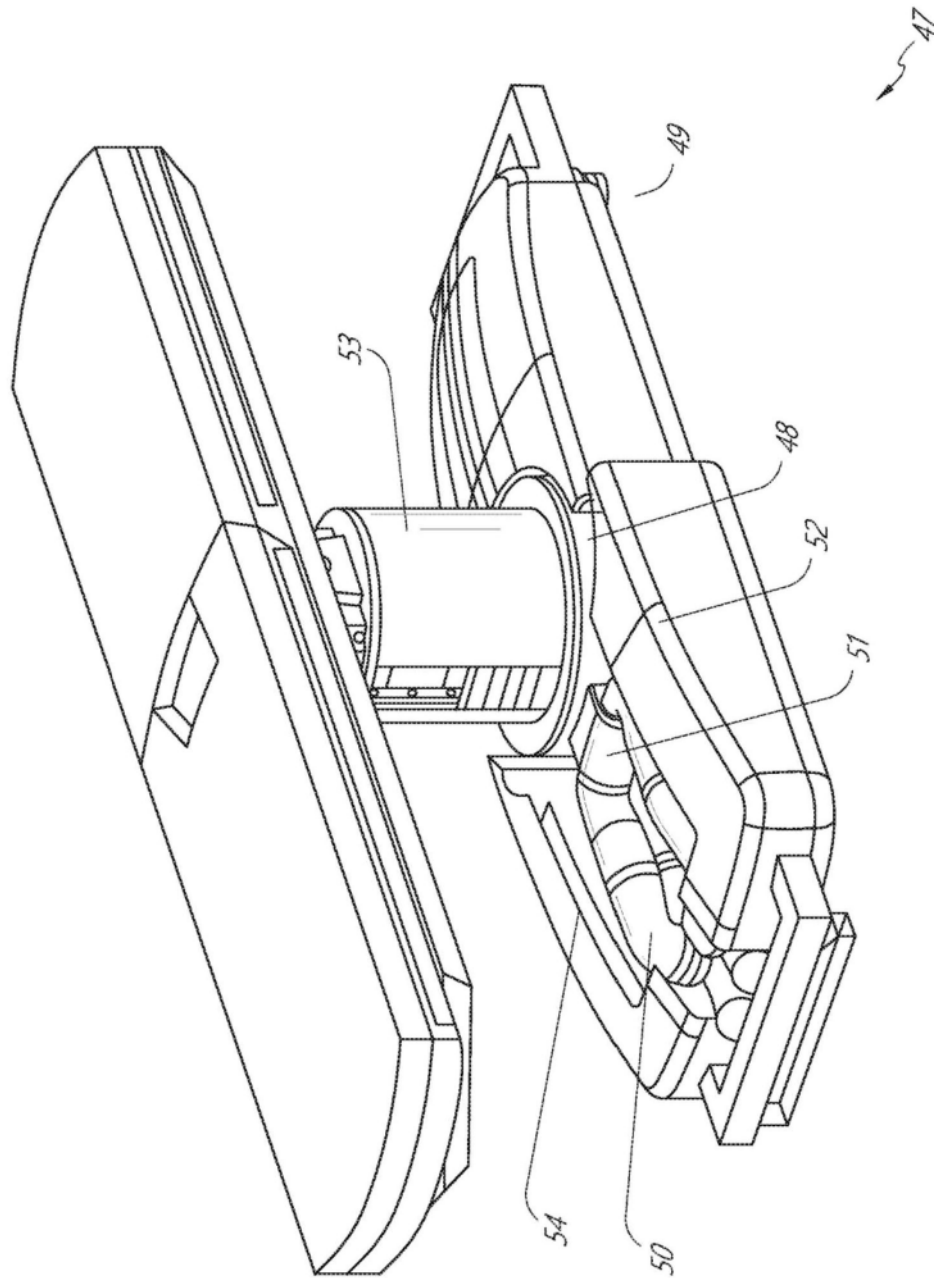


图7

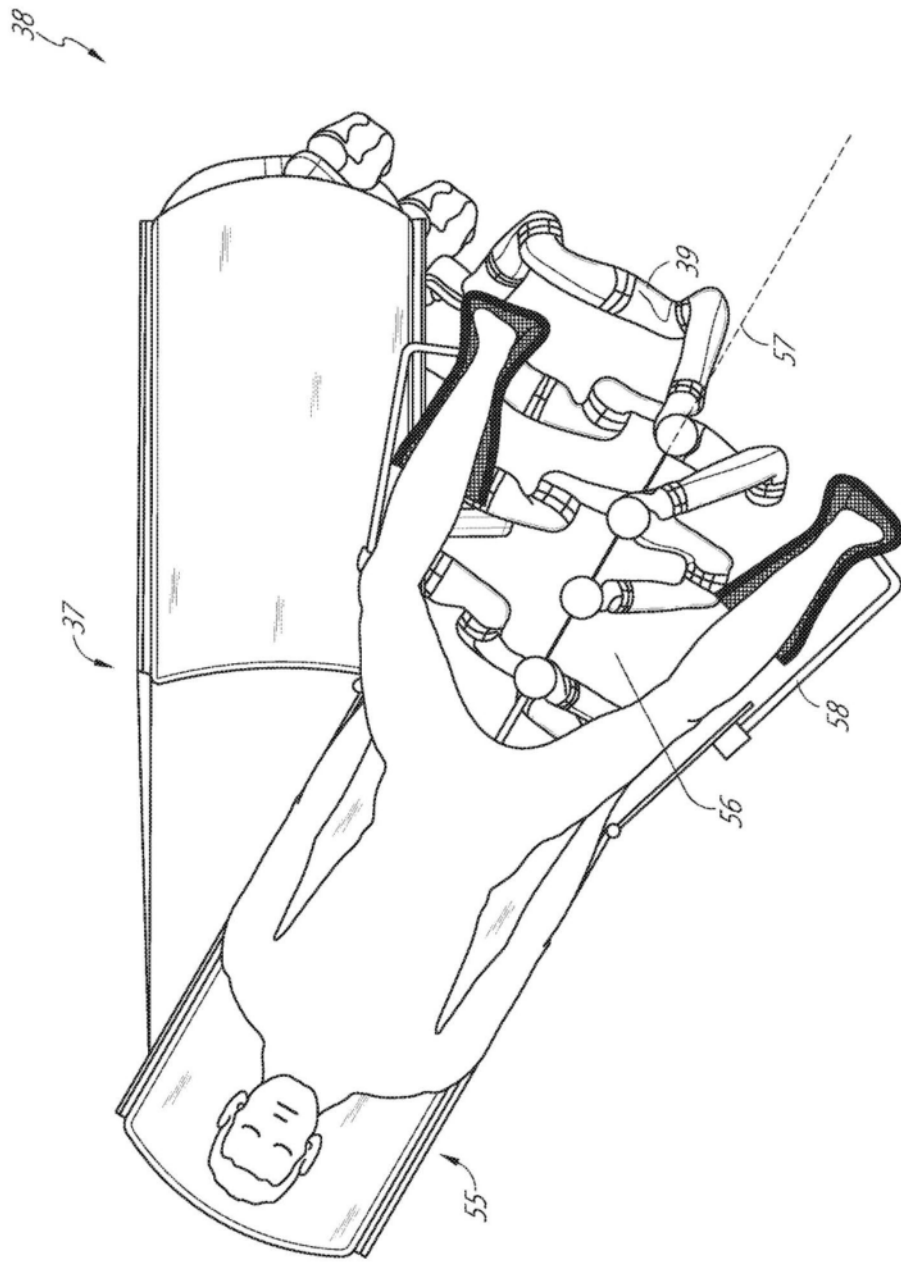


图8

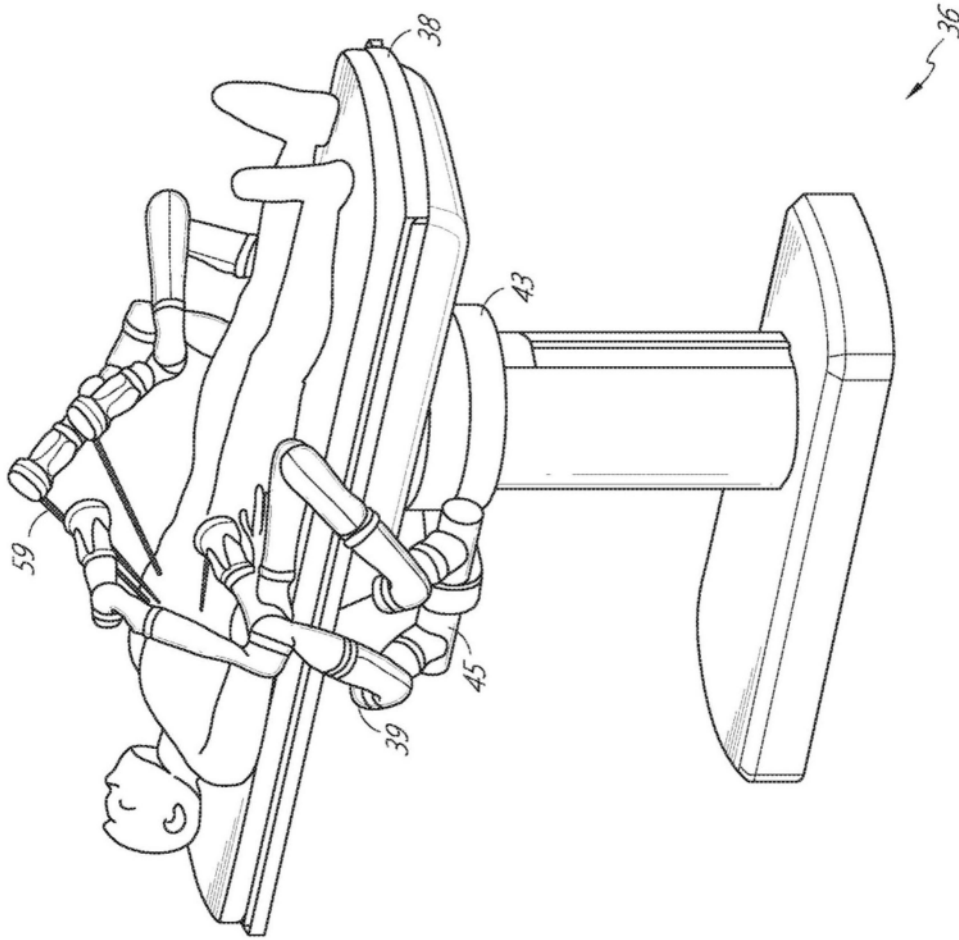


图9

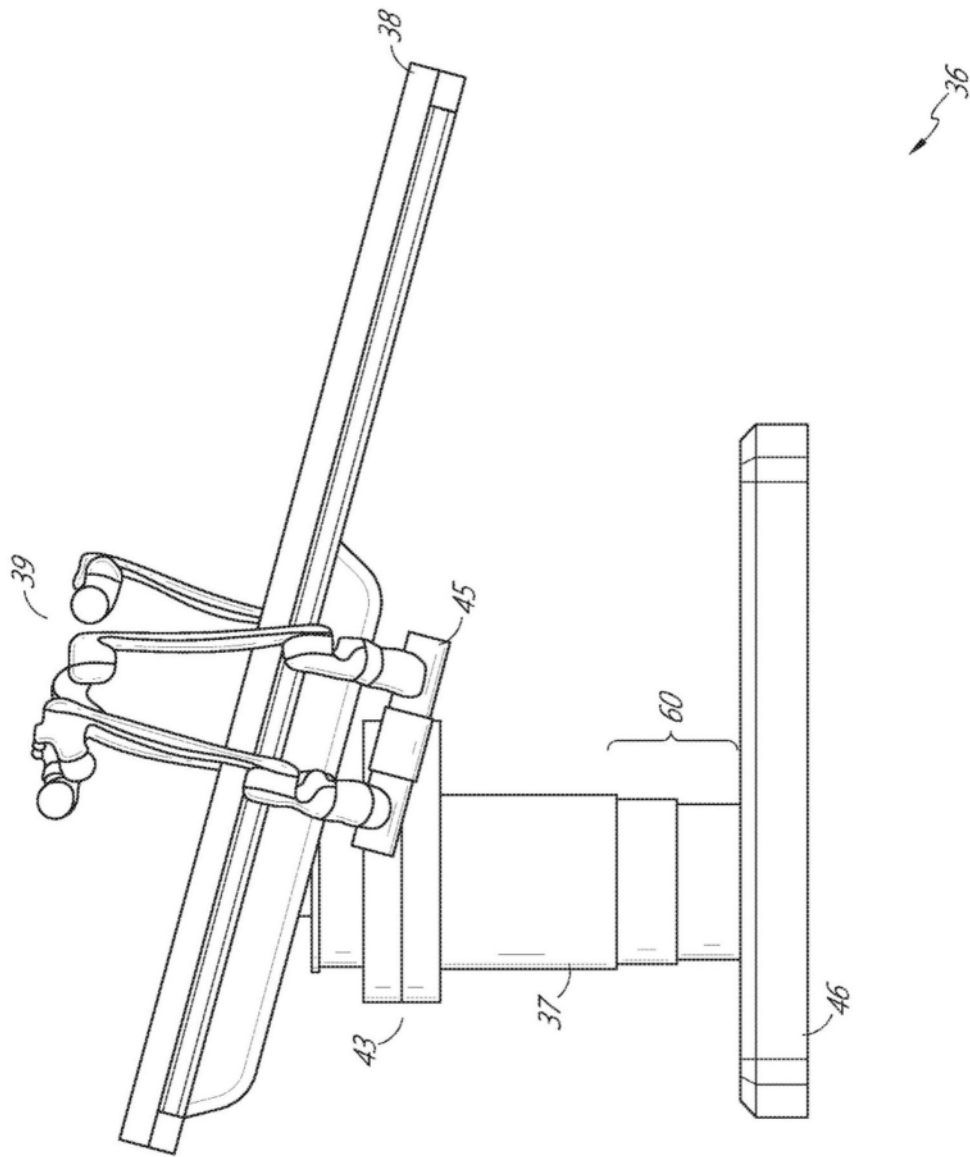


图10

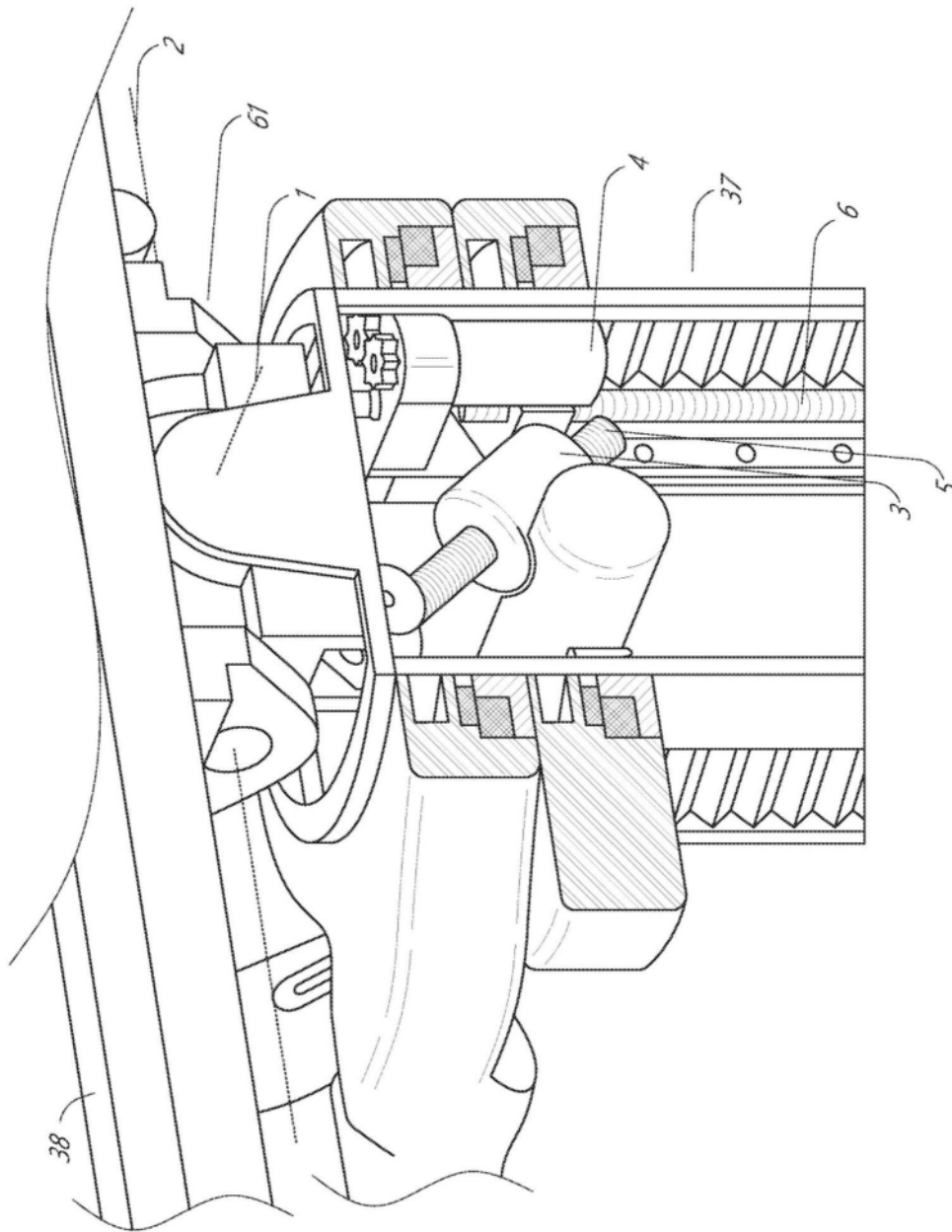


图11

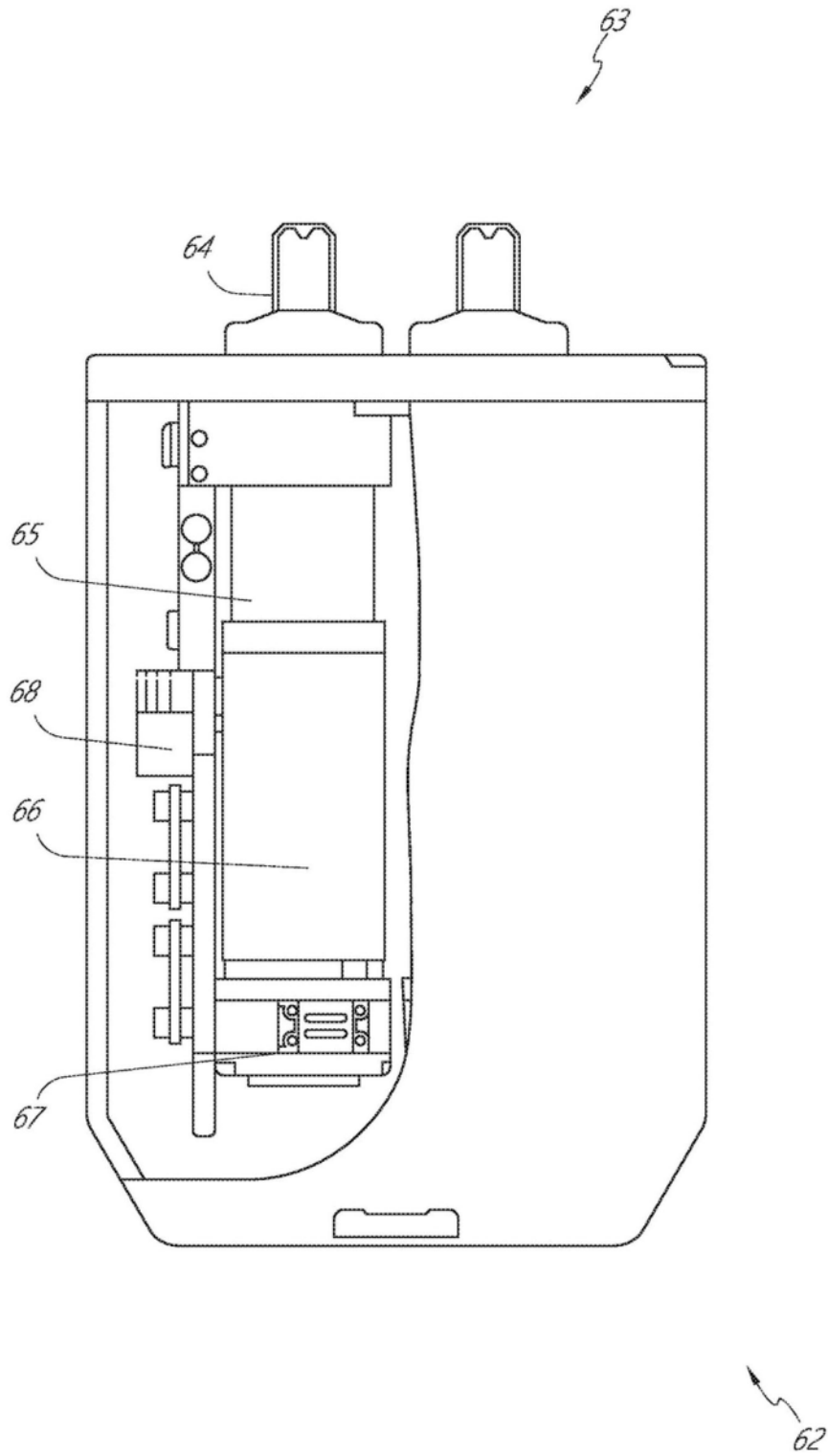


图12

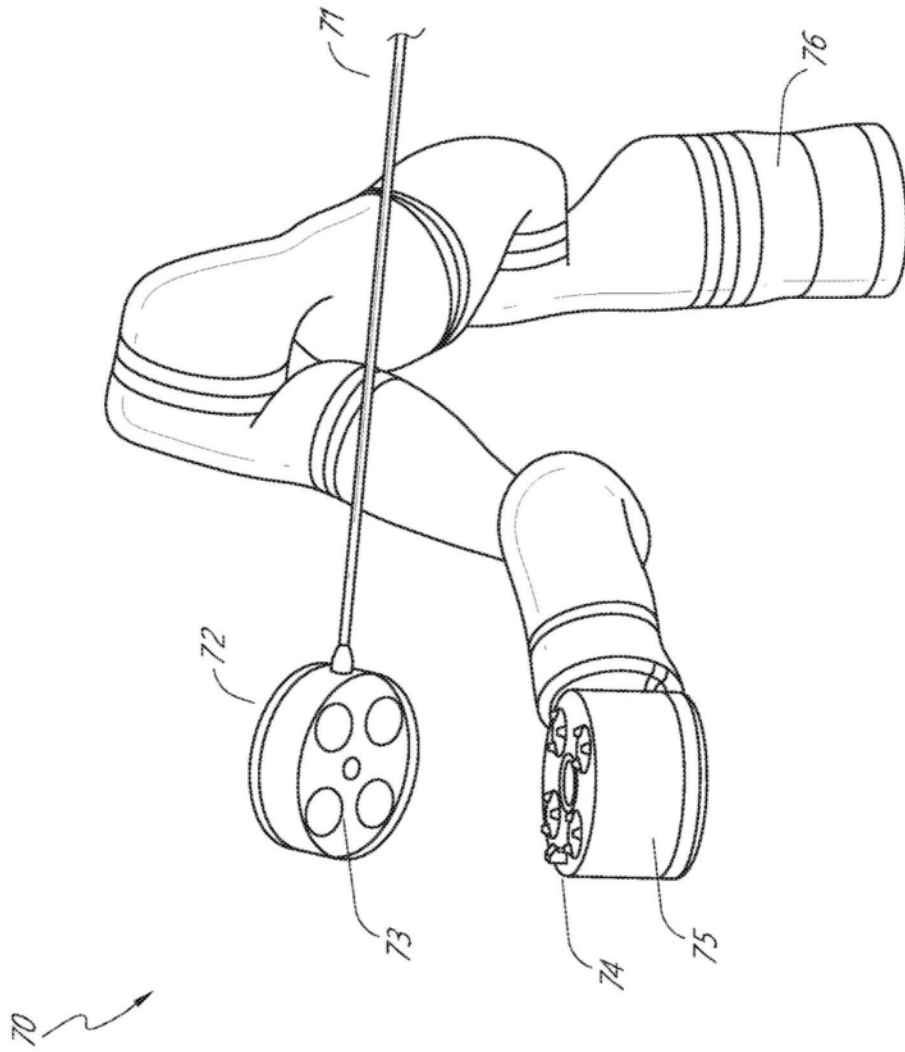


图13

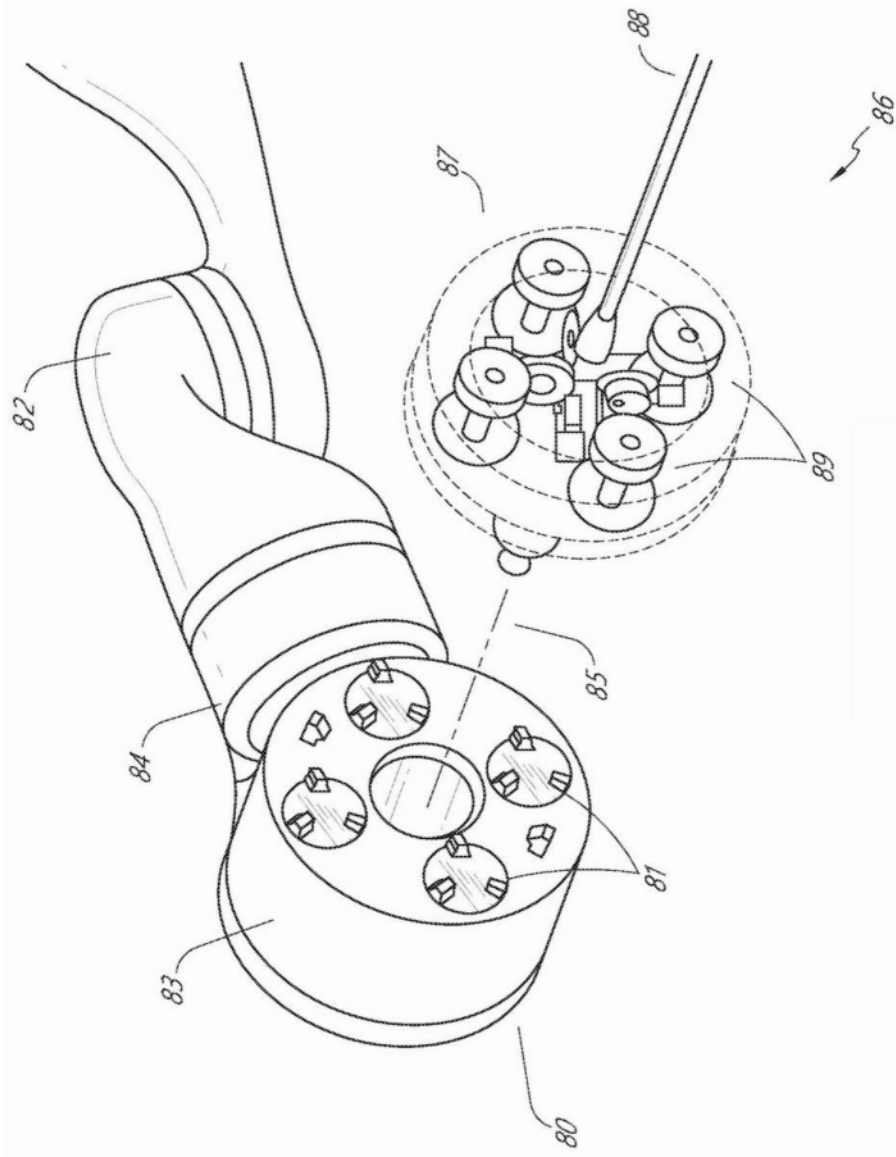


图14

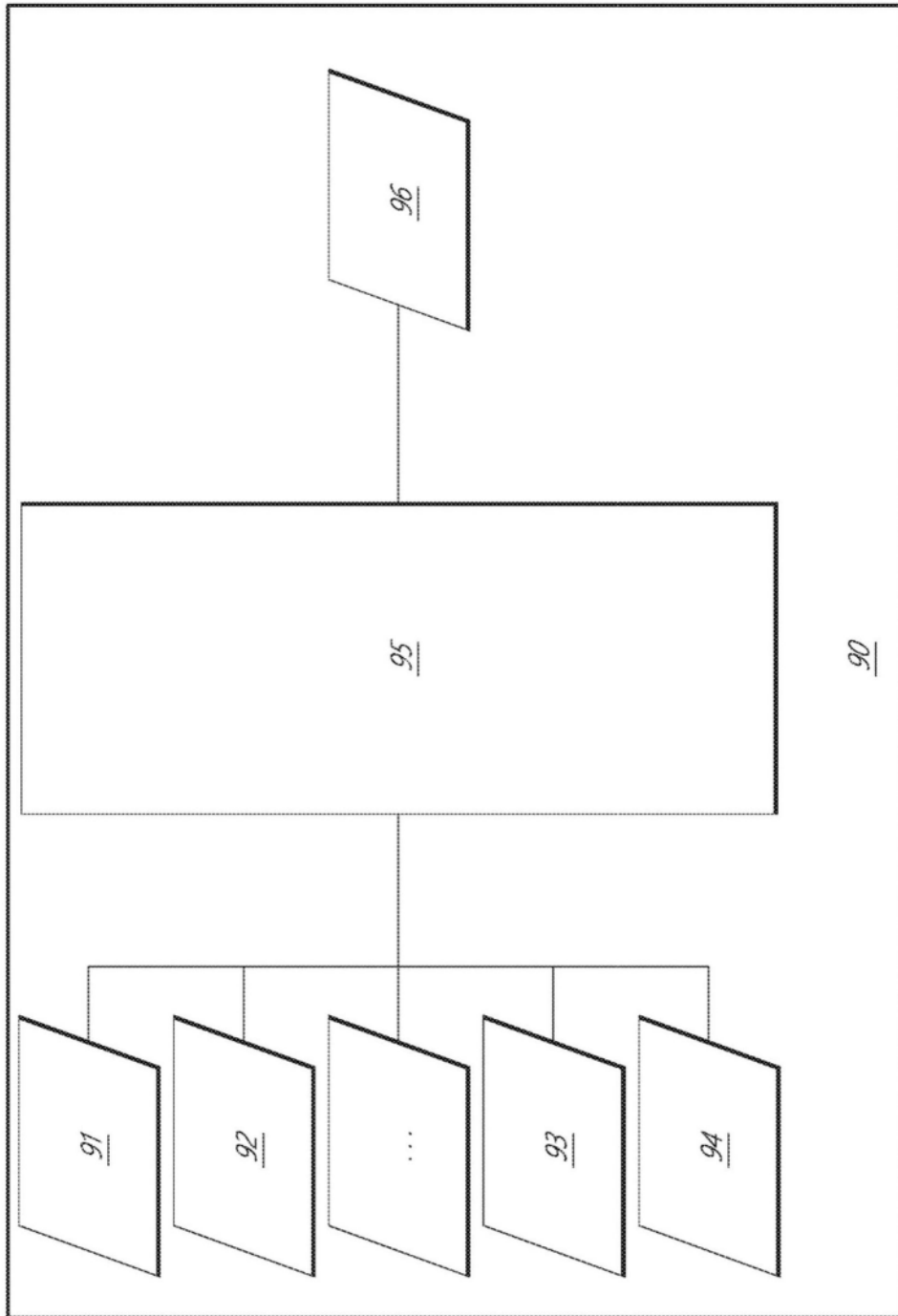


图15

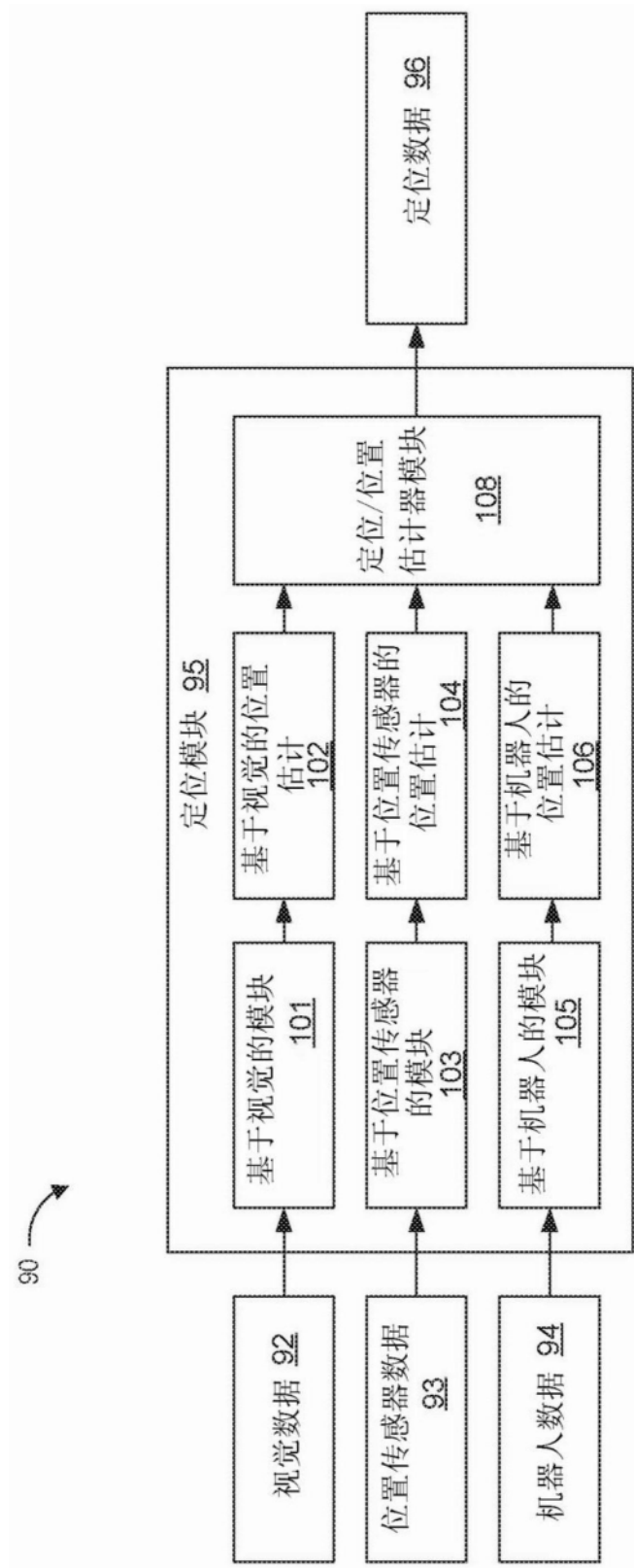


图16

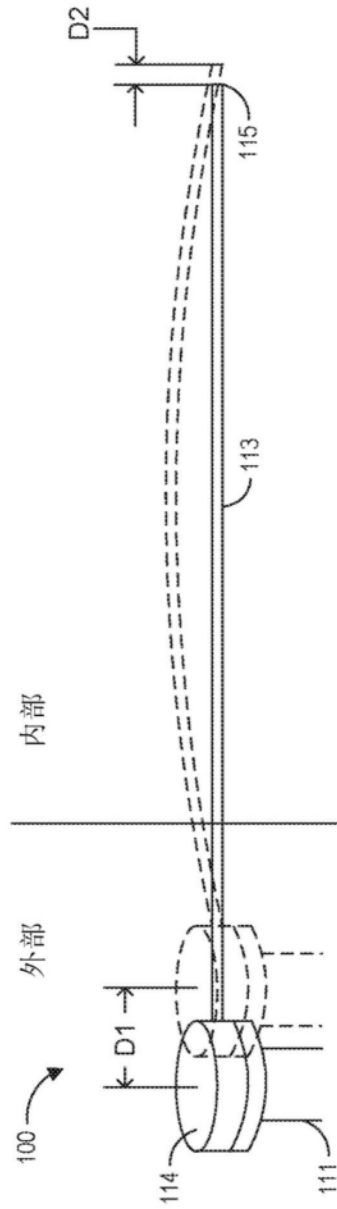


图17A

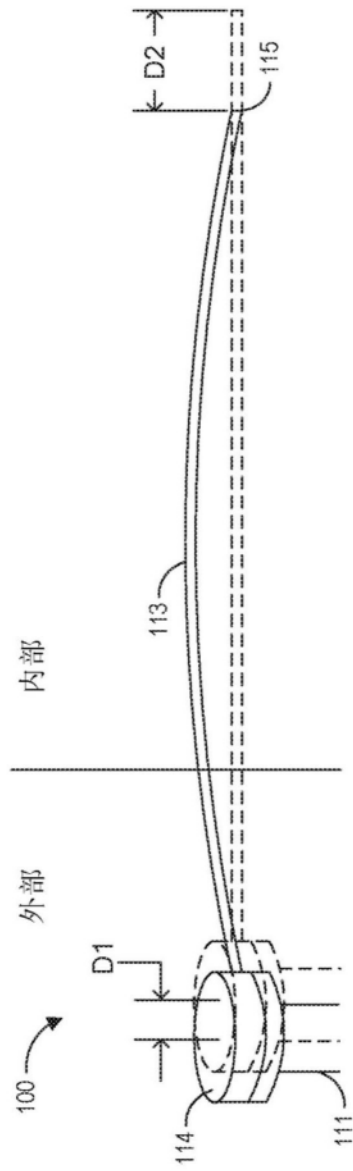


图17B

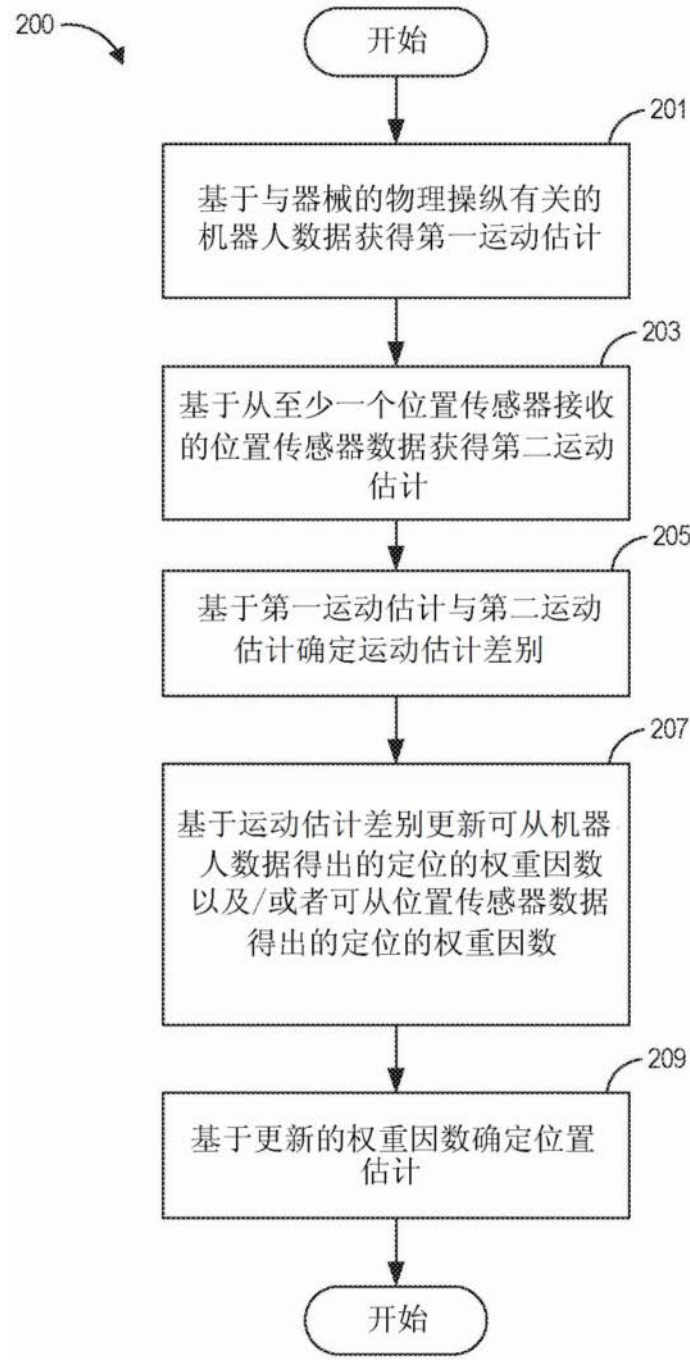


图18A

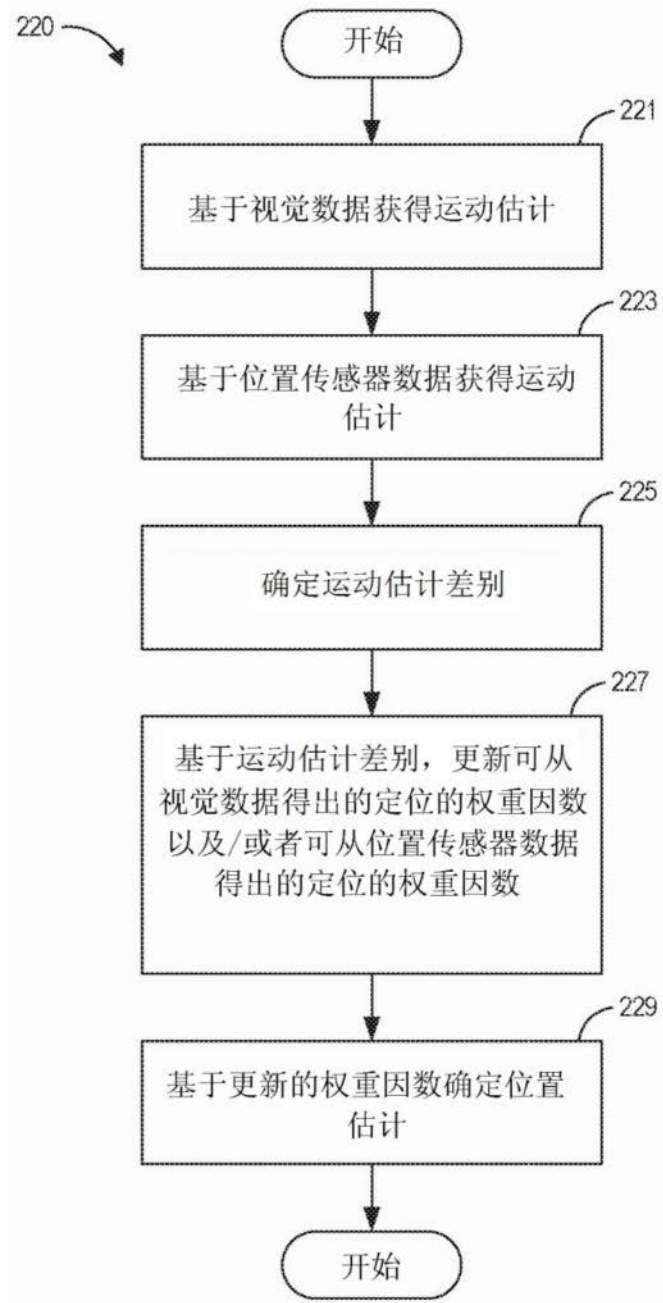


图18B

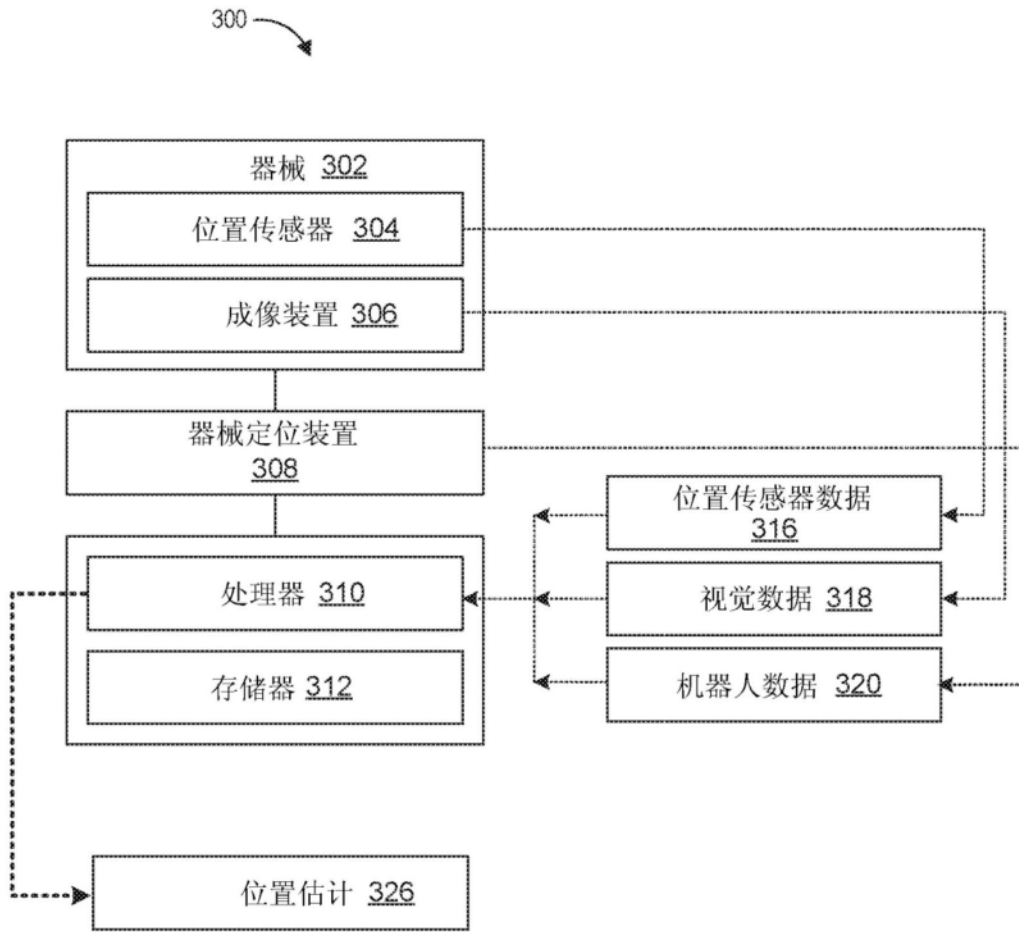


图19