



(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 203970548 U

(45) 授权公告日 2014. 12. 03

(21) 申请号 201420016217. 7

(22) 申请日 2014. 01. 10

(30) 优先权数据

61/750, 856 2013. 01. 10 US

(73) 专利权人 M. S. T. 医学外科技术有限公司

地址 以色列约克内阿姆

(72) 发明人 莫蒂·弗里梅 莫尔德艾·肖尔维

耶胡达·普费弗

(74) 专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司

公司 11227

代理人 朱胜 江河清

(51) Int. Cl.

A61B 19/00 (2006. 01)

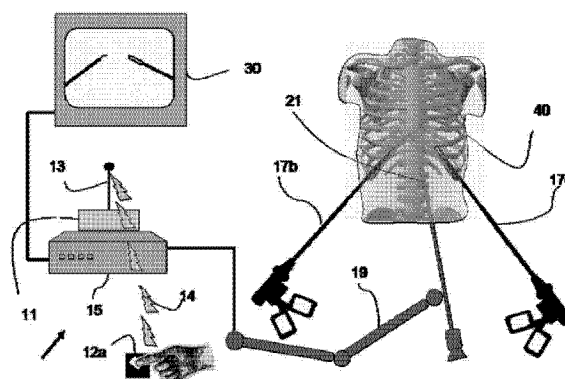
权利要求书5页 说明书27页 附图14页

(54) 实用新型名称

外科手术控制系统

(57) 摘要

一种外科手术控制系统,包括至少一个外科手术工具,适于被插入至人体的外科手术环境中以辅助外科手术过程;至少一个位置估计装置,适于在任意给定的时间 t 实时地定位至少一个外科手术工具的三维空间位置;至少一个移动检测装置,能够与移动数据库及位置估计装置通信;移动数据库适于存储时间 t_f 和时间 t_0 时外科手术工具的三维空间位置,其中, $t_f > t_0$;在外科手术工具在时间 t_f 时与在时间 t_0 时的三维空间位置不同的情况下,移动检测装置适于检测其移动;以及控制器,具有与控制器数据库可通信的处理装置,控制器适于控制至少一个外科手术工具的空间位置;控制器数据库与移动检测装置通信。



1. 一种外科手术控制系统,包括:

a. 至少一个外科手术工具,适于被插入至人体的外科手术环境中以辅助外科手术过程;

b. 至少一个位置估计装置,适于在任意给定的时间 t 实时地定位所述至少一个外科手术工具的三维空间位置;

c. 至少一个移动检测装置,所述至少一个移动检测装置能够与移动数据库以及所述位置估计装置通信;所述移动数据库适于存储时间 t_f 和时间 t_0 时所述至少一个外科手术工具的所述三维空间位置,其中, $t_f > t_0$;在所述至少一个外科手术工具在时间 t_f 时的三维空间位置与所述至少一个外科手术工具在时间 t_0 时的所述三维空间位置不同的情况下,所述移动检测装置适于检测所述至少一个外科手术工具的移动;以及

d. 控制器,所述控制器具有与控制器数据库能够通信的处理装置,所述控制器适于控制所述至少一个外科手术工具的空间位置;所述控制器数据库与所述移动检测装置通信;

其中,所述控制器数据库适于存储预定规则集,根据所述预定规则集确定所述至少一个外科手术工具的允许的移动和受限制的移动,使得根据所述预定规则集确定所述至少一个外科手术工具的由所述移动检测装置检测出的每个移动是允许的移动还是受限制的移动。

2. 根据权利要求 1 所述的外科手术控制系统,其中,所述预定规则集包括从由以下规则构成的组中选择的至少一个规则:最常用的工具规则、右侧工具规则、左侧工具规则、视场规则、禁止穿行区规则、路线规则、环境规则、操作员输入规则、邻近规则、防碰撞规则、基于历史的规则、依据工具允许的和受限制的移动规则、优选容积区规则、优选工具规则、移动检测规则、标记的工具规则、速度变化规则及其任意组合。

3. 根据权利要求 2 所述的外科手术控制系统,其中,所述路线规则包括存储有预定路线的能够通信的数据库,所述至少一个外科手术工具适于在所述外科手术环境内按照所述预定路线移动;所述预定路线包括所述至少一个外科手术工具的 n 个三维空间位置, n 是大于或等于 2 的整数;所述允许的移动是所述至少一个外科手术工具基本上位于所述预定路线的所述 n 个三维空间位置的至少一个中的移动,并且所述受限制的移动是所述至少一个外科手术工具的所述位置基本上与所述预定路线的所述 n 个三维空间位置不同的移动。

4. 根据权利要求 2 所述的外科手术控制系统,其中,所述环境规则包括能够通信的数据库;所述能够通信的数据库适于接收所述外科手术环境的至少一个实时图像并适于对该实时图像执行实时图像处理,以及确定所述外科手术环境中的危害物或障碍物的三维空间位置;所述环境规则适于根据所述外科手术环境中的所述危害物或所述障碍物确定所述允许的移动和所述受限制的移动,使得所述受限制的移动是所述至少一个外科手术工具基本上位于所述三维空间位置的至少一个中的移动,并且所述允许的移动是所述至少一个外科手术工具的位置基本上与所述三维空间位置不同的移动。

5. 根据权利要求 4 所述的外科手术控制系统,其中,所述外科手术环境中的所述危害物或所述障碍物是从由组织、外科手术工具、器官、内窥镜及其任意组合构成的组中所选择的。

6. 根据权利要求 2 所述的外科手术控制系统,其中,所述操作员输入规则包括能够通信的数据库;所述能够通信的数据库适于接收来自所述系统的操作员的关于所述至少一个

外科手术工具的所述允许的移动和所述受限制的移动输入。

7. 根据权利要求 6 所述的外科手术控制系统,其中,所述输入包括 n 个三维空间位置, n 是大于或等于 2 的整数;其中,所述 n 个三维空间位置中的至少一个被定义为允许的位置并且所述 n 个三维空间位置中的至少一个被定义为受限制的位置,使得所述允许的移动是所述至少一个外科手术工具基本上位于所述 n 个三维空间位置的至少一个中的移动,并且所述受限制的移动是所述至少一个外科手术工具的位置基本上与所述 n 个三维空间位置不同的移动。

8. 根据权利要求 6 所述的外科手术控制系统,其中,所述输入包括至少一个规则,根据所述至少一个规则确定所述至少一个外科手术工具的允许的移动和受限制的移动,使得根据所述允许的移动和所述受限制的移动通过所述控制器来控制所述至少一个外科手术工具的空间位置。

9. 根据权利要求 8 所述的外科手术控制系统,其中,所述预定规则集包括从由以下规则构成的组中选择的至少一个规则:最常用的工具规则、右侧工具规则、左侧工具规则、视场规则、禁止穿行区规则、路线规则、环境规则、操作员输入规则、邻近规则、防碰撞规则、优选容积区规则、优选工具规则、移动检测规则、基于历史的规则、依据工具允许的和受限制的移动规则及其任意组合。

10. 根据权利要求 6-9 中任意一项所述的外科手术控制系统,其中,所述操作员输入规则将允许的移动转换为受限制的移动并将受限制的移动转换为允许的移动。

11. 根据权利要求 2 所述的外科手术控制系统,其中,所述邻近规则适于定义至少两个外科手术工具之间的预定距离;所述允许的移动是在所述预定距离的范围之内或所述预定距离的范围之外的移动,并且所述受限制的移动是在所述预定距离的范围之外或所述预定距离的范围之内的移动。

12. 根据权利要求 2 所述的外科手术控制系统,其中,所述邻近规则适于定义至少三个外科手术工具之间的预定角度;所述允许的移动是在所述预定角度的范围之内或所述预定角度的范围之外的移动,并且所述受限制的移动是在所述预定角度的范围之外或所述预定角度的范围之内的移动。

13. 根据权利要求 2 所述的外科手术控制系统,其中,所述防碰撞规则适于定义所述至少一个外科手术工具与所述外科手术环境内的解剖元素之间的预定距离;所述允许的移动在大于所述预定距离的范围之内的移动,并且所述受限制的移动是在小于所述预定距离的范围之内的移动。

14. 根据权利要求 13 所述的外科手术控制系统,其中,所述解剖元素是从由组织、器官、另一外科手术工具及其任意组合构成的组中所选择的。

15. 根据权利要求 2 所述的外科手术控制系统,其中,下述至少之一为真:(a) 所述系统还包括内窥镜,所述内窥镜适于提供所述外科手术环境的实时图像;(b) 所述外科手术工具中的至少一个为适于提供所述外科手术环境的实时图像的内窥镜。

16. 根据权利要求 15 所述的外科手术控制系统,其中,所述右侧工具规则适于根据位于所述内窥镜右侧的外科手术工具的移动来确定所述内窥镜的所述允许的移动;并且其中,所述左侧工具规则适于根据位于所述内窥镜左侧的外科手术工具的移动来确定所述内窥镜的所述允许的移动。

17. 根据权利要求 15 所述的外科手术控制系统,其中,所述标记的工具规则包括如下装置:该装置适于标记所述外科手术环境内的至少一个外科手术工具以及确定所述内窥镜的所述允许的移动,从而持续地跟踪所述标记的外科手术工具的移动。

18. 根据权利要求 15 所述的外科手术控制系统,其中,所述视场规则包括能够通信的数据库,所述能够通信的数据库包括 n 个三维空间位置, n 是大于或等于 2 的整数;所述 n 个三维空间位置的组合提供预定的视场;所述视场规则适于确定在所述 n 个三维空间位置内的所述内窥镜的所述允许的移动以便保持恒定的视场,使得所述允许的移动是所述内窥镜基本上位于所述 n 个三维空间位置的至少一个中的移动,并且所述受限制的移动是所述内窥镜的位置基本上与所述 n 个三维空间位置不同的移动。

19. 根据权利要求 15 所述的外科手术控制系统,其中,所述优选容积区规则包括能够通信的数据库,所述能够通信的数据库包括 n 个三维空间位置, n 是大于或等于 2 的整数;所述 n 个三维空间位置提供所述优选容积区;所述优选容积区规则适于确定在所述 n 个三维空间位置内的所述内窥镜的所述允许的移动以及在所述 n 个三维空间位置之外的所述内窥镜的所述受限制的移动,使得所述允许的移动是所述内窥镜基本上位于所述 n 个三维空间位置的至少一个中的移动,并且所述受限制的移动是所述内窥镜的位置基本上与所述 n 个三维空间位置不同的移动。

20. 根据权利要求 15 所述的外科手术控制系统,其中,所述优选工具规则包括能够通信的数据库,所述数据库存储优选的工具;所述优选工具规则适于确定所述内窥镜的所述允许的移动以持续地跟踪所述优选的工具的移动。

21. 根据权利要求 2 所述的外科手术控制系统,其中,所述禁止穿行区规则包括能够通信的数据库,所述能够通信的数据库包括 n 个三维空间位置, n 是大于或等于 2 的整数,所述 n 个三维空间位置定义所述外科手术环境内的预定容积;所述禁止穿行区规则适于在所述移动在所述禁止穿行区之内的情况下确定所述受限制的移动,并且在所述移动在所述禁止穿行区之外的情况下确定所述允许的移动,使得所述受限制的移动是所述外科手术工具中的至少一个基本上位于所述 n 个三维空间位置的至少一个中的移动,并且所述允许的移动是所述至少一个外科手术工具的位置基本上与所述 n 个三维空间位置不同的移动。

22. 根据权利要求 15 所述的外科手术控制系统,其中,所述最常用的工具规则包括计算每个所述外科手术工具的移动量的能够通信的数据库;所述最常使用的工具规则适于持续地定位所述内窥镜以跟踪最常移动的外科手术工具的移动。

23. 根据权利要求 1-9、11-20 之一所述的外科手术控制系统,其中,所述系统还包括能够与所述控制器通信的操纵子系统,所述操纵子系统适于根据所述预定规则集在外科手术期间在空间上重新定位所述至少一个外科手术工具;其中,所述系统还适于向医生发出所述至少一个外科手术工具的所述受限制的移动的警报。

24. 根据权利要求 23 所述的外科手术控制系统,其中,所述警报是从由音频信号、声音信号、光信号、闪光信号及其任意组合构成的组中所选择的。

25. 根据权利要求 1-9、11-20 之一所述的外科手术控制系统,其中,所述允许的移动是被所述控制器所许可的,并且所述受限制的移动是被所述控制器所拒绝的。

26. 根据权利要求 2 所述的外科手术控制系统,其中,所述基于历史的规则包括能够通信的数据库,所述能够通信的数据库存储所述外科手术工具中每一个的各个三维空间位

置,使得每个外科手术工具的每个移动被存储;所述基于历史的规则适于根据所述至少一个外科手术工具的历史移动来确定所述允许的移动和所述受限制的移动,使得所述允许的移动是所述至少一个外科手术工具基本上位于所述三维空间位置的至少一个中的移动,并且所述受限制的移动是所述至少一个外科手术工具的位置基本上与 n 个三维空间位置不同的移动, n 是大于或等于2的整数。

27. 根据权利要求2所述的外科手术控制系统,其中,所述依据工具允许的和受限制的移动规则包括能够通信的数据库;所述能够通信的数据库适于存储所述外科手术工具的至少一个的预定特征;所述依据工具允许的和受限制的移动规则适于根据所述外科手术工具的所述预定特征来确定所述允许的移动和所述受限制的移动,使得所述允许的移动为跟踪具有所述预定特征的所述外科手术工具的内窥镜的移动。

28. 根据权利要求27所述的外科手术控制系统,其中,所述外科手术工具的所述预定特征是从由物理尺寸、结构、重量、锐度及其任意组合构成的组中所选择的。

29. 根据权利要求15所述的外科手术控制系统,其中,所述移动检测规则包括能够通信的数据库,所述能够通信的数据库包括所述外科手术工具中的每一个的实时三维空间位置;所述移动检测规则适于在接收到所述三维空间位置中的变化时检测所述至少一个外科手术工具的移动,使得所述允许的移动是所述内窥镜被重新定向为聚焦在移动的外科手术工具上的移动。

30. 根据权利要求1所述的外科手术控制系统,还包括能够与所述控制器通信的操纵子系统,所述操纵子系统适于根据所述预定规则集在外科手术期间空间上重新定位所述至少一个外科手术工具,使得在所述至少一个外科手术工具的所述移动为受限制的移动的情况下,所述操纵子系统防止所述移动。

31. 根据权利要求1所述的外科手术控制系统,其中,所述至少一个位置估计装置包括:至少一个内窥镜,适于在所述人体内获取所述外科手术环境的实时图像;以及至少一个外科手术器械空间定位软件,适于接收所述外科手术环境的所述实时图像并且估计所述至少一个外科手术工具的所述三维空间位置。

32. 根据权利要求1所述的外科手术控制系统,其中,所述至少一个位置估计装置包括:(a) 从由光学成像装置、射频发送和接收装置、所述至少一个外科手术工具上的至少一个标志及其任意组合构成的组中所选择的至少一个元素;以及(b) 至少一个外科手术器械空间定位软件,适于通过所述元素估计所述至少一个外科手术工具的所述三维空间位置。

33. 根据权利要求1所述的外科手术控制系统,其中,所述至少一个位置估计装置为外科医生与所述至少一个外科手术工具之间的接口子系统,所述接口子系统包括:

- a. 至少一个包含 N 个规则的或图案化的光源的阵列,其中 N 为正整数;
 - b. 至少一个包含 M 个摄像头的阵列,每个具有 M 个摄像头,其中 M 为正整数;
 - c. 可选的光学标志及用于将所述光学标志附接至所述至少一个外科手术工具的装置;
- 以及
- d. 能够经由控制器操作的计算机算法,所述计算机算法适于记录由各 M 个摄像头中的每个摄像头所接收的图像并且根据其计算每个工具的位置,并且还适于自动地将计算的结果提供给所述接口的操作员。

34. 根据权利要求2所述的外科手术控制系统,其中,在所述速度变化规则中,所述系

统持续地监视所述外科手术工具的尖端与所述外科手术环境内的至少一个目标之间的距离,使得所述外科手术工具的速度根据所述距离而变化。

35. 根据权利要求 15 所述的外科手术控制系统,其中,在所述速度变化规则中,所述系统持续地监视所述内窥镜的尖端与所述外科手术环境内的至少一个目标之间的距离,使得所述内窥镜的速度根据所述距离而变化。

36. 一种外科手术控制系统,包括:

a. 至少一个外科手术工具,适于被插入至人体的外科手术环境中以辅助外科手术过程;

b. 至少一个内窥镜,适于提供所述外科手术环境的实时图像;

c. 至少一个位置估计装置,适于在任意给定的时间 t 实时地定位所述至少一个外科手术工具的三维空间位置;

d. 至少一个移动检测装置,所述至少一个移动检测装置能够与移动数据库以及所述位置估计装置通信;所述移动数据库适于存储时间 t_f 和时间 t_0 时所述至少一个外科手术工具的所述三维空间位置,其中, $t_f > t_0$;在所述至少一个外科手术工具在时间 t_f 时的三维空间位置与所述至少一个外科手术工具在时间 t_0 时的三维空间位置不同的情况下,所述移动检测装置适于检测所述至少一个外科手术工具的移动;以及

e. 具有能够与控制器数据库通信的处理装置的控制器,所述控制器适于控制所述至少一个外科手术工具的空间位置;所述控制器数据库与所述移动检测装置通信;

其中,所述控制器数据库包括 n 个三维空间位置, n 是大于或等于 2 的整数;所有的所述 n 个三维空间位置的组合提供预定的视场;所述控制器适于在所述检测装置检测到移动的情况下对所述内窥镜的三维空间位置进行重新定位,使得保持所述视场。

37. 根据权利要求 36 所述的外科手术控制系统,其中,所述控制器数据库包括 n 个三维空间位置, n 是大于或等于 2 的整数;所有的所述 n 个三维空间位置的组合提供预定的视场;所述视场规则适于在所述检测装置检测到所述外科手术工具中的至少一个的移动的情况下对所述内窥镜进行重新定位,使得保持所述视场。

外科手术控制系统

技术领域

[0001] 本实用新型总体上涉及用于改进外科医生与手术医疗助理之间或者外科医生与用于腹腔镜外科手术的内窥镜系统之间的交互的装置和方法。并且,本实用新型公开了一种对于在外科手术期间将内窥镜在空间上重新定位于人体中的特定区域有用的装置。

背景技术

[0002] 在腹腔镜外科手术中,外科医生使用长的器械经由小孔进行手术并且利用内窥镜摄像头观察内部身体。由于外科医生必需使用双手进行手术,因此通常由摄像头助理员(即,手术医疗助理)握住内窥镜。外科医生的行为极大地依赖于摄像头相对于器械的位置以及通过监视器显示的稳定的图像。主要问题在于,手术医疗助理难以保持内窥镜平稳,从而保持场景竖直。

[0003] 因此,对于改进外科医生与内窥镜系统、腹腔镜外科手术的外科手术同事或助理员之间的交互仍然存在长期的需求。

实用新型内容

[0004] 本实用新型的一个目的是提供一种外科手术控制系统,包括:

[0005] a. 至少一个外科手术工具,适于被插入至人体的外科手术环境中以辅助外科手术过程;

[0006] b. 至少一个位置估计装置,适于在任意给定的时间 t 实时地定位至少一个外科手术工具的三维空间位置;

[0007] c. 至少一个移动检测装置,该至少一个移动检测装置能够与移动数据库以及位置估计装置通信;移动数据库适于存储时间 t_f 和时间 t_0 时至少一个外科手术工具的三维空间位置,其中, $t_f > t_0$;在至少一个外科手术工具在时间 t_f 时的三维空间位置与至少一个外科手术工具在时间 t_0 时的三维空间位置不同的情况下,移动检测装置适于检测至少一个外科手术工具的移动;以及

[0008] d. 具有能够与控制器数据库通信的处理装置的控制器,控制器适于控制至少一个外科手术工具的空间位置;控制器数据库与移动检测装置通信;

[0009] 其中,控制器数据库适于存储预定规则集,根据预定规则集确定至少一个外科手术工具的允许的移动和受限制的移动的,使得根据预定规则集确定至少一个外科手术工具的由移动检测装置检测出的每个移动是允许的移动还是受限制的移动。

附图说明

[0010] 为了理解本实用新型并且清楚其在实践中可以如何实现,仅通过非限制示例的方式,参考附图对本实用新型进行了说明。在附图中:

[0011] 图 1-2 示出了本实用新型的一个实施例;

[0012] 图 2a 示出了在腹部腹腔镜外科手术中使用定位系统的示例;

- [0013] 图 2b 示出了在膝盖内窥镜外科手术中使用定位系统的示例 ; 以及
- [0014] 图 2c 示出了在肩部内窥镜外科手术中使用定位系统的示例 ;
- [0015] 图 3a-3d 示意性示出了具有碰撞避免系统的跟踪系统的实施例的操作 ;
- [0016] 图 4a-4d 示意性示出了具有禁止穿行规则 / 函数(no fly zone rule/function)的跟踪系统的实施例的操作 ;
- [0017] 图 5a-5d 示意性示出了具有优选容积区规则 / 函数(volume zone rule/function)的跟踪系统的实施例的操作 ;
- [0018] 图 6 示意性示出了器官检测函数 / 规则的实施例的操作 ;
- [0019] 图 7 示意性示出了工具检测函数 / 规则的实施例的操作 ;
- [0020] 图 8a-8b 示意性示出了移动检测函数 / 规则的实施例的操作 ;
- [0021] 图 9a-9d 示意性示出了预测函数 / 规则的实施例的操作 ;
- [0022] 图 10 示意性示出了右侧工具函数 / 规则的实施例的操作 ;
- [0023] 图 11a-11b 示意性示出了视场(field)函数 / 规则的实施例的操作 ;
- [0024] 图 12 示意性示出了标记的工具函数 / 规则的实施例的操作 ;
- [0025] 图 13a-13c 示意性示出了邻近函数 / 规则的实施例的操作 ;
- [0026] 图 14a-14b 示意性示出了操作员输入函数 / 规则的实施例的操作 ;
- [0027] 图 15A-D 示意性示出了具有恒定视场规则 / 函数的跟踪系统的实施例 ;
- [0028] 图 16 示意性示出了具有速度变化规则 / 函数的跟踪系统的实施例。

具体实施方式

[0029] 在详细说明本实用新型的至少一个实施例之前,应当理解本实用新型不限于应用于以下说明书中阐述的或附图中示出的具体结构和部件布置。本实用新型可应用于其它实施例或可以以各种方式实现或执行。另外,应当理解,本文中所采用的措辞和术语是为了说明的目的而不应被视为限制。

[0030] 在下文中,术语“切换(toggle)”是指从一个标记的外科手术工具切换至另一个。

[0031] 在下文中,术语“外科手术环境”是指人体内的任何身体构造部分,其可能围绕外科手术器械。该环境可以包括:器官、身体部分、器官壁、动脉、静脉、神经、关注的区域或人体的任何其它身体构造部分。

[0032] 在下文中,术语“内窥镜”是指用于为了医疗原因而向身体内部观察的任何装置。内窥镜可以是用于检查中空的器官或体腔内部的任何器械。内窥镜也可以指任何类型的腹腔镜。应当指出,以下说明可能将内窥镜称为外科手术工具。

[0033] 在下文中,术语“关注的区域”是指人体内的任何区域,其可以是本实用新型的系统的操作员所关注的区域。例如,关注的区域可以是例如要进行外科手术的器官、限制外科手术器械接近的限制区域、外科手术器械或人体内的任何其它区域。

[0034] 在下文中,术语“空间位置”是指目标的预定空间位置和 / 或方位(例如,内窥镜的空间位置、内窥镜的角方位以及其任意组合)。

[0035] 在下文中,术语“禁止范围”是指禁止将外科手术工具(例如,内窥镜)在空间上放置于其内的预定范围。

[0036] 在下文中,术语“优选范围”是指允许外科手术工具(例如,内窥镜)在空间上放置

于其内和 / 或优选外科手术工具在空间上放置于其内的预定范围。

[0037] 在下文中,术语“自动化助理”是指能够操纵和控制外科手术或内窥镜器械的位置以及还能用于接收来自远程资源的命令的任何机械装置(包括但不限于机器人装置)。

[0038] 在下文中,术语“工具”或“外科手术器械”是指能够入侵到人体中的任何器械或装置。该术语可以指工具上的任何位置。例如,该术语可以指工具的末端、工具的主体以及其任意组合。还应当指出,以下说明书可能将外科手术工具 / 器械称为内窥镜。

[0039] 在下文中,术语“提供”是指如下的任何处理(视觉的、触觉的或听觉的):通过该处理,器械、计算机、控制器或任何其它机械的或电子的装置可以向操作员报告计算或其它操作的结果。

[0040] 术语“自动化”或“自动地”是指无需人对部件的直接干涉或操作而进行的任何处理。

[0041] 在下文中,术语“允许的移动”是指根据预定的规则集许可的外科手术工具的任何移动。

[0042] 在下文中,术语“受限制的移动”是指根据预定的规则集禁止的外科手术工具的任何移动。例如,根据本实用新型,一个规则提供了优选容积区规则,该优选容积区规则限定外科手术环境内的有利区。因此,根据本实用新型,外科手术工具或内窥镜的允许的移动是将外科手术工具保持在有利区内的移动;并且外科手术工具的受限制的移动是将外科手术工具抽出(或移动)至有利区外部的移动。

[0043] 在下文中,术语“时间步长”是指系统的工作时间。在每个时间步长处,系统接收来自传感器的数据和来自操作员的命令,并且对该数据和命令进行处理并执行动作。时间步长大小是时间步长之间经过的时间。

[0044] 腹腔镜外科手术(也称为微创外科手术(MIS))是现代外科手术技术,与传统外科手术过程中所需要的较大的切口相比,在腹腔镜外科手术中通过小的切口(通常 0.5-1.5cm)执行腹腔中的操作。腹腔镜外科手术的关键要素是使用腹腔镜,腹腔镜是用于在腹腔镜的远端处查看体内的场景的装置。或者将成像装置放置于腹腔镜的端部,或者使用柱状透镜系统或光纤束将该图像引导至腹腔镜的近端。还附接有用于照亮外科手术现场的光源,通过 5mm 或 10mm 的插管或套管针插入该光源以观察操作现场。

[0045] 通常向腹部注入二氧化碳气体,以建立工作和观看空间。腹部必须被充气得像个气球(被吹入气),提起内脏上方的腹部壁像个圆顶。在这个空间内,可以进行各种医疗过程。

[0046] 在许多情况下,腹腔镜不能观看人体内的整个工作空间,因此腹腔镜被重新定位,以允许外科医生观看该空间中关注的区域。

[0047] 本实用新型公开了一种外科手术控制系统,该系统适于在人体的外科手术期间控制至少一个外科手术工具的位置。该系统可以通过识别外科手术工具的位置来执行控制,并且将指令提供给操作员:该外科手术工具可以或应当被引导到哪个方向,以及该外科手术工具被限制移动向哪个方向。

[0048] 根据本实用新型的不同实施例,外科手术控制系统包括以下部件:

[0049] a. 至少一个外科手术工具,其适于被插入到人体的外科手术环境中,以辅助外科手术过程;

[0050] b. 至少一个位置估计装置,其适于在任何给定时间 t 实时估计 / 定位该至少一个外科手术工具的位置(即,三维空间位置);

[0051] c. 与移动数据库和所述位置估计装置能够通信的至少一个移动检测装置;所述移动数据库适于存储在时间 t_f 和时间 t_0 所述至少一个外科手术工具的所述三维空间位置;其中 $t_f > t_0$;如果所述至少一个外科手术工具在时间 t_f 的三维空间位置与所述至少一个外科手术工具在时间 t_0 的所述三维空间位置不同,则所述移动检测装置适于检测所述至少一个外科手术工具的移动;以及

[0052] d. 控制器,其具有与数据库能够通信的处理装置,所述控制器适于控制所述至少一个外科手术工具的空间位置。

[0053] 数据库适于存储预定规则集,根据该预定规则集来确定至少一个外科手术工具的允许的移动以及受限制的移动,使得根据该允许的移动和受限制的移动,由控制器来控制至少一个外科手术工具的空间位置,这在本实用新型的范围之内。换言之,根据所述预定规则集,由所述至少一个外科手术工具的所述移动检测装置检测的每个移动被确定为允许的移动或受限制的移动。

[0054] 因此,本实用新型存储在时间 t_f 和时间 t_0 当前每个所述外科手术工具的三维空间位置,其中 $t_f > t_0$ 。如果在时间 t_f 所述至少一个外科手术工具的三维空间位置与在时间 t_0 所述至少一个外科手术工具的所述三维空间位置不同,则检测到工具的移动。接下来系统根据所述规则集来分析所述移动,并且处理所述移动是允许的移动还是受限制的移动。

[0055] 根据本实用新型的一个实施例,如果所述移动是受限制的移动,则系统防止所述移动。通过控制操纵系统来获得所述移动防止,所述操纵系统防止所述外科手术工具的移动。

[0056] 根据本实用新型的一个实施例,系统不防止所述移动(如果所述移动是受限制的移动),而是仅仅以信号告知 / 警告用户(即,医生)所述受限制的移动。

[0057] 根据本实用新型的另一实施例,所述外科手术工具是内窥镜。

[0058] 根据本实用新型的不同实施例,控制器可以就外科手术工具必须移动或可以移动向哪个方向而对操作员提供建议。

[0059] 因此,根据本实用新型的优选实施例,本实用新型提供了预定规则集,该预定规则集定义了什么是外科手术环境中任何外科手术工具的“允许的移动”,以及什么是外科手术环境中任何外科手术工具的“受限制的移动”。

[0060] 根据一些实施例,本实用新型的系统包括与控制器能够通信的操纵子系统,该操纵子系统适于根据该预定规则集在外科手术期间在空间上重新定位至少一个外科手术工具。

[0061] 根据一些实施例,控制器可以向操纵子系统提供指令,以用于在空间上重新定位外科手术工具的位置。根据这些指令,将仅执行外科手术工具的允许的移动。通过以下步骤执行防止受限制的移动:检测外科手术工具的位置;处理所有当前规则;分析外科手术工具的移动;以及如果该工具的移动是受限制的移动,则防止该移动。

[0062] 根据一些实施例,系统仅警告医生至少一个外科手术工具的受限制的移动(而不是防止所述受限制的移动。)

[0063] 通过以下步骤来执行警告医生受限制的移动(或者,替代地防止受限制的移动):

检测外科手术工具的位置；处理所有当前规则；分析外科手术工具的移动；以及如果该工具的移动是允许的移动或者受限制的移动，则通知外科医生（系统的用户）。

[0064] 因此，根据本实用新型的优选实施例，如果受限制的移动被防止，接下来是相同的处理（检测外科手术工具的位置；处理所有当前规则以及分析外科手术工具的移动），除了最后的动作，这里，如果该工具的移动是受限制的移动，则防止该移动。也可以通知外科医生该移动正在被防止。

[0065] 根据另一实施例，通过检测外科手术工具的位置以及分析外科手术工具的外科手术环境来执行以上过程（警告医生和 / 或防止移动）。在分析外科手术环境和检测外科手术工具的位置之后，系统可以评估外科手术工具在预定方向上的移动之后可能出现的所有风险。因此，必须分析外科手术环境中的每个位置，使得外科手术工具的任何可能移动被分类为允许的移动或受限制的移动。

[0066] 根据本实用新型的一个实施例，通过使用图像处理装置并且实时确定每个工具的三维空间位置是什么，来确定每个工具的位置。应当理解的是，上述“工具”可以指代该工具上的任何位置。例如，其可以指代该工具的尖端，该工具的主体或者它们的任意组合。

[0067] 实用新型作为本实用新型的实质的预定规则集适于考虑到在外科手术过程期间可能重要的所有可能因素。该预定规则集可以包括以下规则或其任意组合：

- [0068] a. 路线规则；
- [0069] b. 环境规则；
- [0070] c. 操作员输入规则；
- [0071] d. 邻近规则；
- [0072] e. 防碰撞规则；
- [0073] f. 基于历史的规则；
- [0074] g. 根据工具的允许的移动以及受限制的移动的规则；
- [0075] h. 最常使用的工具规则；
- [0076] i. 右侧工具规则；
- [0077] j. 左侧工具规则；
- [0078] k. 视场规则；
- [0079] l. 禁止穿行区规则；
- [0080] m. 操作员输入规则；
- [0081] n. 优选容积区规则；
- [0082] o. 优选工具规则；
- [0083] p. 移动检测规则。

[0084] 因此，例如，防碰撞规则定义了最小距离，两个或多个工具不应低于该最小距离被放在一起（即，在两个或多个工具之间存在应保持的最小距离）。如果一个工具的移动使得其危险地靠近另一工具（即，在移动之后，它们之间的距离小于防碰撞规则所定义的最小距离），则控制器警告用户该移动是受限制的移动，或者不允许该移动。

[0085] 应该强调的是，通过持续地监视外科手术环境，并且识别和定位在外科手术环境中每个元素 / 工具的三维空间位置，使得所有以上公开内容（以及以下公开内容）成为可能。

[0086] 通过本领域技术人员所公知的传统装置（例如，图像处理，光学装置等）来提供识

别。

[0087] 以下提供对于每个上述规则及其函数的说明：

[0088] 根据一些实施例，路线规则包括预定路线，至少一个外科手术工具适于在外科手术环境中在该预定路线中移动；允许的移动是至少一个外科手术工具位于该预定路线的边界之内的移动，并且受限制的移动是至少一个外科手术工具位于该预定路线的边界之外的移动。因此，根据这个实施例，路线规则包括用于存储至少一个预定路线的能够通信的数据库，至少一个外科手术工具适于在外科手术环境中在该至少一个预定路线中移动；该预定路线包括在该路线中该至少一个外科手术工具的 n 个三维空间位置； n 是大于或等于 2 的整数；允许的移动是该至少一个外科手术工具基本上定位在该预定路线的 n 个三维空间位置中的至少一个三维空间位置处的移动，并且受限制的移动是该至少一个外科手术工具的位置基本上不同于该预定路线的 n 个三维空间位置的移动。

[0089] 换言之，根据路线规则，每个外科手术工具的进程（以及在任何外科手术过程中的路径）被存储在能够通信的数据库中。允许的移动被定义为该至少一个外科手术工具基本上位于所存储的路线中的至少一个路线中的移动；并且受限制的移动是该至少一个外科手术工具处于与任何所存储的路线中的任何位置基本上不同的位置的移动。

[0090] 根据一些实施例，环境规则适于根据从内窥镜或其它感测装置接收到的外科手术环境中的危险或障碍来确定允许的移动和受限制的移动。因此，根据这个实施例，环境规则包括能够通信的数据库；该能够通信的数据库适于接收外科手术环境的实时图像，并且适于对其执行实时图像处理，以及确定在外科手术环境中危险或障碍的三维空间位置；环境规则适于根据外科手术环境中的危险或障碍来确定允许的移动和受限制的移动，使得受限制的移动是该至少一个外科手术工具基本上位于该三维空间位置中的至少一个三维空间位置处的移动，并且允许的移动是该至少一个外科手术工具的位置基本上不同于该三维空间位置的移动。

[0091] 换言之，根据环境规则，识别外科手术环境中的每个元素，以便确立哪个是危险或障碍（以及在任何外科手术过程中的路径），并且每个危险和障碍（以及路径）被存储在能够通信的数据库中。受限制的移动被定义为该至少一个外科手术工具基本上位于与该危险或障碍的位置相同位置处的移动，并且允许的移动是该至少一个外科手术工具的位置基本上不同于所有危险或障碍的位置的移动。

[0092] 根据其它实施例，从以下组成的组中选择外科手术环境中的危险和障碍：组织、外科手术工具、器官、内窥镜及其任意组合。

[0093] 根据一些实施例，操作员输入规则适于接收与该至少一个外科手术工具的允许的移动和受限制的移动有关的来自系统操作员的输入。因此，根据这个实施例，操作员输入规则包括能够通信的数据库；该能够通信的数据库适于接收与该至少一个外科手术工具的允许的移动和受限制的移动有关的来自系统操作员的输入。

[0094] 根据其它实施例，输入包括 n 个三维空间位置； n 是大于或等于 2 的整数；其中该 n 个三维空间位置中的至少一个三维空间位置被定义为允许的位置，并且该 n 个三维空间位置中的至少一个三维空间位置被定义为受限制的位置，使得允许的移动是该至少一个外科手术工具基本上位于 n 个允许的三维空间位置中的至少一个位置处的移动，并且受限制的移动是该至少一个外科手术工具的位置基本上不同于 n 个允许的三维空间位置的移动。

[0095] 根据其它实施例,输入包括至少一个规则,根据该至少一个规则来确定该至少一个外科手术工具的允许的移动和受限制的移动,使得由控制器根据允许的移动和受限制的移动来控制该至少一个外科手术工具的空间位置。

[0096] 根据其它实施例,操作员输入规则能够将允许的移动转换为受限制的移动,以及将受限制的移动转换为允许的移动。

[0097] 根据一些实施例,邻近规则适于定义至少一个外科手术工具和至少一个其它外科手术工具之间的预定距离;允许的移动是在预定距离的范围之内或之外的移动,并且受限制的移动是在预定距离的范围之外或之内的移动;根据不同的范围来定义允许的移动和受限制的移动。因此,根据这个实施例,邻近规则适于定义至少两个外科手术工具之间的预定距离。在优选实施例中,允许的移动是在预定距离的范围之内的移动,而受限制的移动在预定距离的范围之外。在另一优选实施例中,允许的移动是在预定距离范围之外的移动,而受限制的移动在预定距离的范围之内。

[0098] 应当指出的是,可以从以下中选择上述距离:

[0099] (a) 第一工具的尖端和第二工具的尖端之间的距离;

[0100] (b) 第一工具的主体和第二工具的尖端之间的距离;

[0101] (c) 第一工具的主体和第二工具的主体之间的距离;

[0102] (d) 第一工具的尖端和第二工具的主体之间的距离;

[0103] 以及上述的任意组合。

[0104] 根据另一实施例,邻近规则适于定义至少三个外科手术工具之间的预定角度;允许的移动是在预定角度的范围之内或之外的移动,并且受限制的移动是在预定角度的范围之外或之内的移动。

[0105] 根据一些实施例,防碰撞规则适于定义外科手术环境内的至少一个外科手术工具和解剖元素(例如,组织、器官、另一外科手术工具或其任意组合)之间的预定距离;允许的移动是在比该预定距离大的范围中的移动,并且受限制的移动是在比该预定距离小的范围中的移动。

[0106] 根据另一实施例,从以下组成的组中选择解剖元素:组织、器官、另一外科手术工具或其任意组合。

[0107] 根据一些实施例,外科手术工具是内窥镜。该内窥镜适于提供外科手术环境的实时图像。

[0108] 根据一些实施例,右侧工具规则适于根据在与内窥镜有关的指定位置处的,优选地定位在内窥镜右边的外科手术工具的移动来确定内窥镜的允许的移动。根据这个规则,由内窥镜持续地跟踪被定义为右侧工具的工具。根据一些实施例,右侧工具被定义为定位在内窥镜的右边的工具;根据其它实施例,任何工具都能被定义为右侧工具。根据右侧工具规则,允许的移动是内窥镜视场移动到与右侧工具的位置基本上相同的位置,从而跟踪右侧工具的移动。根据右侧工具规则,受限制的移动是内窥镜视场移动到与右侧工具的位置基本上不同的位置的移动。

[0109] 根据一些实施例,左侧工具规则适于根据在与内窥镜有关的指定位置处的,优选地定位在内窥镜左边的外科手术工具的移动来确定内窥镜的允许的移动。根据这个规则,由内窥镜持续地跟踪被定义为左侧工具的工具。根据一些实施例,左侧工具被定义为定位

在内窥镜的左边的工具；根据其它实施例，任何工具都能被定义为左侧工具。根据左侧工具规则，允许的移动是内窥镜视场移动到与左侧工具的位置基本上相同的位置的移动。根据左侧工具规则，受限制的移动是内窥镜视场移动到与左侧工具的位置基本上不同的位置的移动。

[0110] 根据一些实施例，视场规则适于定义视场并且保持该视场。定义视场规则使得如果内窥镜适于在期望的视场中跟踪预定的工具组，当那些工具中的一个工具不再处于视场中时，该规则指示该内窥镜进行缩小，以便将该工具再引入该视场中。因此，根据这个实施例，视场规则包括能够通信的数据库，该能够通信的数据库包括 n 个三维空间位置， n 是大于或等于 2 的整数；所有 n 个三维空间位置的组合提供了预定的视场；该视场规则适于在该 n 个三维空间位置内确定内窥镜的允许的移动，以便保持不变的视场，从而使得允许的移动是内窥镜基本上位于该 n 个三维空间位置中的至少一个空间位置处的移动，并且受限制的移动是内窥镜的位置基本上不同于该 n 个三维空间位置的移动。

[0111] 因此，根据视场规则的另一实施例，视场规则包括能够通信的数据库，该能够通信的数据库包括 n 个三维空间位置， n 是大于或等于 2 的整数；所有 n 个三维空间位置的组合提供了预定的视场。视场规则进一步包括有 m 个工具及其三维空间位置的能够通信的数据库，其中 m 是大于或等于 1 的整数，并且其中工具可以是外科手术工具，解剖元素及其任意组合。所有 n 个三维空间位置的组合提供了预定的视场。该视场规则适于确定内窥镜的允许的移动，使得工具的 m 个三维空间位置包括视场的 n 个三维空间位置中的至少一个空间位置，并且受限制的移动是至少一个工具的三维空间位置与视场的 n 个三维空间位置基本上不同的移动。

[0112] 根据另一实施例，优选容积区规则包括能够通信的数据库，该能够通信的数据库包括 n 个三维空间位置， n 是大于或等于 2 的整数；该 n 个三维空间位置提供了优选容积区；优选容积区规则适于在 n 个三维空间位置之内确定内窥镜的允许的移动，以及在 n 个三维空间位置之外确定内窥镜的受限制的移动，使得允许的移动是内窥镜基本上位于该 n 个三维空间位置中的至少一个空间位置处的移动，并且受限制的移动是内窥镜的位置基本上不同于该 n 个三维空间位置的移动。换言之，优选容积区规则定义关注的容积（期望的感兴趣容积），使得根据优选容积区规则，允许的移动是内窥镜（或任何外科手术工具）移动到所定义的优选容积内的位置处的移动。根据优选容积区规则，受限制的移动是内窥镜（或任何外科手术工具）移动到所定义的优选容积外的位置处的移动。

[0113] 根据另一实施例，优选工具规则包括能够通信的数据库，该数据库存储优选工具；该优选工具规则适于根据优选工具的移动确定内窥镜的允许的移动。换言之，优选工具规则定义系统用户想要跟踪的优选工具（即，感兴趣工具）。根据优选工具规则，允许的移动是内窥镜移动到与优选工具的位置基本上相同的位置处的移动。受限制的移动是内窥镜移动到与优选工具的位置基本上不同的位置处的移动。因此，根据优选工具规则，内窥镜持续地跟踪优选工具，使得从内窥镜看到的视场持续地是优选工具。应注意的是，用户可以在所述优选工具规则中定义持续地跟踪所述优选工具的尖端，或者替代地，用户可以在所述优选工具规则中定义持续地跟踪所述优选工具的主体或任何位置。

[0114] 根据一些实施例，禁止穿行区规则适于定义不允许工具（或替代地，预定义的工具）进入的受限区域。因此，根据这个实施例，禁止穿行区规则包括能够通信的数据库，该

能够通信的数据库包括 n 个三维空间位置, n 是大于或等于 2 的整数; 该 n 个三维空间位置在外科手术环境内定义了预定的容积; 如果移动在禁止穿行区内, 该禁止穿行区规则适于确定受限制的移动, 并且如果移动在禁止穿行区外, 该禁止穿行区规则适于确定允许的移动, 使得受限制的移动是至少一个外科手术工具基本上位于该 n 个三维空间位置中的至少一个空间位置处的移动, 并且允许的移动是至少一个外科手术工具的位置基本上不同于该 n 个三维空间位置的移动。

[0115] 根据另一实施例, 最常使用的工具函数适于(实时地, 在过程期间, 或在过程之前) 定义哪个工具是最常使用的工具(即, 在过程期间最多移动的工具), 并且指示操纵子系统持续地定位内窥镜, 以跟踪这个工具的移动。因此, 根据这个实施例, 最常使用的工具规则包括能够通信的数据库, 该能够通信的数据库对每个外科手术工具的移动次数进行计数; 最常使用的工具规则适于持续地定位内窥镜, 以跟踪具有最大移动次数的外科手术工具的移动。在最常使用的工具函数的另一实施例中, 能够通信的数据库测量每个外科手术工具的移动次数; 最常使用的工具规则适于持续地定位内窥镜, 以跟踪具有最大移动次数的外科手术工具的移动。

[0116] 根据另一实施例, 系统适于警告外科医生至少一个外科手术工具的受限制的移动。该警告可以是音频信令、语音信令、灯光信令、闪光信令及其任意组合。

[0117] 根据另一实施例, 允许的移动是被控制器允许的移动, 并且受限制的移动是被控制器拒绝的移动。

[0118] 根据另一实施例, 操作员输入规则函数适于接收与至少一个外科手术工具的允许的移动和受限制的移动有关的来自于系统操作员的输入。换言之, 操作员输入规则函数接收有关什么被视为允许的移动以及什么是受限制的移动的来自医生的指令。根据另一实施例, 操作员输入规则适于将允许的移动转换为受限制的移动, 以及将受限制的移动转换为允许的移动。

[0119] 根据一些实施例, 基于历史的规则适于根据在至少一个先前的外科手术中至少一个外科手术工具的历史移动来确定允许的移动和受限制的移动。因此, 根据这个实施例, 基于历史的规则包括能够通信的数据库, 该能够通信的数据库存储每个外科手术工具的每个三维空间位置, 使得存储每个外科手术工具的每个移动; 基于历史的规则适于根据至少一个外科手术工具的历史移动来确定允许的移动和受限制的移动, 使得允许的移动是至少一个外科手术工具基本上位于三维空间位置中的至少一个空间位置处的移动, 并且受限制的移动是至少一个外科手术工具的位置基本上不同于 n 个三维空间位置的移动。

[0120] 根据一些实施例, 根据工具的允许的移动以及受限制的移动的规则适于根据外科手术工具的预定特性来确定允许的移动和受限制的移动, 其中外科手术工具的预定特性是从以下组成的组中选择的: 物理尺寸、结构、重量、锐度及其任意组合。因此, 根据这个实施例, 基于工具的允许的移动和受限制的移动的规则包括能够通信的数据库; 该能够通信的数据库适于存储至少一个外科手术工具的预定特性; 基于工具的允许的移动和受限制的移动的规则适于根据外科手术工具的预定特性确定允许的移动和受限制的移动。

[0121] 根据另一实施例, 外科手术工具的预定特性是从以下组成的组中选择的: 物理尺寸、结构、重量、锐度及其任意组合。

[0122] 根据这个实施例, 用户可以定义例如他想要内窥镜去跟踪的外科手术工具的结构

构。因此,根据该基于工具的允许的移动以及受限制的移动的规则,内窥镜持续地跟踪具有用户所定义的所述预定特性的外科手术工具。

[0123] 根据本实用新型的另一实施例,移动检测规则包括能够通信的数据库,该能够通信的数据库包括每个外科手术工具的实时三维空间位置;所述移动检测规则适于检测至少一个外科手术工具的移动。当接收到该外科手术工具的三维空间位置的改变时,允许的移动是重定向内窥镜以集中于移动的外科手术工具的移动。

[0124] 根据本实用新型的另一实施例,系统进一步包括与控制器能够通信的操纵子系统。操纵子系统适于根据预定规则集在外科手术期间在空间上将至少一个外科手术工具重新定位。

[0125] 根据一些实施例,至少一个位置估计装置是至少一个内窥镜,该至少一个内窥镜适于在人体内获取外科手术环境的实时图像,以用于估计至少一个外科手术工具的位置。

[0126] 根据另一实施例,位置估计装置包括从以下组成的组中选择的至少一个:光学成像装置、射频发送和接收装置、在至少一个外科手术工具上的至少一个标记及其任意组合。

[0127] 根据另一实施例,至少一个位置估计装置是外科医生和至少一个外科手术工具之间的接口子系统,该接口子系统包括:(a) 包括 N 个规则光源或 N 个图案光源的至少一个阵列,其中 N 是正整数;(b) 包括 M 个相机的至少一个阵列,其中 M 是正整数;(c) 可选的光学标记器以及用于将光学标记器附接到至少一个外科手术工具的装置;以及(d) 经由控制器可操作的计算机化算法,该计算机化算法适于记录由 M 个相机中的每个相机接收的图像,以及根据其来计算每个工具的位置,并且进一步适于向接口的人类操作员自动地提供计算结果。

[0128] 众所周知,外科手术是高动态的过程,具有取决于许多变量而不断变化的环境。这些变量的非限制性列表包括:例如,外科手术的 type,工作空间(例如,具有异物,动态非相关的移动等),在外科手术期间使用的工具的类型、变化的背景、相对移动、动态过程、来自操作员的动态输入、以及患者的病史。因此,需要能够通过加权所有变量的重要性并且决定内窥镜应被重新定位到哪个空间位置,来集成所有变量的系统。

[0129] 也能够利用本实用新型以改善操作员(例如,外科医生、操作医疗助理、外科医生的同事等)之间的接口。此外,也能够利用本实用新型以控制和/或指导自动操纵子系统,以将内窥镜集中于由外科医生选择的仪器上,或者任何其它关注的区域上。可以执行这个以便于在外科手术过程期间估计至少一个外科手术工具的位置。

[0130] 本实用新型还公开了一种外科手术跟踪系统,其适于以自动和/或半自动的方式将内窥镜引导并重新定位到预定的感兴趣区域。由图像处理算法来辅助这个操作,该图像处理算法适于实时分析从内窥镜接收的数据,并且评估内窥镜的外科手术环境。

[0131] 根据一个实施例,系统包括“智能”跟踪子系统,该“智能”跟踪子系统关于将内窥镜引导到何处从操纵函数 $f(t)$ (t 是时间)接收指令,并且指示操纵子系统将内窥镜重新定位到所需要的区域。

[0132] 操纵函数 $f(t)$ 接收来自至少两个指令函数 $g_i(t)$ 的输出作为输入,分析它们的输出并且提供指令给“智能”跟踪系统(其最终对内窥镜进行重新引导)。

[0133] 根据一些实施例,每个指令函数 $g_i(t)$ 还被给予加权函数 $\alpha_i(t)$ 。

[0134] 本实用新型的指令函数 $g_i(t)$ 是被配置为评估外科手术和内窥镜的环境,并且被

配置为输出数据的函数,该数据引导跟踪子系统以用于控制操纵子系统和内窥镜的空间位置。指令函数 $g_i(t)$ 可以从以下组成的组中选择:

- [0135] a. 工具检测函数 $g_1(t)$;
- [0136] b. 移动检测函数 $g_2(t)$;
- [0137] c. 器官检测函数 $g_3(t)$;
- [0138] d. 碰撞检测函数 $g_4(t)$;
- [0139] e. 操作员输入函数 $g_5(t)$;
- [0140] f. 预测函数 $g_6(t)$;
- [0141] g. 过去统计分析函数 $g_7(t)$;
- [0142] h. 最常使用的工具函数 $g_8(t)$;
- [0143] i. 右侧工具函数 $g_9(t)$;
- [0144] g. 左侧工具函数 $g_{10}(t)$;
- [0145] k. 视场函数 $g_{11}(t)$;
- [0146] l. 优选容积区函数 $g_{12}(t)$;
- [0147] m. 禁止穿行区函数 $g_{13}(t)$;
- [0148] n. 邻近函数 $g_{14}(t)$;
- [0149] o. 标记工具函数 $g_{15}(t)$;
- [0150] p. 优选工具函数 $g_{16}(t)$ 。

[0151] 因此,例如,操纵函数 $f(t)$ 从两个指令函数接收输入:碰撞检测函数 $g_4(t)$ (用于提供两个元素之间的距离是否小于预定距离的信息的函数),以及最常使用的工具函数 $g_8(t)$ (对外科手术过程期间每个工具移动的次数进行计数,并且提供与最多移动的工具或最常使用的工具当前是否正在移动有关的信息的函数)。从碰撞检测函数 $g_4(t)$ 给出的输出是在外科手术环境中外科手术工具危险地接近器官。从最常使用的工具函数 $g_8(t)$ 给出的输出是在统计上被识别为最多移动的工具的工具当前正在移动。

[0152] 然后操纵函数 $f(t)$ 对每个指令函数分配加权函数 $\alpha_i(t)$ 。例如,向最常使用的工具函数 $g_8(t)$ 分配比分配给碰撞检测函数 $g_4(t)$ 的权值更大的权值。

[0153] 在操纵函数 $f(t)$ 分析从每个的指令函数 $g_i(t)$ 和加权函数 $\alpha_i(t)$ 接收的信息之后,相同的输出指令到操纵子系统,以对内窥镜进行重新引导(或者集中于移动的工具,或者集中于危险地接近靠近器官的工具)。

[0154] 应强调的是,通过在外科手术环境中持续地监视并且定位/识别每个元素/工具的三维空间位置,使得所有以上公开内容(以及以下公开内容)成为可能。

[0155] 通过本领域技术人员所公知的传统手段(例如,图像处理,光学装置等)来提供识别。

[0156] 根据一些实施例,外科手术跟踪子系统包括:

[0157] 适于在人体内获取外科手术环境的实时图像的至少一个内窥镜;

[0158] 适于在腹腔镜外科手术期间控制内窥镜的空间位置的操纵子系统;以及

[0159] 与操纵子系统通信的跟踪子系统,该跟踪子系统适于控制该操纵子系统,以便将内窥镜的空间位置引导和修改到关注的区域。

[0160] 根据这个实施例,跟踪子系统包括数据处理器。该数据处理器适于执行外科手术

环境的实时图像处理,以及根据从操纵函数 $f(t)$ 接收的输入来指示该操纵子系统修改内窥镜的空间位置;该操纵函数 $f(t)$ 适于:(a) 从至少两个指令函数 $g_i(t)$ 接收输入,其中 i 是 $1, \dots, n$ 并且 $n \geq 2$,并且其中 t 是时间; i 和 n 是整数;以及 (b) 基于来自至少两个指令函数 $g_i(t)$ 的输入将指令输出到操纵子系统,以便在空间上将内窥镜定位到关注的区域。

[0161] 根据一个实施例,工具检测函数 $g_1(t)$ 适于检测外科手术环境中的工具。根据这个实施例,工具检测函数适于检测外科手术环境中的外科手术工具,并且将指令输出到跟踪子系统,以指示操纵子系统将内窥镜引导到所检测的外科手术工具。

[0162] 根据一些实施例,函数 $g_i(t)$ 可以根据分级标度(ranking scale)(例如,从 1 到 10)对外科手术环境中不同的检测到的区域进行分级,其中禁止区域(即,被定义为外科手术工具禁止进入的区域的区域)收到最低分(例如 1),并且优选区域(即,被定义为其中应当保持外科手术工具的区域的区域)收到最高分(例如 10)。

[0163] 根据优选实施例,一个函数 $g_i(t)$ 适于检测外科手术环境中的工具,并且通知操纵函数 $f(t)$ 它们是在优选区域中还是在禁止区域中。

[0164] 根据一些实施例,移动检测函数 $g_2(t)$ 包括:能够通信的数据库,该能够通信的数据库包括外科手术环境中的每个外科手术工具的实时三维空间位置;当接收到三维空间位置的改变时检测至少一个外科手术工具的移动的装置;以及向跟踪子系统输出指令,以指示操纵子系统将内窥镜引导到移动的外科手术工具的装置。

[0165] 根据一些实施例,器官检测函数 $g_3(t)$ 适于在外科手术环境中检测生理器官并且将检测到的器官分类为禁止范围或优选范围。例如,如果操作员指示系统具体的手术是肾脏手术,器官检测函数 $g_3(t)$ 会将两个肾脏(或者一个肾脏,如果指定手术是在单个肾脏上)分类为优选范围,而其他器官将被分类为禁止范围。根据另一个实施例,器官检测函数适于在外科手术环境中检测器官并且向跟踪子系统输出指令以指示操纵子系统将内窥镜引导至检测到的器官。根据一些实施例,右侧工具函数适于检测定位于内窥镜右侧的外科手术工具并且向跟踪子系统输出指令以指示操纵系统持续地将内窥镜引导至右侧工具上并且跟踪右侧工具。

[0166] 根据另一个实施例,左侧工具函数适于检测定位于内窥镜左侧的外科手术工具并且向跟踪子系统输出指令以指示操纵系统持续地将内窥镜引导至左侧工具上并且跟踪左侧工具。

[0167] 根据一些实施例,碰撞检测函数 $g_4(t)$ 适于在外科手术环境内检测禁止范围以防止内窥镜和禁止范围之间的碰撞。例如,如果内窥镜位于其中内窥镜的精确移动是优选的狭窄范围中,则碰撞检测函数 $g_4(t)$ 将检测不同的范围(例如,神经、静脉、器官的壁)并将其分类为禁止范围。这样,根据该实施例,防碰撞函数适于限定外科手术环境内的至少一个外科手术工具与解剖元素之间的预定距离;并且适于在至少一个外科手术工具与解剖元素之间的距离小于预定距离的情况下向跟踪子系统输出指令,以指示操纵子系统将内窥镜引导至外科手术环境内的外科手术工具和解剖元素。根据本实用新型的一个实施例,从由组织、器官、另一个外科手术工具以及其任意组合构成的组中选择解剖元素。

[0168] 根据一些实施例,操作员输入函数 $g_5(t)$ 适于从操作员接收输入。例如,输入可以是:关于外科手术环境中的禁止范围的输入、关于外科手术环境中的允许范围的输入、或者关于关注的区域的输入及其任意组合。操作员输入函数 $g_5(t)$ 可以在外科手术之前或外科

手术期间从操作员接收指令,并且相应地进行响应。根据一些实施例,操作员输入函数还可以包括用于在从由禁止范围、允许范围、关注的区域及其任意组合构成的组中选择的范围中进行选择的选择算法。可以经由输入装置执行选择(例如,触摸屏)。

[0169] 根据一些实施例,操作员输入函数 $g_5(t)$ 包括能够通信的数据库;该能够通信的数据库适于从系统的操作员接收输入;输入包括 n 个三维空间位置; n 是大于或等于 2 的整数;并且适于向跟踪子系统输出指令以指示操纵子系统将内窥镜引导至所接收的至少一个三维空间位置。

[0170] 根据一些实施例,预测函数 $g_6(t)$ 适于提供在时间 $t_f > t_0$ 时关于外科手术环境的数据,其中 t_0 是当前时间,而 t_f 是将来时间。预测函数 $g_6(t)$ 可以与存储关于外科手术的环境(例如,环境中的器官)的数据的数据库通信。该数据可以由预测函数 $g_6(t)$ 使用,用于预测在操作期间期望的或不期望的事件或者期望的或不期望的目标。这样,根据该实施例,预测函数 $g_6(t)$ 包括能够通信的数据库,该能够通信的数据库存储外科手术环境内的每个外科手术工具的各三维空间位置,使得每个外科手术工具的每个移动被存储;预测函数适于(a) 预测每个外科手术工具(或每个目标)的将来的三维空间位置;以及(b) 向跟踪子系统输出指令以指示操纵子系统将内窥镜引导至将来的三维空间位置。

[0171] 根据一些实施例,过去统计分析函数 $g_7(t)$ 适于基于存储在数据库中的过去统计数据来提供关于外科手术环境或腹腔镜外科手术的数据。关于外科手术环境的数据可以例如是:关于禁止范围的数据、关于允许范围的数据、关于关注的区域的数据、及其任意组合。这样,根据该实施例,过去统计分析函数 $g_7(t)$ 包括能够通信的数据库,该能够通信的数据库存储外科手术环境内的每个外科手术工具的各三维空间位置,使得每个外科手术工具的每个移动被存储;过去统计分析函数 $g_7(t)$ 适于(a) 对每个外科手术工具的过去的三维空间位置执行统计分析;以及(b) 预测每个外科手术工具的将来的三维空间位置;以及(c) 向跟踪子系统输出指令以指示操纵子系统将内窥镜引导至将来的三维空间位置。这样,根据过去统计分析函数 $g_7(t)$,分析了每个工具的过去的移动,并且根据该分析,提供了对工具的下一移动次移动的预测。

[0172] 根据另一实施例,最常使用的工具函数 $g_8(t)$ 包括能够通信的数据库,能够通信的数据库计算位于外科手术环境内的每个外科手术工具的移动量;最常使用的工具函数适于向跟踪子系统输出指令以指示操纵子系统引导内窥镜,从而持续地将内窥镜定位于跟踪最多移动的外科手术工具的移动。工具的移动量可以定义为该工具的移动的总数或工具已经移动的总距离。

[0173] 根据一些实施例,右侧工具函数 $g_9(t)$ 适于检测处于与内窥镜有关的指定位置的至少一个外科手术工具,其中,指定位置优选地定位于内窥镜的右侧,并且右侧工具函数适于向跟踪子系统输出指令以指示操纵子系统持续地将内窥镜引导至右侧工具并且跟踪右侧工具。根据优选实施例,右侧工具定义为定位于内窥镜的右侧的工具;根据其他实施例,可以将任意工具定义为右侧工具。

[0174] 根据另一实施例,左侧工具函数 $g_{10}(t)$ 适于检测处于与内窥镜有关的指定位置的至少一个外科手术工具,其中,指定位置优选地定位于内窥镜的左侧,并且左侧工具函数适于向跟踪子系统输出指令以指示操纵子系统持续地将内窥镜引导至左侧工具并且跟踪左侧工具。根据优选实施例,左侧工具定义为定位于内窥镜的左侧的工具;根据其他实施例,

可以将任意工具定义为左侧工具。

[0175] 根据另一实施例,视场函数 $g_{11}(t)$ 包括能够通信的数据库,该能够通信的数据库包括 n 个三维空间位置; n 是大于或等于 2 的整数;所有的 n 个三维空间位置的组合提供预定的视场;视场函数适于向跟踪子系统输出指令以指示操纵子系统将内窥镜引导到基本上在 n 个三维空间位置内的至少一个三维空间位置。

[0176] 根据另一实施例,优选容积区(volume zone)函数 $g_{12}(t)$ 包括能够通信的数据库,该能够通信的数据库包括 n 个三维空间位置; n 是大于或等于 2 的整数; n 个三维空间位置提供优选的容积区;优选容积区函数 $g_{12}(t)$ 适于向跟踪子系统输出指令以指示操纵子系统将内窥镜引导至基本上在优选容积区内的至少一个三维空间位置。

[0177] 根据另一实施例,禁止穿行区(no fly zone)函数 $g_{13}(t)$ 包括能够通信的数据库,该能够通信的数据库包括 n 个三维空间位置; n 是大于或等于 2 的整数; n 个三维空间位置定义外科手术环境内的预定容积;禁止穿行区函数 $g_{13}(t)$ 适于向跟踪子系统输出指令以指示操纵子系统将内窥镜引导至与所有 n 个三维空间位置基本上不同的至少一个三维空间位置。

[0178] 根据一些实施例,邻近函数 $g_{14}(t)$ 适于定义至少两个外科手术工具之间的预定距离;并且如果两个外科手术工具之间的距离小于或者大于预定距离,则向跟踪子系统输出指令以指示操纵子系统将内窥镜引导至该两个外科手术工具。

[0179] 根据另一实施例,邻近函数 $g_{14}(t)$ 适于定义至少三个外科手术工具之间的预定角度;并且如果两个外科手术工具之间的角度小于或者大于预定角度,则向跟踪子系统输出指令以指示操纵子系统将内窥镜引导至该三个外科手术工具。

[0180] 根据另一实施例,优选容积区函数包括能够通信的数据库,该能够通信的数据库包括 n 个三维空间位置; n 是大于或等于 2 的整数; n 个三维空间位置提供优选的容积区;优选容积区函数适于向跟踪子系统输出指令以指示操纵子系统将内窥镜引导至优选的容积区。

[0181] 根据另一实施例,视场函数包括能够通信的数据库,该能够通信的数据库包括 n 个三维空间位置; n 是大于或等于 2 的整数;所有 n 个三维空间位置的组合提供预定的视场;视场函数适于向跟踪子系统输出指令以指示操纵子系统将内窥镜引导到基本上在 n 个三维空间位置内的至少一个三维空间位置,以便维持恒定的视场。

[0182] 根据另一实施例,禁止穿行区函数包括能够通信的数据库,该能够通信的数据库包括 n 个三维空间位置; n 是大于或等于 2 的整数; n 个三维空间位置定义外科手术环境内的预定容积;禁止穿行区函数适于向跟踪子系统输出指令以指示操纵子系统将内窥镜引导至与所有 n 个三维空间位置基本上不同的至少一个三维空间位置。

[0183] 根据另一实施例,最常使用的工具函数包括能够通信的数据库,能够通信的数据库计算位于外科手术环境内的每个外科手术工具的移动量;最常使用的工具函数适于向跟踪子系统输出指令以指示操纵子系统引导内窥镜来持续地将内窥镜定位成跟踪最多移动的外科手术工具的移动。

[0184] 根据一些实施例,预测函数 $g_6(t)$ 适于提供在时间 $t_f > t$ 时关于外科手术环境的数据,其中 t 是当前时间,而 t_f 是将来时间。预测函数 $g_6(t)$ 可以与存储关于手术的环境(例如,环境中的器官)的数据的数据库通信。该数据可以由预测函数 $g_6(t)$ 使用,用于预测在操

作期间期望的或不期望的事件或者目标。这样,根据该实施例,预测函数包括能够通信的数据库,该能够通信的数据库存储外科手术环境内的每个外科手术工具的各三维空间位置,使得每个外科手术工具的每个移动被存储;预测函数适于(a)预测每个外科手术工具的将来的三维空间位置;以及(b)向跟踪子系统输出指令以指示操纵子系统将内窥镜引导至将来的三维空间位置。

[0185] 根据一些实施例,过去统计分析函数 $g_7(t)$ 适于基于存储在数据库中的过去统计数据来提供关于外科手术环境或腹腔镜手术的数据。关于外科手术环境的数据可以例如是:关于禁止范围的数据、关于允许范围的数据、关于关注的区域的数据。这样,根据该实施例,过去统计分析函数包括能够通信的数据库,该能够通信的数据库存储外科手术环境内的每个外科手术工具的各三维空间位置,使得每个外科手术工具的每个移动被存储;过去统计分析函数适于(a)对每个外科手术工具的过去的三维空间位置进行统计分析;以及(b)预测每个外科手术工具的将来的三维空间位置;以及(c)向跟踪子系统输出指令以指示操纵子系统将内窥镜引导至将来的三维空间位置。这样,根据过去统计分析函数 $g_7(t)$,分析了每个工具的过去的移动,并且根据该分析,提供了对工具的下次移动的将来预测。

[0186] 根据一些实施例,优选工具函数包括能够通信的数据库,该能够通信的数据库存储优选的工具;优选工具函数适于向跟踪子系统输出指令以指示操纵子系统持续地将内窥镜引导至优选的工具,使得所述内窥镜持续地跟踪所述优选的工具。

[0187] 这样,根据优选工具函数,内窥镜持续地跟踪优选的工具,使得当从内窥镜观看时,视场持续地保持在所述优选的工具上。应当指出,用户可以在所述优选工具函数中定义:持续地跟踪所述优选的工具的尖端,或者可替换地,用户可以在所述优选工具函数中定义:持续地跟踪优选的工具的主体或者优选的工具上的任何位置。

[0188] 根据一些实施例,标记工具函数 $g_{15}(t)$ 包括以下装置,该装置适于在外科手术环境内标记至少一个外科手术工具并且向跟踪子系统输出指令以指示操纵子系统持续地将内窥镜引导至所标记的外科手术工具。这样,根据标记工具函数,内窥镜持续地跟踪优选的(即标记的)工具,使得当从内窥镜观看时,视场持续地保持在所述优选的(标记的)工具上。应当指出的是,用户可以在所述标记工具函数中定义:持续地跟踪所述优选的(标记的)工具的尖端,或者可替换地,用户可以在所述标记工具函数中定义:持续地跟踪优选的(标记的)工具的主体或者优选的(标记的)工具上的任何位置。

[0189] 根据一些实施例,装置适于在外科手术环境内持续地标记至少一个外科手术工具。

[0190] 根据一些实施例,优选工具函数 $g_{16}(t)$ 包括能够通信的数据库。该数据库存储优选的工具;并且优选工具函数适于向跟踪子系统输出指令以指示操纵子系统将内窥镜引导至优选的工具。

[0191] 根据一些实施例,系统还包括如下装置:该装置适于在选择了期望的工具之前重新标记至少一个外科手术工具。

[0192] 根据一些实施例,系统还包括适于切换(toggle)外科手术工具的装置。根据一些实施例,人工地或自动地执行切换。

[0193] 根据本实用新型的不同实施例,加权函数 $\alpha_i(t)$ 是时变函数(或常数),它的值由操作员或指示函数 $g_i(t)$ 的输出确定。例如,如果一个特定函数 $g_i(t)$ 检测到重要的事件或

目标,可以对它的加权函数 $\alpha_i(t)$ 进行调整以便提升操纵函数 $f(t)$ 将会指示操纵子系统将内窥镜朝向该重要事件或目标移动的可能性。

[0194] 根据本实用新型的不同实施例,跟踪子系统可以实现各种图像处理算法,图像处理算法也可以是本领域众所周知的算法。图像处理算法可以例如是:图像稳定性算法、图像改进算法、图像编辑算法、图像增强算法、图像检测算法、图像分类算法、人体的心动周期或呼吸周期的图像相关性、烟雾减少算法、水汽减少算法、蒸汽减少算法及其任意组合。因为已知在特定条件下,可从由内窥镜或从内窥镜发射出烟雾、水汽或蒸汽,因此需要烟雾、水汽、蒸汽减少算法。也可以实现图像处理算法,并将其用于分析 2D 或 3D 表示,2D 或 3D 表示可以由外科手术环境的实时图像来呈现。

[0195] 根据不同的实施例,内窥镜可以包括从由以下装置构成的组中选择的图像获取装置:摄像头、摄影机、电磁传感器、计算机断层摄影术图像装置、荧光成像装置、超声成像装置、及其任意组合。

[0196] 根据一些实施例,系统还可以包括适于向操作员提供关于系统的操作的输入或输出的显示器。显示器可以用于以增强的现实元素输出所获取的外科手术环境的实时图像。显示器还可以用于操作员关注的区域的清晰度。

[0197] 根据一些实施例,内窥镜可以由内窥镜控制器来控制,用于执行诸如如下操作:获取实时图像并且放大至预定范围。例如,内窥镜控制器可以使得内窥镜获取与人体心动周期或呼吸周期的相关的实时图像。

[0198] 根据不同实施例,本实用新型的数据处理器可以操作模式识别算法,用于帮助指示函数 $g_i(t)$ 的操作。模式识别算法可以用作图像处理算法的一部分。

[0199] 应当强调的是,所有以上所述(以及下面的公开)是通过持续地监视和定位/标识外科手术环境中的每个元素/工具的三维空间位置来实现的。

[0200] 通过本领域任何技术人员已知的传统手段(例如,图像处理、光学装置等)来提供识别。

[0201] 应当强调的是,所有以上所述(以及下面的公开)是通过持续地监视和定位/标识外科手术环境中的每个元素/工具的三维空间位置来实现的。

[0202] 通过本领域任何技术人员已知的传统手段(例如,图像处理、光学装置等)来提供识别。

[0203] 本实用新型还公开了一种外科手术控制系统,包括:

[0204] a. 至少一个内窥镜,适于提供人体的外科手术环境的实时图像;

[0205] b. 至少一个处理装置,适于实时定义人体的外科手术环境的实时图像内的 n 个元素;每个元素由预定特征来表征;

[0206] c. 与内窥镜进行通信的图像处理装置,该图像处理装置适于对实时图像进行图像处理以及提供预定特征的实时更新;

[0207] d. 能够通信的数据库,该能够通信的数据库与处理装置和图像处理装置进行通信,适于存储预定特征和更新的特征。

[0208] 在更新的特征基本上与预定特征不同的情况下,该系统适于通知操作员。

[0209] 这样,根据该实施例,外科手术环境中的每个元素被表征。特征被持续地监视。如果特征实质上改变,则系统通知用户。

[0210] 例如,被监视的元素可以是器官,而被监视的特征是器官的轮廓。一旦轮廓显著地改变(这可能意味着器官已经被切开),系统向用户发出警报。

[0211] 应当强调的是,所有以上所述是通过持续地监视和定位/标识外科手术环境中的每个元素/工具的三维空间位置来实现的。

[0212] 通过本领域任何技术人员已知的传统手段(例如,图像处理、光学装置等)来提供识别。

[0213] 根据另一实施例,预定特征从以下构成的组中选择:元素的颜色、元素的三维空间位置、元素的轮廓、及其而任意组合。

[0214] 根据另一实施例,系统附加地包括至少一个外科手术工具,该外科手术工具适于被插入人体的外科手术环境以用于辅助外科手术过程。

[0215] 根据另一实施例,系统附加地包括至少一个位置估计装置,该位置估计装置适于估计至少一个外科手术工具的位置。

[0216] 根据另一实施例,系统附加地包括控制器,该控制器械有与数据库可通信的处理装置,控制器适于控制至少一个外科手术工具的空间位置。

[0217] 本申请还提供了一种用于控制手术的方法,包括以下步骤:

[0218] a. 获得系统,该系统包括:

[0219] i. 至少一个内窥镜,适于提供人体中的外科手术环境的实时图像;

[0220] ii. 至少一个处理装置,适于实时定义人体的外科手术环境的实时图像内的 n 个元素, n 是大于 0 的整数;每个元素由预定特征来表征;

[0221] iii. 与内窥镜进行通信的图像处理装置,该图像处理装置适于处理实时图像以及提供预定特征的实时更新;

[0222] iv. 能够通信的数据库,该能够通信的数据库与处理装置和图像处理装置进行通信,适于存储预定特征和更新的特征。

[0223] b. 提供人体中的外科手术环境的实时图像;

[0224] c. 定义 n 个元素;

[0225] d. 由预定特征表征每个元素;

[0226] e. 提供预定特征的实时更新;

[0227] f. 如果更新的特征基本上与预定特征不同,则通知用户。

[0228] 根据另一个实施例,预定特征从以下构成的组中选择:元素的颜色、元素的三维空间位置、元素的轮廓、及其而任意组合。

[0229] 根据另一实施例,方法附加地包括以下步骤:提供至少一个外科手术工具,外科手术工具适于被插入人体的外科手术环境以用于辅助外科手术过程。

[0230] 根据另一实施例,方法附加地包括以下步骤:提供至少一个位置估计装置,位置估计装置适于估计至少一个外科手术工具的位置。

[0231] 根据另一实施例,方法附加地包括以下步骤:提供控制器,控制器械有与数据库能够通信的处理装置,控制器适于控制至少一个外科手术工具的空间位置。

[0232] 根据另一实施例,本实用新型的系统附加的包括图像处理单元。根据另一实施例,图像处理单元适于通过减小由例如凝结引起的烟雾的图像中的可见度来减小来自所接收的图像的“噪音”。根据另一实施例,图像处理单元适于通过减小积聚在内窥镜上的水汽或

蒸汽的图像中的可见度来减小来自所接收的图像的“噪音”。

[0233] 根据另一实施例,右侧工具函数适于指示操纵子系统持续地定位内窥镜以跟踪右侧工具的移动(即,定位于内窥镜右侧的工具)。

[0234] 根据另一实施例,左侧工具函数适于指示操纵子系统持续地定位内窥镜以跟踪左侧工具的移动(即,定位于内窥镜左侧的工具)。

[0235] 根据另一实施例,视场函数适于指示操纵子系统持续地定位内窥镜以便保持恒定的视场。

[0236] 根据另一实施例,禁止穿行区函数适于(在过程期间实时地或者在过程之前)定义禁止穿行区并且指示操纵子系统限制内窥镜进入禁止穿行区。

[0237] 根据另一实施例,最常使用的工具函数适于(在过程期间实时地或者在过程之前)定义作为最常使用的工具的工具(即,在过程期间移动最多的工具),并且指示操纵子系统持续地定位内窥镜以跟踪最常使用的工具的移动。

[0238] 下面的图提供了上述规则和函数的中的几个的示例。

[0239] 现在参照图 1,图 1 是外科手术跟踪系统 100 的具体实施例的一般示例图。在该图中示出了外科手术器械 17b 和 17c 以及内窥镜 21,内窥镜 21 可以通过操纵子系统 19 根据从通过计算机可操作的跟踪子系统接收的指令来操纵。

[0240] 如上定义的根据本实用新型的一个实施例,用户可以将视场函数定义为持续地监视至少一个外科手术器械 17b 和 17c。

[0241] 根据该实施例,外科手术跟踪系统 100 还可以包括一个或多个按钮操作的无线发送器 12a,该按钮操作的无线发送器 12a 当激活时通过天线 13 向连接的接收器 11 发送单个代码波 14,该连接的接收器 11 产生通过计算机 15 处理的信号,由此将内窥镜 21 的空间位置引导和修改至关注的区域,如由视场函数所定义的。

[0242] 可替换地,根据邻近规则,如果外科手术器械 17b 和 17c 之间的距离小于预定距离(如由防碰撞规则所定义的),系统警告用户:外科手术器械 17b 和 17c 中的任一个的将会减小该距离的任何移动是受限制的移动。

[0243] 现在参考图 2,图 2 示意性的示出了本实用新型的操作。根据该附图,本实用新型的系统包括显示器 30,在显示器 30 中,向操作员呈现了整个过程。在该图中,内窥镜朝向关注的区域 38 自动地空间重新定位。

[0244] 内窥镜朝向其重新定位的关注的区域包括工具 37b 和 37c,通过计算机 15 的跟踪子系统(未示出)自动地检测工具 37b 和 37c。根据不同实施例,内窥镜的重新定位可以是自动地或半自动地。例如,根据图 2,对于通用代码发射无线发送器 12a 上的按钮的轻微按压使得通过连接的接收器 11 通信的接收天线 13 所接收的代码发送到计算机 15。该操作使得本实用新型的内窥镜空间上重新定位至关注的预定区域(例如,工作工具所位于的位置)。根据本实用新型的该实施例,操作员可以将关注的区域定义为发现工具 37b 的尖端 35b 的区域。

[0245] 根据另一实施例,操作员可以将外科手术器械 17b 和 17c 中的一个定义为优选的工具。这样,根据优选工具规则,内窥镜将持续地监视和跟踪所选工具的主题。根据另一实施例,用户可以定义优选工具规则以持续地将内窥镜重新定位在优选工具的尖端(参见图 2 中的尖端 35b)。

[0246] 根据图 2 所示的实施例,通过向要被激活的系统发信号来提供系统的激活。

[0247] 根据本实用新型的另一实施例,按钮可以耦接至要被监视的期望的工具,使得内窥镜将会监视按钮与其耦接的工具(并且从该工具发射信号 12a)。

[0248] 再次参照图 2,一旦已经定义关注的区域,跟踪子系统使用通过执行图像处理在关注的区域内寻找尖端 35b。当跟踪子系统没有检测到尖端 35b,系统可以沿着预定的轨迹在向前的方向上移动内窥镜。当跟踪子系统检测到尖端 35b,内窥镜自动地聚焦在关注的区域。

[0249] 当执行外科手术时,外科医生经常改变他的工具的位置以及甚至工具的插入点。为了实现位置和范围系统,可以使用很多已知的技术。例如,工具可以配备有开关。如果开关发射无线信号,则可以使用天线阵列来比较在每个天线处接收到的信号的功率,以便将开关的角度以及其近似的范围确定为照相机持有者机制。如果开关发射超声波,则可以使用超声敏感麦克风来三角测量开关的位置。对于发光开关也是同样情况。在本实用新型的优选实施例中,利用单个无线发射代码并且通过传统的观看屏幕上的可视图形表示来实现选择。

[0250] 在另一个优选实施例中,每个器械与唯一的代码无线发送器一致,并且通过按压它的按钮来实现选择。

[0251] 根据不同的实施例,本实用新型的跟踪子系统可以用在任何传统的照相机辅助的包括内窥镜的腹腔镜外科手术系统。当按下发送器上的至少一个按钮用于激活跟踪子系统时,向连接至计算机的接收装置发送通用的或唯一的代码,该代码指示操纵子系统将内窥镜重新定位至关注的区域。

[0252] 例如,本实用新型的系统可以用于允许操作员(例如,外科医生)将外科手术器械呈献给外科手术同事和职员。通过经由跟踪子系统识别外科手术器械,内窥镜将视线引导至预定的关注区域。

[0253] 根据一些实施例,跟踪子系统可以在外科手术之前、对外科手术工具的特性描述之后标识外科手术工具。外科手术工具的特征可以存储在数据库中用于进一步在图像处理算法中使用。当按下至少一个按钮时,跟踪子系统可以指示操纵子系统移动内窥镜以便实现期望的聚焦于具体的关注区域。

[0254] 本实用新型的装置具有许多技术优势,其中:

[0255] ●简化了外科医生和医疗助手之间的通信接口。

[0256] ●与传统的计算机化的自动化内窥镜系统无缝交互。

[0257] ●简单的构造和可靠性。

[0258] ●用户友好性。

[0259] 本实用新型的附加特征和优势将通过以下附图和描述变得明显。

[0260] 为了改进内窥镜的控制,本实用新型的系统包括操纵子系统。在本领域中已知很多操纵子系统,其中很多操纵子系统具有若干自由度。

[0261] (a) 一个自由度使得系统能够将内窥镜或腹腔镜向前和向后移动;

[0262] (b) 另一个自由度使得系统能够在变焦移动中移动内窥镜或腹腔镜,即通过穿透点进入和离开患者的身体;

[0263] (c) 另一个自由度使得系统能够将内窥镜或腹腔镜向右和向左移动;

[0264] (d) 另一个自由度使得系统能够将内窥镜或腹腔镜移动向右和向左微调；

[0265] (e) 另一个自由度使得系统能够将内窥镜或腹腔镜移动向前和向后微调；

[0266] (f) 另一个自由度使得系统能够相对于内窥镜的长轴旋转照相机。当使用具有“成角度的边沿”的内窥镜时，该自由度对于保持图像的水平不变是必要的。

[0267] 本实用新型利用这样的操纵系统以便将内窥镜重新定位至期望的位置。

[0268] 利用本实用新型，通过传达外科医生当前选择的器械、向图像处理计算机软件提供位置数据、由此引导内窥镜聚焦于该选择，来改进外科医生和自动化助手之间的接口。技术依赖于将传统的腹腔镜系统与从例如附接至外科手术工具的小 RF 发送器获得的数据，或者可替换地从附接至外科手术工具的发光器（例如二极管灯泡）获得的数据相结合。

[0269] 本领域技术人员将明白，在不影响其本质的情况下，本实用新型具有在构造的细节方面不同的若干实施例，因此，本实用新型不限制于在图中示出的和说明书中描述的内容，而仅仅如所附权利要求中所指明的，具有仅通过最广义的解释权利要求所确定的适当范围。

[0270] 图 2a 示出了在腹部的腹腔镜外科手术中使用本实用新型的系统的示例。

[0271] 图 2b 示出了在膝盖内窥镜外科手术中使用本实用新型的系统的示例。

[0272] 最后，图 2c 示出了在肩部内窥镜外科手术中使用本实用新型的系统的示例。

[0273] 例子

[0274] 给出例子以证明本实用新型要求保护的实施例。作为临床试验给出的例子描述了本实用新型的方式和处理并且阐述了发明人为实施本实用新型而构想的最佳模式，但不应被理解为限制实用新型。

[0275] 在以下例子中，在全部附图中相同的标号表示相似的部件。

[0276] 例子 1- 具有防碰撞系统的跟踪系统

[0277] 该基于规则的系统的一个实施例包括以下命令集合：

[0278] 检测（由 Gd 标示）：

[0279] Gd1 工具位置检测函数

[0280] Gd2 器官（例如肝）检测函数

[0281] Gd3 移动（矢量）计算和估计函数

[0282] Gd4 碰撞可能性检测函数

[0283] 工具指令（标示为 Gt）：

[0284] Gt1 根据手动命令移动

[0285] Gt2 停止移动

[0286] 场景 - 外科医生的手动移动命令：

[0287] （根据图像或位置标记器）在每个时间步骤实时地计算位置 Gd1 (t) 和 Gd2 (t)。

[0288] 根据 Gd1 (t) 计算工具移动矢量 Gd3 (t) 作为当前位置和至少一个先前位置之间的差别（可能也考虑先前的移动矢量）。

[0289] 例如根据位置 Gd1 和位置 Gd2 之间的差别（差别越小，邻近度越接近，且碰撞可能性越高），根据指示碰撞的移动矢量 Gd3 (t) 等计算碰撞可能性 Gd4 (t)。

[0290] 工具指令 Gt1 如果 $Gt1(t) < \text{预定阈值}$ 则加权函数 $\alpha_1(t)=1$ ，否则为 0。

[0291] 工具指令 Gt2 如果 $Gt2(t) > \text{预定阈值}$ 则加权函数 $\alpha_2(t)=1$ ，否则为 0。

[0292] 工具指令 $= \alpha_1(t) * Gt1 + \alpha_2(t) * Gt2(t)$;

[0293] 参照图 3, 图 3 以非限制性方式示出了跟踪系统和防碰撞系统的实施例。系统跟踪工具 310 和肝 320, 以在下一个时间步骤确定工具 310 和肝 320 之间的碰撞是否可能。图 3a 和 3b 示出了系统的行为如何取决于工具 310 和肝 320 之间的距离 330, 而图 3c 和 3d 示出了工具 310 的移动如何影响该行为。在图 3a 中, 工具 310 和肝 320 之间的距离 330 足够大, 使得在该时间步骤不可能出现碰撞。由于不可能碰撞, 不会命令工具移动。在图 3b 中, 工具 310 和肝 320 之间的距离 330 足够小, 使得可能发生碰撞。在所示的实施例中, 移动 340 被命令以将工具 310 移动远离肝 320。在其他实施例中, 系统防止移动 350, 但是不命令移动 340; 在这样的实施例中, 工具 310 将保持靠近肝 320。在另一个实施例中, 系统警告 / 发信号通知操作员该移动被限制, 但是不限制移动 350 或命令移动 340 远离肝。使用任何现有技术中已知的方法, 这样的警告 / 信号通知可以是视觉的或听觉的。

[0294] 图 3c 和 3d 示意性示出了工具 310 的移动对防碰撞系统的影响。在图 3c 和 3d 中, 工具 310 足够靠近肝 320, 从而二者之间的碰撞是有可能的。如果系统仅跟踪工具 310 和肝 320 的位置, 则将命令工具 310 远离肝 320 的运动。图 3c 示出了将增加工具 310 和肝 320 之间距离的移动 350 的效果。由于移动 350 远离肝 320, 因此在该时间步骤中不可能碰撞, 且不会命令工具 310 的移动。

[0295] 在图 3d 中, 工具 310 与肝 320 之间的距离和图 3c 中相同。然而, 在图 3d 中, 工具 310 的移动 350 是朝向肝 320, 使得工具 310 和肝 320 之间的碰撞有可能。在一些实施例中, 移动 340 被命令, 以将工具 310 移动远离肝 320。在其他实施例中, 系统防止移动 350, 但是不命令移动 340; 在该实施例中, 工具 310 将保持靠近肝 320。在又一实施例中, 系统警告操作员移动被限制, 但是不限制移动 350 或命令移动 340 远离肝。使用任何现有技术中已知的方法, 这样的警告可以是视觉的或听觉的。

[0296] 作为非限制性例子, 在肝上的操作中, 碰撞检测函数可以警告操作员工具和肝之间的碰撞是可能的, 然而不防止碰撞。在胆囊上的操作中, 通过防止移动或者通过命令将工具重新引导远离肝的移动, 碰撞检测函数可以防止工具和肝之间的碰撞。

[0297] 例子 2- 具有软控制的跟踪系统 - 没有物体在附近时快速移动, 有物体靠近时慢速移动

[0298] 该基于规则的系统的一个实施例包括以下命令集合:

[0299] 检测(由 Gd 标示):

[0300] 主要工具位置检测函数(由 GdM 标示);

[0301] Gd- 工具 1-K- 工具位置检测函数;

[0302] Gd- 器官 2-L- 器官(例如肝)检测函数;

[0303] Gd3 主要工具移动(矢量)计算和估计函数;

[0304] Gd4 邻近可能性检测函数;

[0305] 工具指令(标示为 Gt):

[0306] Gt1 根据手动命令的移动矢量(方向和速度)

[0307] 场景 - 外科医生的手动移动命令;

[0308] (根据图像或位置标记器)在每个时间步骤实时地计算位置 GdM(t), Gd- 工具 1-K(t) 和 Gd- 器官 2-L(t)。

[0309] 按 $GdM(t)$ 计算主要工具移动矢量 $Gd3(t)$, 作为当前位置和至少一个先前位置之间的差别(可能也考虑先前的移动矢量)。

[0310] 计算主要工具和其他工具的邻近度 $Gd4(t)$, 例如作为主要工具位置和其他工具位置之间的差别的最小者。

[0311] 工具指令 $Gt1$ 加权函数 $\alpha_1(t)$ 与工具邻近度函数 $Gd4(t)$ 成比例, 工具越靠近则移动越慢, 使得例如:

[0312] $\alpha_2(t) = Gd4 / \text{最大}(Gd4)$

[0313] $\alpha_2(t) = \log(Gd4 / \text{最大}(Gd4))$, 其中最大($Gd4$)是给定距离、工具速度和移动矢量的情况下可能导致碰撞的最大距离。

[0314] 工具指令 $= \alpha_1(t) * Gt1$ 。

[0315] 例子 3- 具有禁止穿行规则 / 函数的跟踪系统

[0316] 参考图 4, 图 4 以非限制性方式示出了具有禁止穿行规则的跟踪系统的实施例。系统相对于禁止穿行区(460)跟踪工具 310, 以在下一个时间步骤内确定工具是否将进入禁止穿行区(460)。在该例子中, 禁止穿行区 460 围绕肝。

[0317] 图 4a 和 4b 示出了系统的行为如何取决于工具尖端相对于禁止穿行区的位置, 而图 4c 和 4d 示出了工具的移动如何影响该行为。

[0318] 在图 4a 中, 工具 310 在禁止穿行区规则 / 函数 460 外, 并且没有命令工具的移动。在图 4b 中, 工具 310 在禁止穿行区 460 内。

[0319] 禁止穿行区规则 / 函数执行以下操作:

[0320] 在所示的实施例中, 移动 350 被命令以将工具 310 移动远离禁止穿行区 460。在其他实施例中, 系统防止进一步进入禁止穿行区的移动(称为移动 340, 见图 4c), 但是不命令移动 340; 在该实施例中, 工具 310 将保持靠近禁止穿行区 460。

[0321] 在又一实施例中, 系统警告 / 发信号通知操作员移动被限制, 然而不限制进一步进入禁止穿行区的移动或命令移动 340 远离禁止穿行区 460。采用任何现有技术中已知的方法, 该警告 / 信号通知可以是视觉或听觉的。

[0322] 图 4c 和 4c 示意性示出了工具的移动对禁止穿行区规则 / 函数的操作的影响。在图 4c 和 4d 中, 工具 310 足够靠近禁止穿行区 460(距离 330 足够小), 使得工具有可能在下一时间步骤期间进入禁止穿行区。图 4c 示出了将增加工具 310 和禁止穿行区 460 之间距离的移动 340 的效果。由于移动 340 远离禁止穿行区 460, 在该时间步骤中不可能出现碰撞, 并且不命令工具 310 的移动。

[0323] 在图 4d 中, 工具 310 与禁止穿行区 460 的距离与图 4c 中相同。然而, 在图 4d 中, 工具的移动 340 朝向禁止穿行区 460, 使得工具 310 有可能进入禁止穿行区 460。在所示实施例中, 移动 350 被命令, 以将工具 310 移动远离禁止穿行区 460。在其他实施例中, 系统防止移动 340, 但是不命令移动 350; 在该实施例中, 工具 310 将保持靠近禁止穿行区 460。在又一实施例中, 系统警告 / 信号通知操作员移动被限制, 但是不限制移动 340 或命令远离禁止穿行区规则 / 函数 460 的移动 350。使用任何现有技术中已知的方法, 该警告 / 信号通知可以是视觉的或听觉的。

[0324] 例子 4- 具有优选容积区规则 / 函数的跟踪系统

[0325] 参照图 5, 图 5 以非限制性方式示出了具有优选容积区函数 / 规则的跟踪系统的实

施例。

[0326] 该系统相对于优选的容积区(570)跟踪工具 310,以确定在下一时间步骤内工具是否将离开优选的容积(570)。

[0327] 在该例子中,优选的容积区 570 在肝的右叶上延伸。图 5a 和 5b 示出了系统的行为如何取决于工具尖端相对于优选容积区 570 的位置,而图 5c 和图 5d 示出了工具的移动如何影响该行为(即,优选容积区规则 / 函数)。

[0328] 在图 5a 中,工具 310 在优选容积区 570 内部,并且没有命令工具的移动。在图 5b 中,工具 310 在优选容积区 570 的外部。

[0329] 在所示的实施例中,移动 340 被命令,以将工具 310 移动远离优选容积区 570。在其他实施例中,系统防止移动 340;在这样的实施例中,工具 310 将保持靠近优选的容积区 570。在又一实施例中,系统警告 / 信号通知操作员移动 340 被限制。使用任何现有技术已知的方法,这样的警告 / 信号通知可以是视觉的或听觉的。

[0330] 图 5c 和图 5d 示意性示出了工具移动对优选容积规则 / 函数的操作的影响。在图 5c 和图 5d 中,工具 310 足够靠近优选容积区 570 的边缘,使得工具有可能在下一时间步骤期间离开优选容积区。

[0331] 图 5c 示出了将使工具 310 更深入优选容积区 570 的移动 350 的效果。由于移动 350 进入优选容积 570,所述移动是允许的移动。

[0332] 在图 5d 中,工具的移动 350 在优选容积 570 外,使得工具 310 有可能离开优选容积 570。

[0333] 根据所示的一个实施例,移动 340 被命令,以将工具 310 移动进优选容积区 570 中。在其他实施例中,系统防止移动 350,但是不命令移动 340;在这样的实施例中,工具 310 将保持靠近优选容积区 570。在又一实施例中,系统警告 / 信号通知操作员移动被限制,但是不限制移动 350 或命令远离优选容积区 570 的移动 340。采用现有技术已知的方式,这样的警告 / 信号通知可以是视觉的或听觉的。

[0334] 例子 5- 器官 / 工具检测函数

[0335] 参考图 6,图 6 以非限制性方式示出了器官检测系统的实施例(然而应注意,替代于器官,也为工具的检测而提供该实施例)。

[0336] 对于每个器官,在数据库中存储器官的 3D 空间位置。在图 6 中,标记每个器官的周界,以指示存储在数据库中的 3D 空间位置的容积的边缘。

[0337] 在图 6 中,肝 610 被标以虚线。胃 620 被标以长虚线,肠 630 被标以实线,而胆囊 640 被标以点线。

[0338] 在一些实施例中,还呈现了对操作员可见的标签或标记。可以使用现有技术中已知的任何显示识别标记器的方法。举一个非限制性例子,在增强显示中,彩色或图案化的标记器可以指示器官的位置,其中标记器指示器官的周界或者指示其所出现的显示的区域。

[0339] 例子 6- 工具检测函数

[0340] 参考图 7,图 7 以非限制性方式示出了工具检测函数的实施例。对于每个工具,在数据库中存储工具的 3D 空间位置。在图 7 中,标记每个工具的周界,以指示存储在数据库中的 3D 空间位置的容积的边缘。在图 7 中,左侧工具被标以虚线,而右侧工具被标以点线。

[0341] 在一些实施例中,也呈现了对操作员可见的标签或标记。可以使用现有技术中已

知的任何显示识别标记器的方法。举一个非限制性例子,在增强显示中,彩色或图案化的标记器可以指示工具的位置,其中标记器指示工具的周界或者指示其所出现的显示的区域。

[0342] 例子 7- 移动检测函数 / 规则

[0343] 参考图 8,图 8 以非限制性方式示出了移动检测函数 / 规则的实施例。图 8a 示意性示出了在时间 t 处的肝 810、左侧工具 820 和右侧工具 830。图 8b 示意性示出了在稍后的时间 $t + \Delta t$ 处的肝 810、左侧工具 820 和右侧工具 830,其中 Δt 是小的时间间隔。在该例子中,左侧工具 820 在时间间隔 Δt 中向下移动(朝向肝 820 的方向)。

[0344] 系统已检测到左侧工具 820 的移动并标记了该移动。这在图 8b 中通过围绕左侧工具 820 的虚线示意性示出。

[0345] 例子 8- 预测函数

[0346] 参考图 9,图 9 以非限制性方式示出了上述预测函数的实施例。

[0347] 图 9a 示出了在时间 t 处的左侧工具 920 和右侧工具 930。

[0348] 图 9b 示出了在稍后的时间 $t + \Delta t$ 处的相同工具,其中 Δt 是小的时间间隔。左侧工具 920 正在向右和向下移动,而右侧工具 930 正在向左和向上移动。如果移动继续(如图 9c 中的虚线所示),则在下一时间间隔的末尾,换言之,在时间 $t + \Delta t$ 和时间 $t + 2\Delta t$ 之间的某时间处,工具将碰撞,如图 9c 中在点圈 950 内的工具尖端所示。

[0349] 在该实施例中,系统自动防止所预测的碰撞,并且在该例子中,系统应用运动 940,以重新引导左侧工具 920,从而防止碰撞。

[0350] 在其他实施例中,系统警告 / 信号通知操作员碰撞可能发生,但是不改变任何工具的移动。使用现有技术中已知的任何方法,这样的警告 / 信号通知可以是视觉的或听觉的。

[0351] 在其他实施例中,作为非限制性例子,可以启用预测函数,以改变视场以跟随所预测的工具或器官的移动,警告(或防止)进入禁止穿行区的所预测的运动,警告(或防止)在优选区域之外的所预测的运动。

[0352] 例子 9- 右侧工具函数 / 规则

[0353] 参考图 10,图 10 以非限制性方式示出了右侧工具函数的实施例。图 10 示意性示出了肝 1010、左侧工具 1020 和右侧工具 1030。由虚线 1040 示意性示出的右侧工具被标记,且其 3D 空间位置被持续和实时地存储在数据库中。现在,根据右侧工具函数 / 规则,内窥镜持续地跟踪右侧工具。

[0354] 应指出,对于左侧工具应用相同的规则 / 函数(左侧工具函数 / 规则)。

[0355] 例子 10- 视场函数 / 规则

[0356] 参考图 11,图 11 以非限制性方式示出了视场函数 / 规则的实施例。

[0357] 图 11a 示意性示出了时间 t 处的腹部的视场。在该视场中的是肝 1110、胃 1120、肠 1130 和胆囊 1140。

[0358] 在视场的左部胆囊几乎完全可见。两个工具也在视场内,其尖端在肝附近。这些是左侧工具 1150 和右侧工具 1160。在该例子中,视场函数 / 规则跟踪左侧工具 1150。在该例子中,左侧工具 1150 正向右移动,如箭头 1170 所示。

[0359] 图 11b 示出了在时间 $t + \Delta t$ 处的视场。视场已向右移动,从而左侧工具 1150 的尖端仍然几乎在视场的中心。可看到胆囊 1140 的很少部分是可见的,而右侧工具 1160 的更

多部分已经进入了视场。

[0360] 视场函数 / 规则可以被设置为跟随所选择的工具,如在该例子中那样,或被设置为将所选择的器官保持在视场的中心。其还可被设置为将特定工具集合保持在视场中,在必要时放大或缩小,以防止任何所选择的工具处于视场外部。

[0361] 可替代地,视场函数 / 规则限定 n 个 3D 空间位置; n 是大于或等于 2 的整数;所有所述 n 个 3D 空间位置的组合提供了预定的视场。

[0362] 内窥镜或外科手术工具在所述 n 个 3D 空间位置内的每个移动是允许的移动,且内窥镜或外科手术工具在所述 n 个 3D 空间位置之外的任何移动是受限制的移动。

[0363] 可替换地,所述视场函数 / 规则限定了 n 个 3D 空间位置, n 是大于或等于 2 的整数;所有所述 n 个 3D 空间位置的组合提供了预定的视场。

[0364] 根据视场函数 / 规则,如果通过所述检测装置检测到移动,则重定位内窥镜,使得保持所述视场。

[0365] 例子 11- 标记工具函数 / 规则(或替代地优选工具规则)

[0366] 参考图 12,图 12 以非限制性方式示出了标记工具函数 / 规则的实施例。

[0367] 图 12 示出了在关注的器官附近的三个工具(1220、1230 和 1240),关注的器官在该例子中是肝 1210。

[0368] 在操作期间在该点处对外科医生来说最关注的工具是工具 1240。工具 1240 已被标记(点线 1250);在数据库中持续地存储工具 1240 的 3D 空间位置,且该空间位置已被标记为所关注的一个。

[0369] 系统可以针对许多目的使用标记,包括但不限于,将工具 1240 保持在视场中心,预测其未来运动,保持其不与其他工具碰撞,或保持其他工具不与其碰撞,指令内窥镜持续监视并跟踪所述标记工具 1250 等。

[0370] 应注意,在优选工具规则中,系统给工具之一标记,并如在标记工具规则 / 函数中那样执行操作。

[0371] 例子 12- 邻近函数 / 规则

[0372] 参考图 13,图 13 以非限制性方式示出了邻近函数 / 规则的实施例。

[0373] 图 13a 示意性示出了相隔距离 1330 的两个工具(1310 和 1320),该距离 1330 大于预定的邻近距离。由于工具 1310 不在工具 1320 的邻近区内,视场(1380)不移动。

[0374] 图 13b 示意性示出了相隔距离 1330 的两个工具(1310 和 1320),该距离 1330 小于预定的邻近距离。

[0375] 由于工具 1310 在工具 1320 的邻近区内,视场 1380 向上移动,如箭头 1340 示意性所示,直到工具 1310 和工具 1320 的尖端在视场 1380 的中心(图 13c)。

[0376] 可替代地,一旦两个工具 1320 和 1310 之间的距离 1330 小于预定距离,系统向用户警告所述邻近(这可能导致两个工具之间的碰撞)。可替代地,系统将工具中的一个移动远离另一个。

[0377] 例子 13- 操作员输入函数 / 规则

[0378] 参考图 14,图 14 以非限制性方式示出了操作员输入函数 / 规则的实施例。根据该实施例,从操作员接收输入。

[0379] 在以下例子中,从操作员接收的输入是跟踪哪个工具。

[0380] 图 14a 示意性示出了内窥镜,其中视场 1480 示出了肝 1410 和两个工具 1420 和 1430。启用无线发送器 1460 以通过接收器 1470 发送编码的指令。操作员 1450 首先选择左侧工具的尖端作为关注区域,使得系统对左侧工具的尖端标记(1440)。

[0381] 如图 14b 所示,系统然后引导并修改内窥镜的空间位置,使得标记工具尖端 1440 在视场 1480 的中心。

[0382] 操作员输入函数 / 规则的另一例子如下:

[0383] 如果在外科手术环境中工具已经移动靠近器官,根据邻近规则或防碰撞规则,根据一个实施例系统将防止外科手术工具的移动。

[0384] 根据本实用新型一个实施例,一旦停止了外科手术工具,所述工具在方向上的任何移动被理解为来自操作员的用以继续所述外科手术工具在所述方向上的移动的输入。

[0385] 因而,根据该实施例,操作员输入函数 / 规则从操作员(例如医师)接收输入,以继续所述外科手术工具的移动(即使其“违反”防碰撞规则)。所述输入仅是以下形式:在系统的警报之后或在系统的移动防止之后外科手术工具的继续移动。

[0386] 例子 14- 恒定视场规则 / 函数

[0387] 参考图 15A-D,其以非限制性方式示出了具有恒定视场规则 / 函数的跟踪系统的实施例。

[0388] 在许多内窥镜系统中,照相机光学系统中的尖端透镜不与内窥镜的侧面成直角。传统上,相对于直角来描述尖端透镜角度,使得与内窥镜的侧面成直角的尖端透镜被描述为具有角度 0。典型地,成角度的内窥镜尖端透镜具有 30° 或 45° 的角。该尖端透镜角度影响在缩放期间看到的图像。图 15 以不按比例的方式示出了,针对传统系统,在具有直立设置在末端的尖端透镜的内窥镜中在视场中缩放的效果(图 15A 和 15B)对照在具有成角度的尖端透镜的内窥镜中在视场中缩放的效果(图 15C 和 15D)。

[0389] 图 15A 和 15C 示出了内窥镜(100),其正在观看的目标(200)和在缩放之前通过内窥镜相机(130)看到的图像。实箭头(160)示出 FOV 的界限,虚箭头(170)示出了视场的中心(FOV);由于目标在 FOV 的中心,目标的图像(210)在相机图像(130)的中心。图 3B 和图 3D 示出了内窥镜(100),其正在观看的目标(200)和在缩放之后通过内窥镜相机(130)看到的图像。实箭头(160)示出了 FOV 的界限,虚箭头(170)示出了视场的中心。

[0390] 如果在内窥镜的末端直立地设置尖端透镜(图 15A 和 15B),则视场的中心处的目标(200)在缩放之前(图 15A)和缩放之后(图 15B)都将在视场(FOV)(以及相机图像)的中心(130)。然而,如果在内窥镜的末端成角度地设置尖端透镜(图 15C 和 15D),则在缩放之前(图 15C)处于 FOV(和相机图像)的中心的目標在缩放之后(图 15D)将不再处于 FOV(或相机图像)的中心,因为内窥镜的运动方向不是视场(170)的中心指向的方向。

[0391] 在本实用新型的系统的实施例中,与传统系统不同,控制装置保持缩放期间的视场的中心(FOV)与尖端透镜角度无关。经由数据处理系统控制内窥镜的缩放的优点在于尖端透镜角度不需要被输入到数据处理系统,这避免了可能的错误来源。

[0392] 根据本实用新型一个实施例,调整内窥镜的移动从而保持恒定的视场。

[0393] 例子 15- 失准规则 / 函数

[0394] 根据本实用新型另一实施例,系统可以通知用户同一系统的任何失准。

[0395] 系统的失准会导致内窥镜尖端的寄生移动,其中内窥镜尖端不是正好在所期望的

方向上移动。根据系统的一个实施例,系统包括实时计算/估计枢轴点的位置的传感器(例如陀螺仪、加速计及其任何组合),从而(a)通知用户失准;或(b)计算失准,使得系统可以调整其移动以防止寄生移动。

[0396] 例子 16- 速度变化规则 / 函数

[0397] 参考图 16, 图 16 以非限制性方式示出了具有速度变化规则 / 函数的跟踪系统的实施例。

[0398] 在传统的内窥镜控制系统中,内窥镜的运动以单个速度出现。该速度相当快,使得内窥镜可以在充分分开的位置之间快速移动。然而,这意味着进行精细调整非常困难以使得通常不进行精细调整。在本实用新型的实施例中,内窥镜的尖端的速度自动变化,以使得内窥镜尖端越靠近目标,不管它是工具、障碍物还是关注的目标,内窥镜尖端移动得越慢。在该实施例中,如图 7 所示,测量从内窥镜(100)的尖端(195)到内窥镜(190)的枢轴点的距离 X(150),其中所述枢轴点在患者(1000)的皮肤(1100)表面处或附近。也测量从内窥镜(195)的尖端到视场中心处的目标(200)的距离 Y(250)。根据预定的速度 V_p , 根据以下等式计算在给定时间处内窥镜的尖端的实际速度 V_{act} :

[0399]
$$V_{act} \propto \frac{Y}{X} V_p$$

[0400] 因此,在视场的中心越靠近目标,内窥镜移动越慢,使得有可能使用甚至精细调节的自动控制,并降低内窥镜与组织或仪器相接触的可能性。

[0401] 在系统的实施例中,越用力地按下控制单元,内窥镜尖端移动越快。在这些实施例中,如果速度高于预定最大值,则系统提供警报。警报的方法的例子包括但不限于恒定音量音调、恒定音高音调、变化音量音调、变化音高音调、语音信号、恒定颜色视觉信号、恒定亮度视觉信号、变化颜色视觉信号、变化亮度视觉信号、在内窥镜图像的至少一些部分上可见的信号、在患者的至少一些部分上可见的信号、在患者周围的至少一些部分上可见的信号、控制单元中的振动、控制单元中的温度变化以及上述的任意组合。

[0402] 根据本实用新型的一个实施例,将根据内窥镜的尖端距器官 / 组织的距离而调整内窥镜移动的速度。

[0403] 在以上说明中,出于示例和描述的目的呈现了包括优选实施例的本实用新型的实施例。其不旨在穷举或者将本实用新型限制为所公开的精确形式。考虑到以上教导,明显的修改或变化是可能的。选择并描述实施例,以提供对本实用新型的原理及其实际应用的最佳说明,并且使得本领域技术人员能够在各种实施例中利用本实用新型,以及以适于所构思的特定用途的各种修改来利用本实用新型。所有这样的修改和变型在根据公平、合法、公正给予其的宽度来理解时都在所附权利要求所确定的本实用新型的范围内。

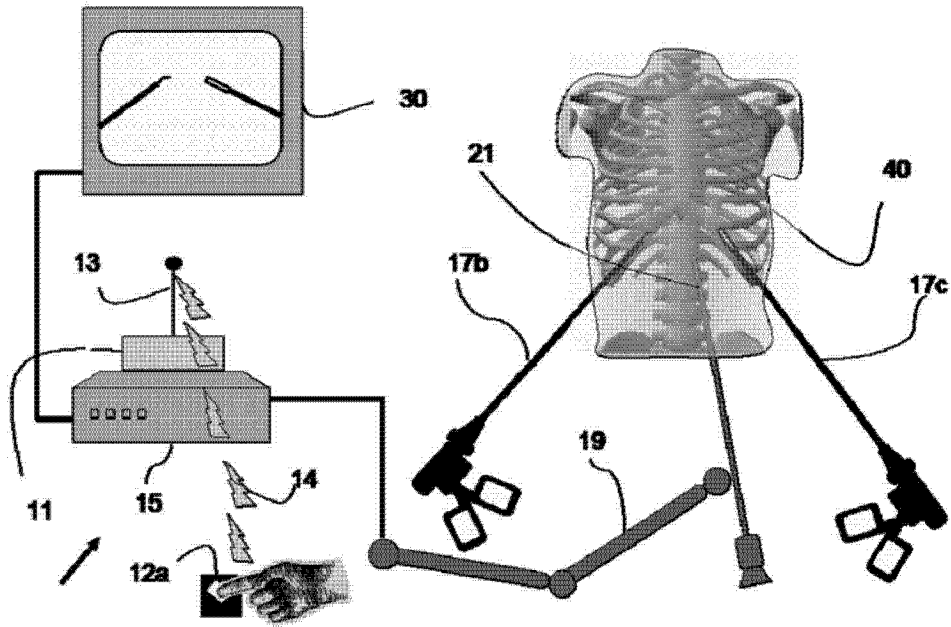


图 1

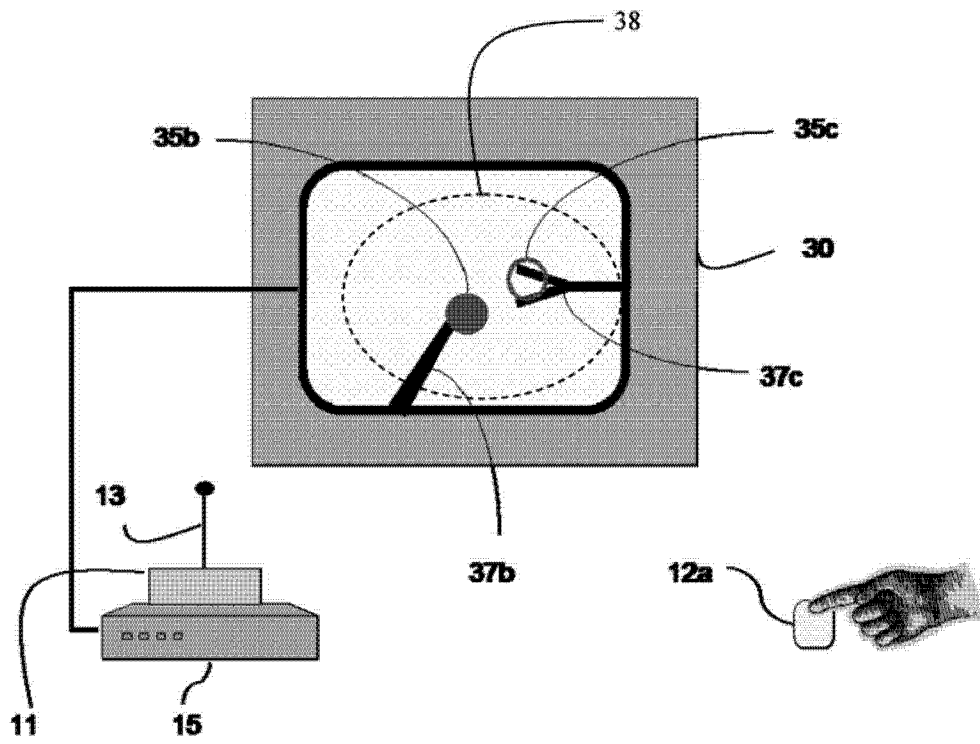


图 2

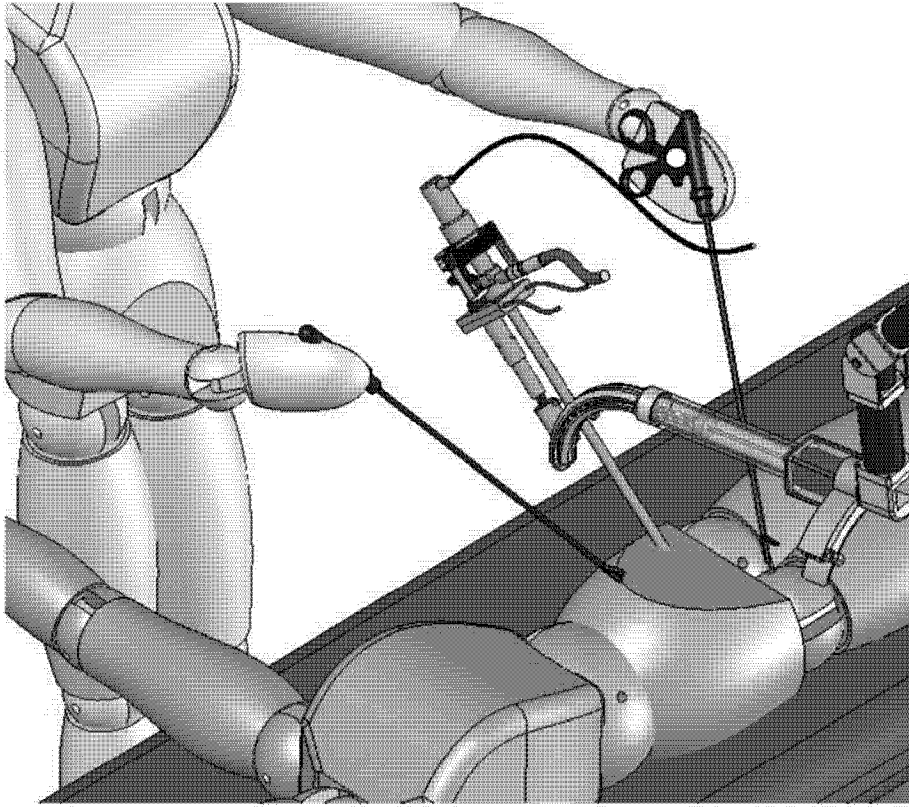


图 2a

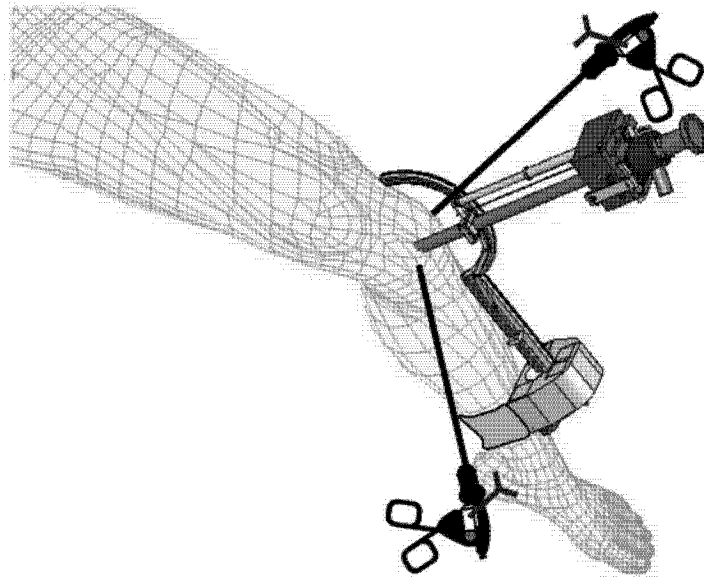


图 2b

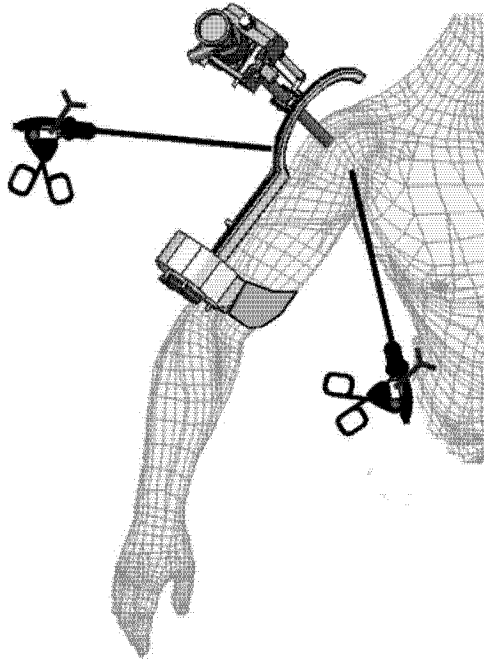


图 2c

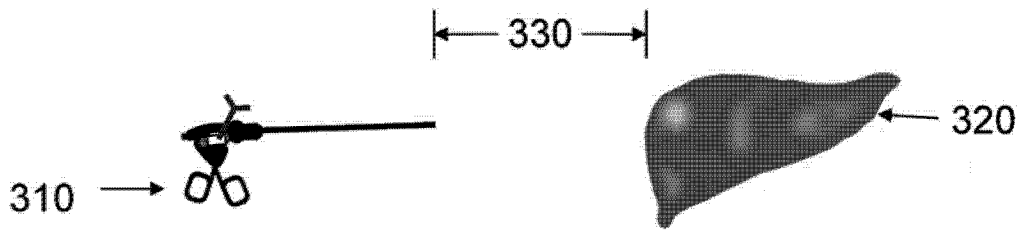


图 3a

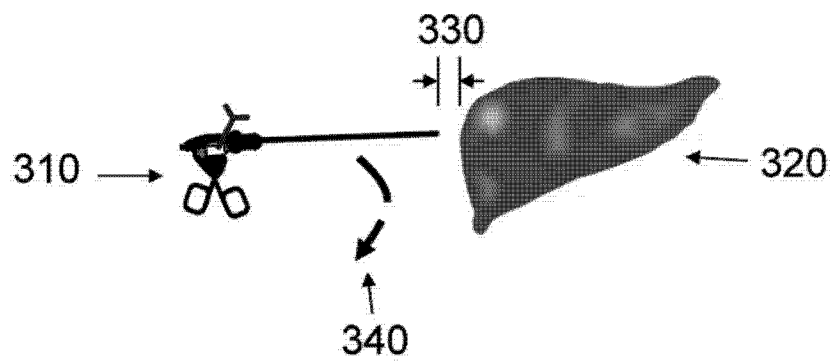


图 3b

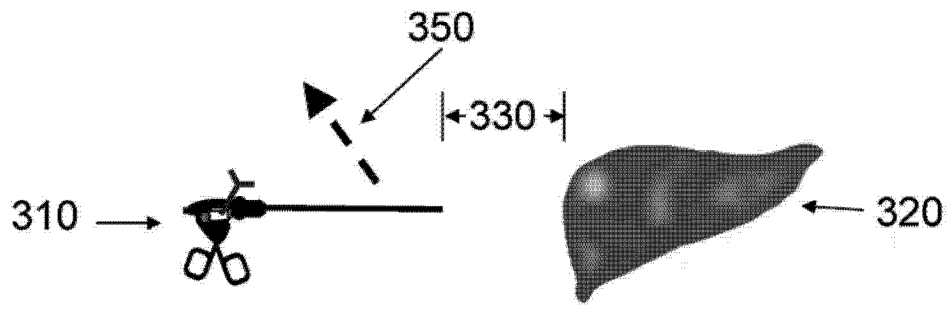


图 3c

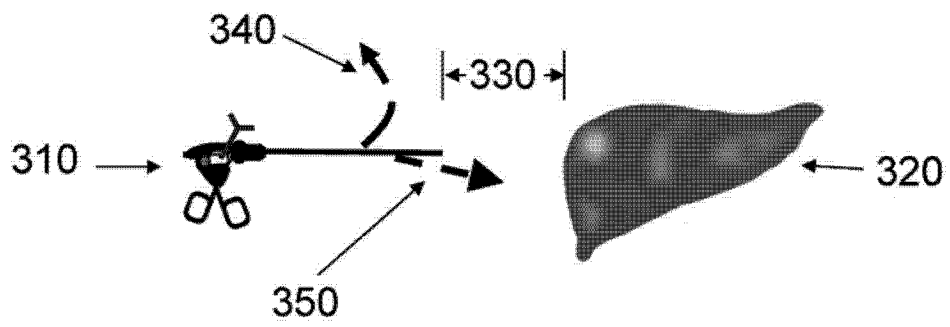


图 3d

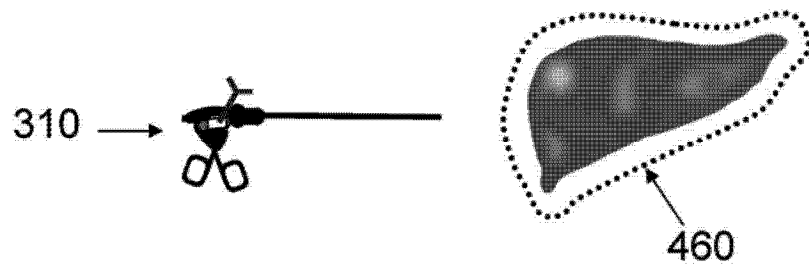


图 4a

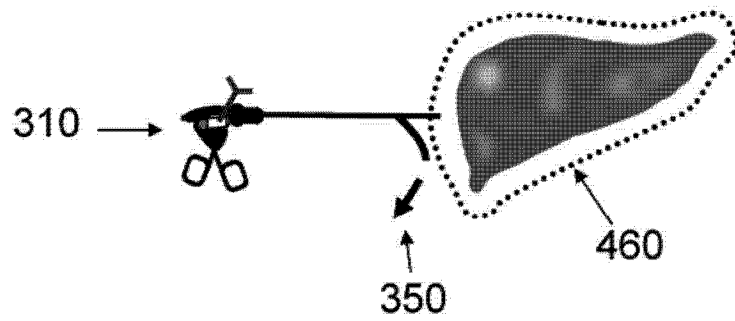


图 4b

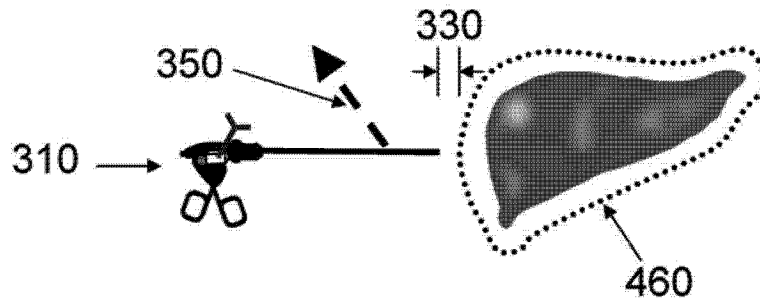


图 4c

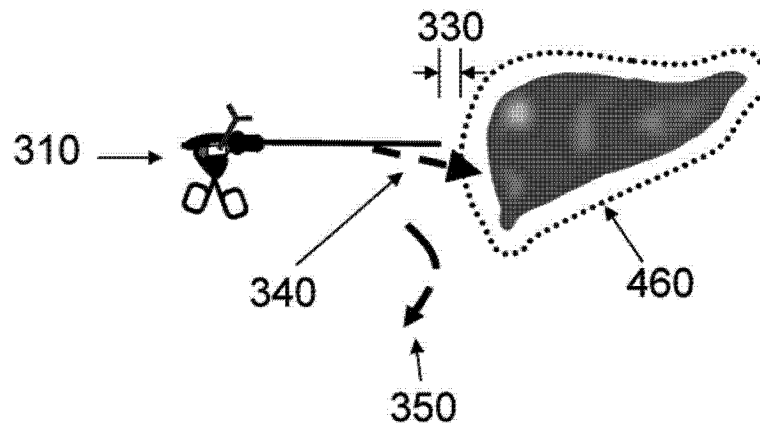


图 4d

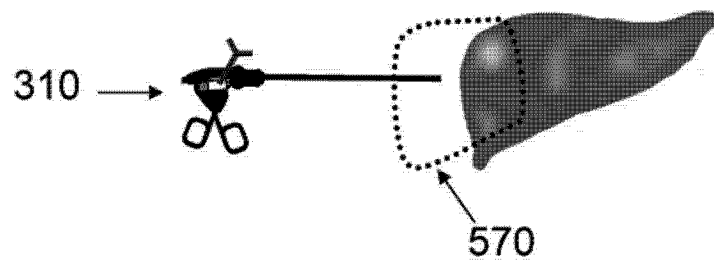


图 5a

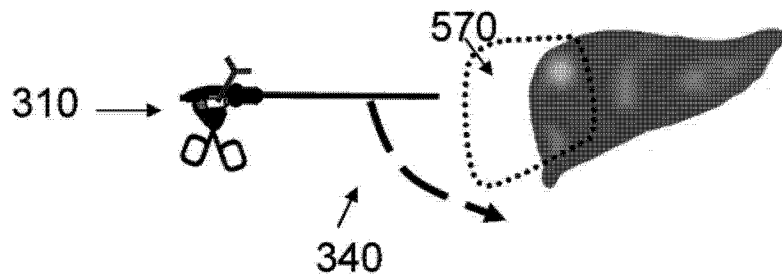


图 5b

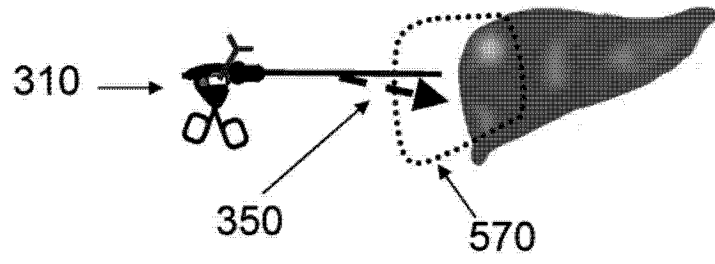


图 5c

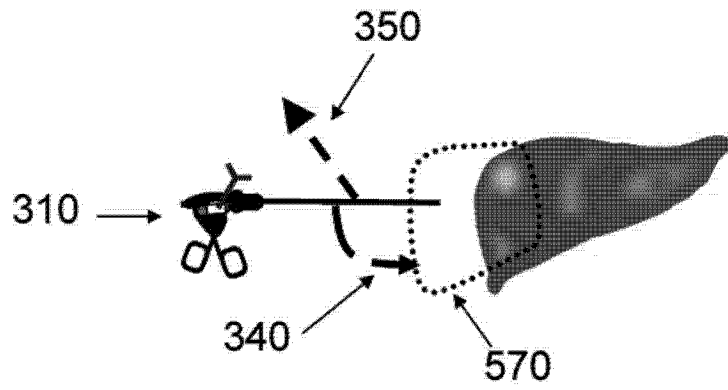


图 5d

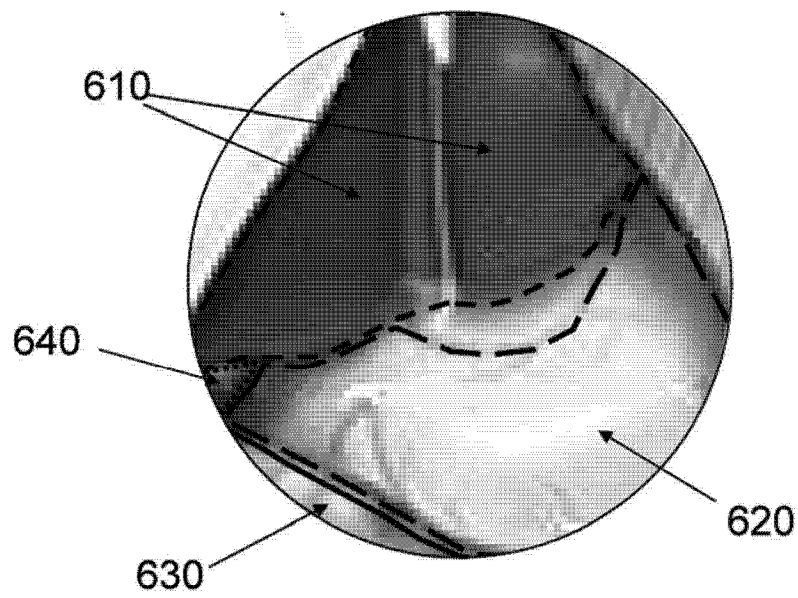


图 6

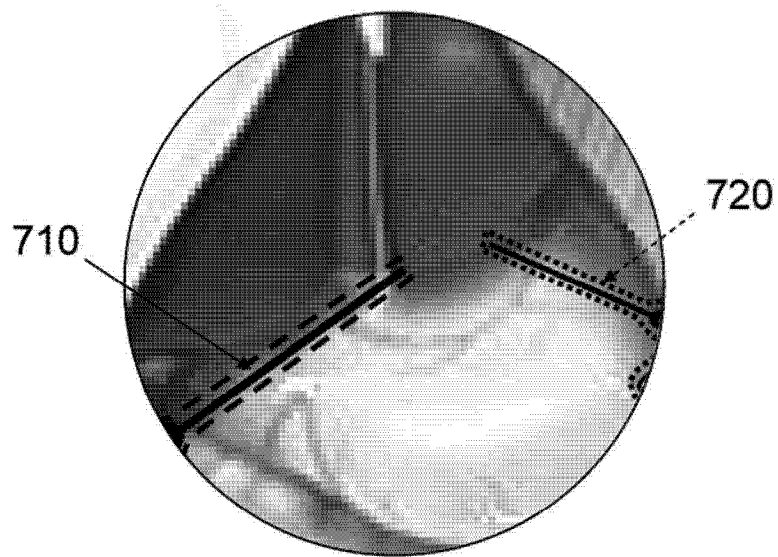


图 7

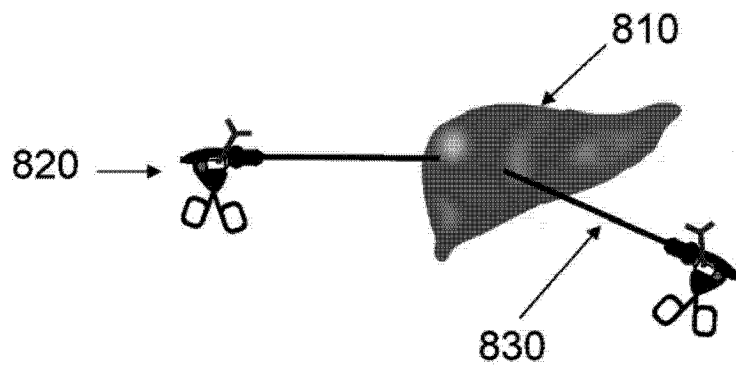


图 8a

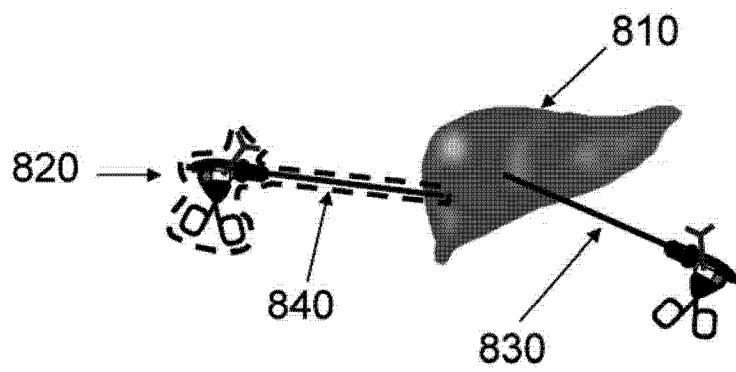


图 8b

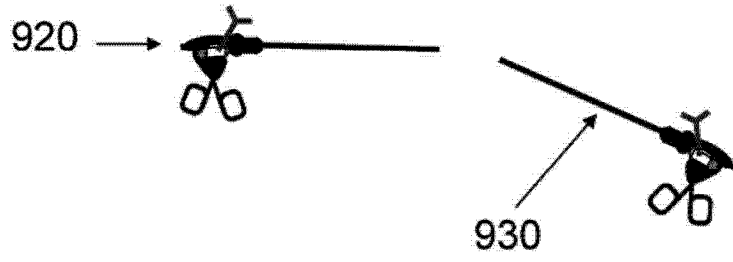


图 9a

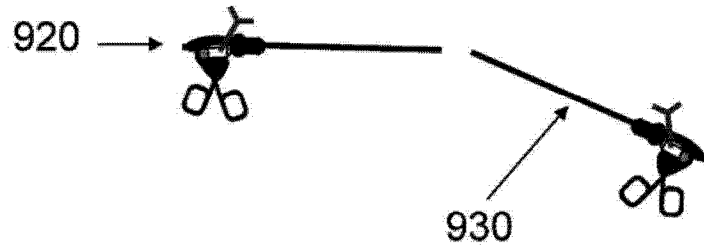


图 9b

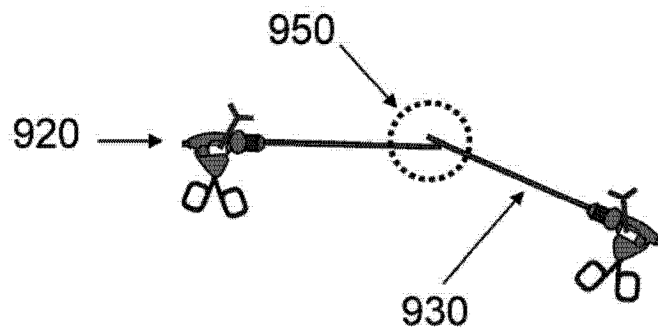


图 9c

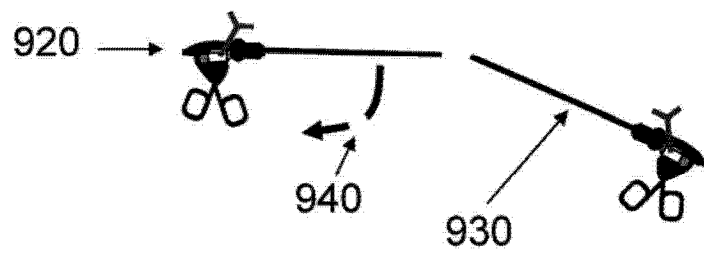


图 9d

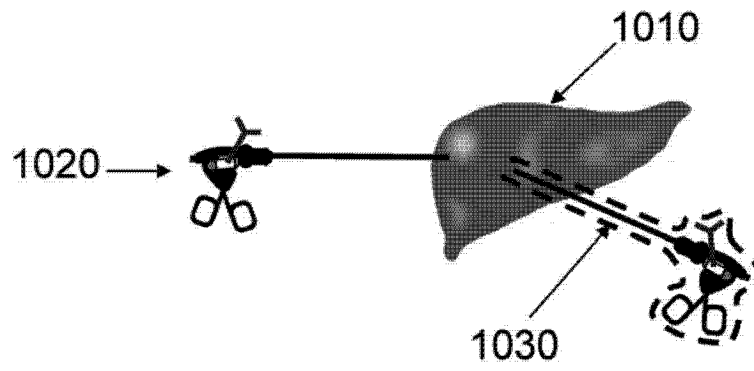


图 10

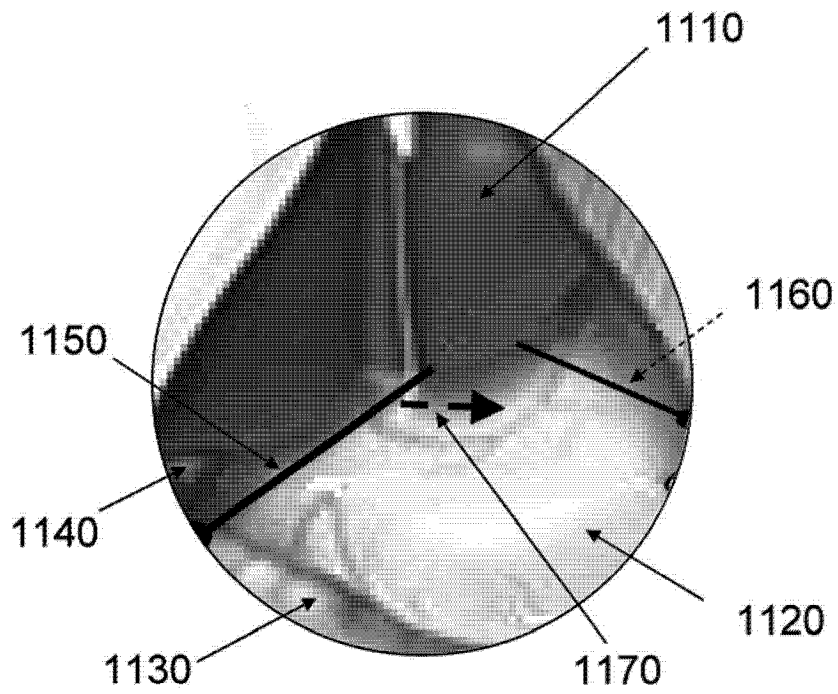


图 11a

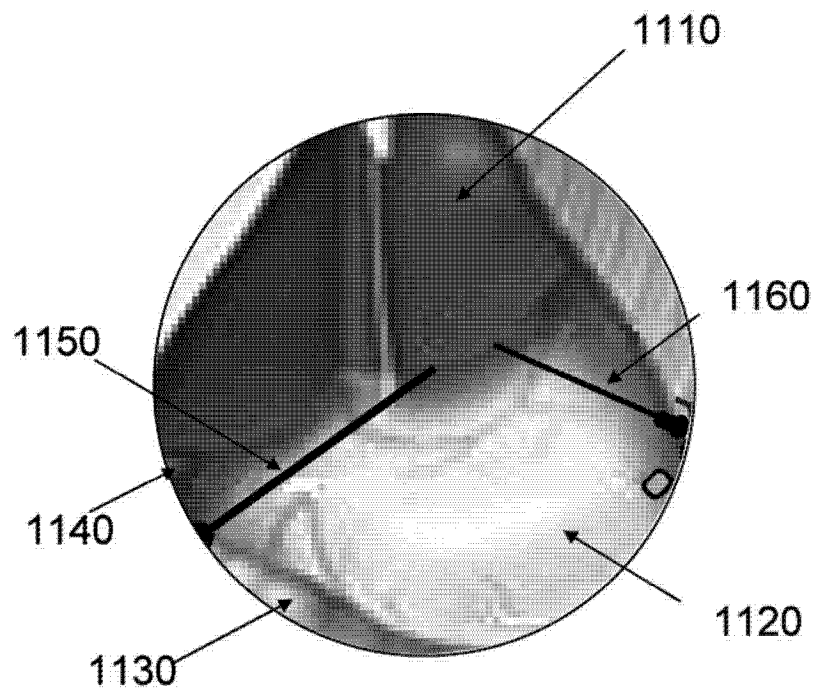


图 11b

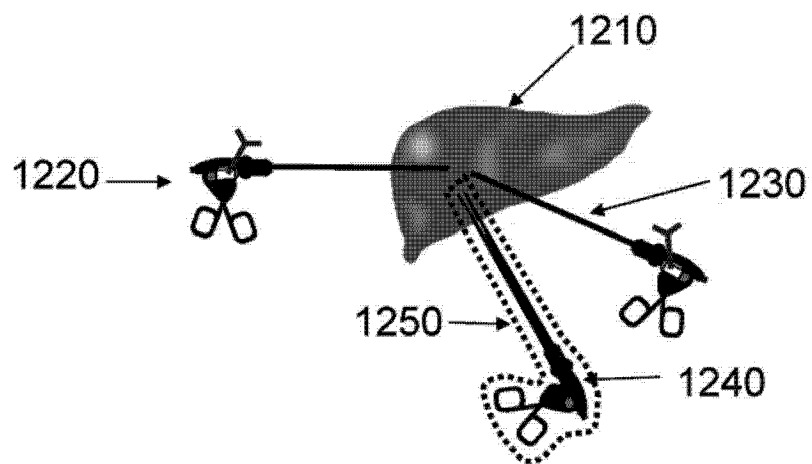


图 12

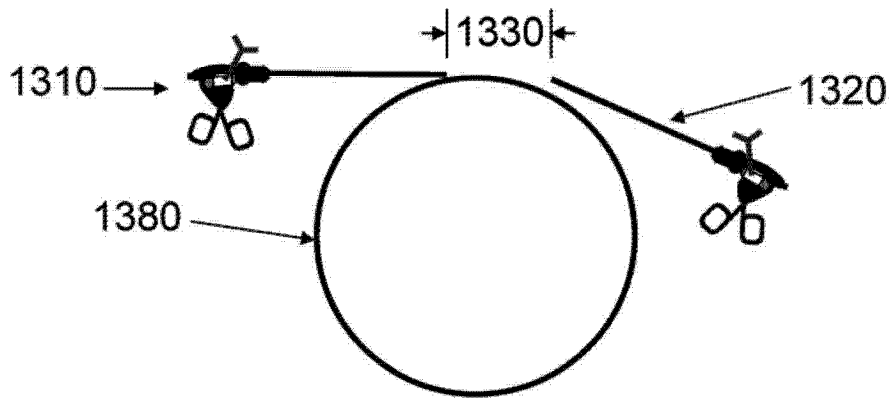


图 13a

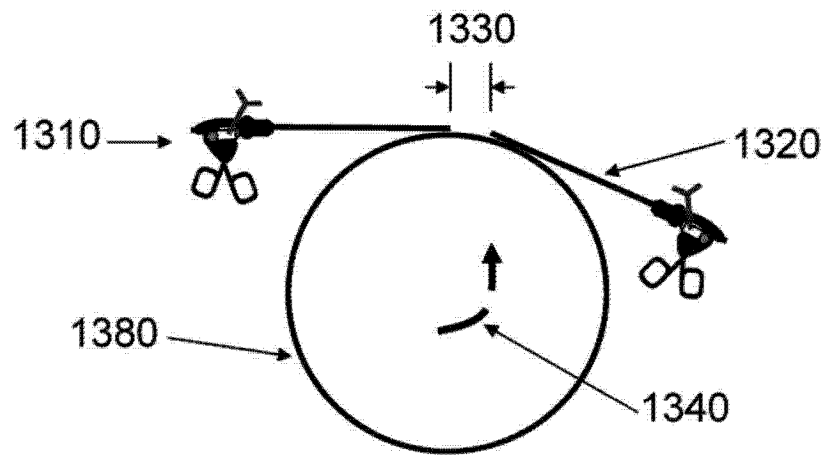


图 13b

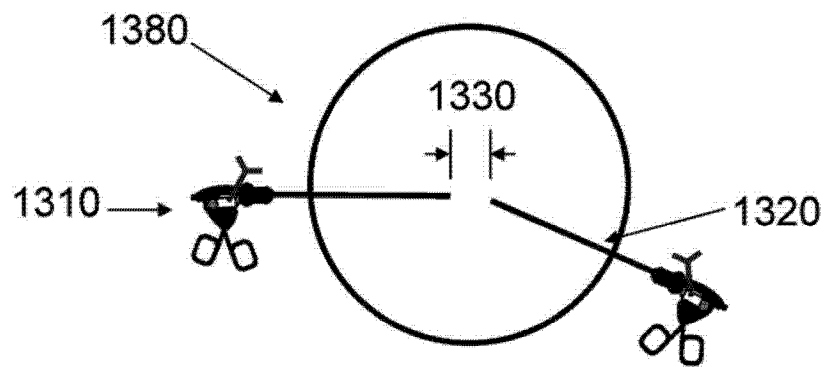


图 13c

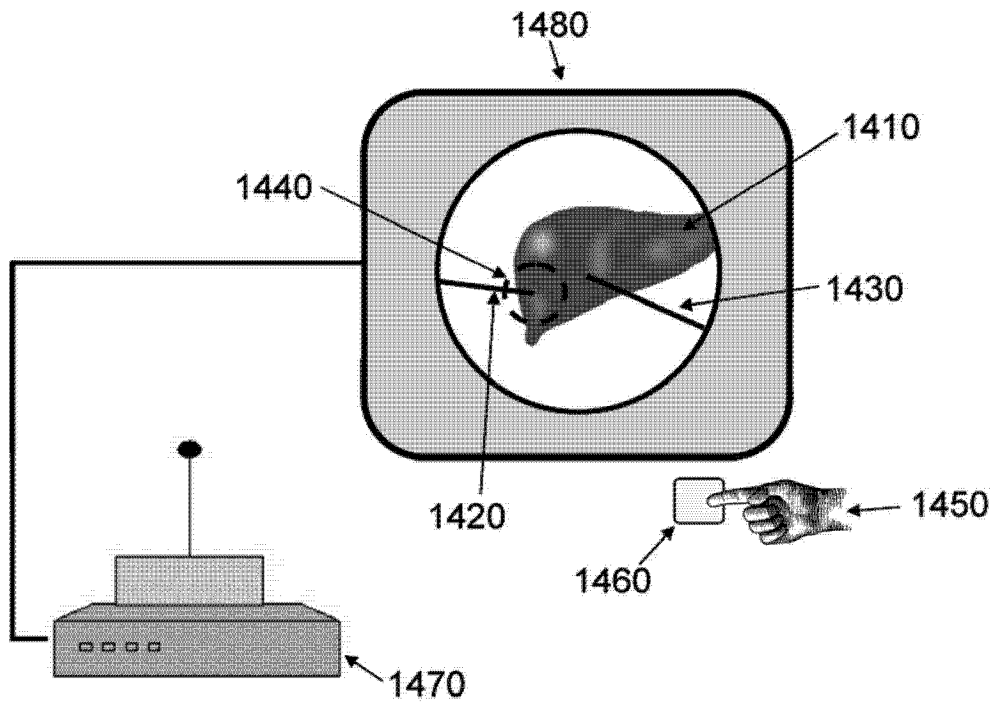


图 14a

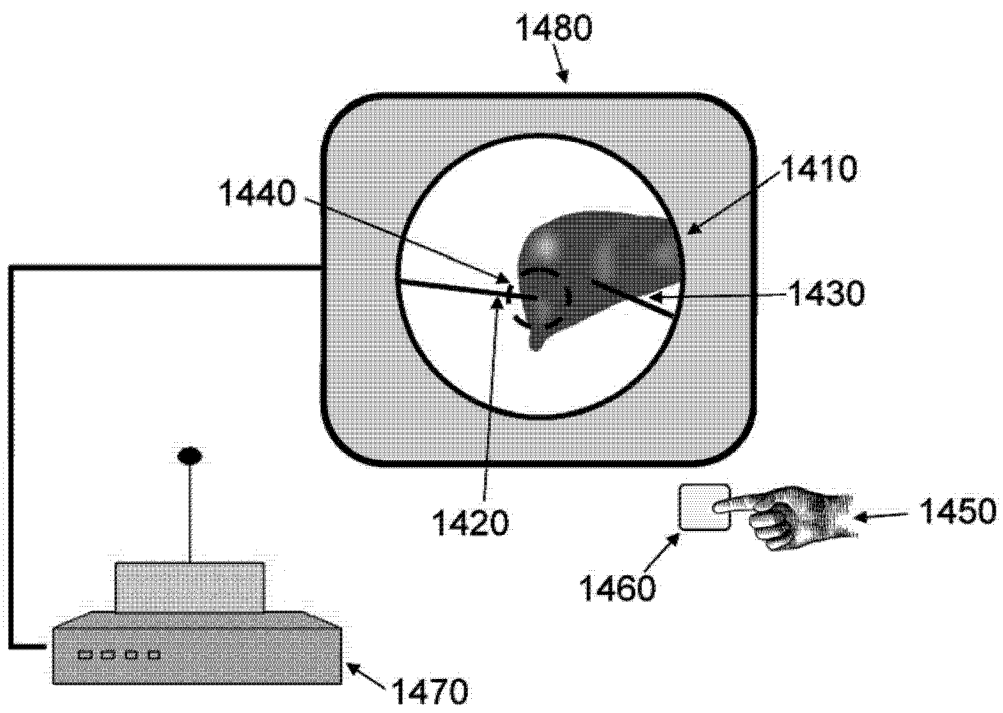


图 14b

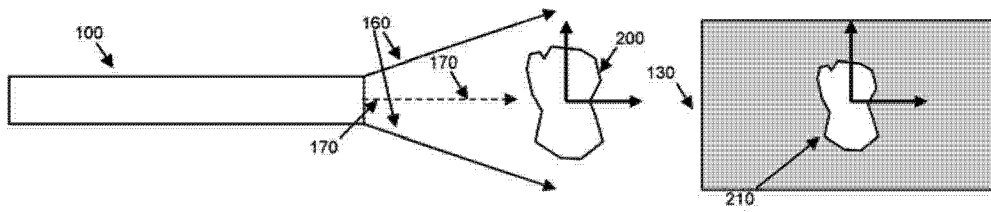


图 15A

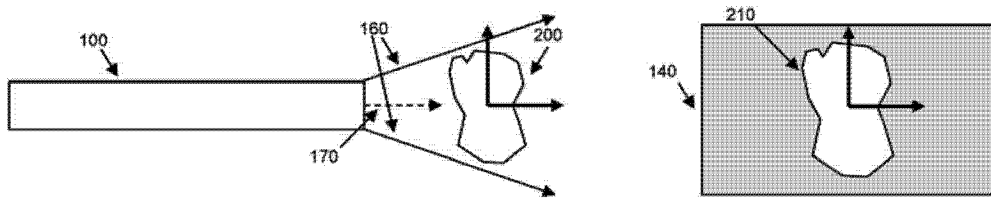


图 15B

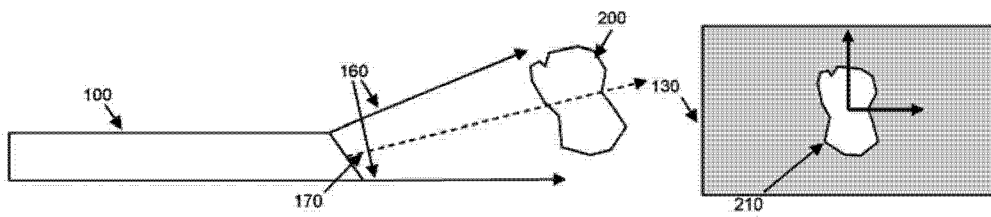


图 15C

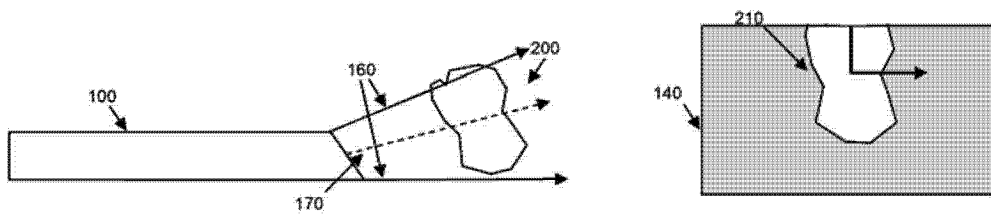


图 15D

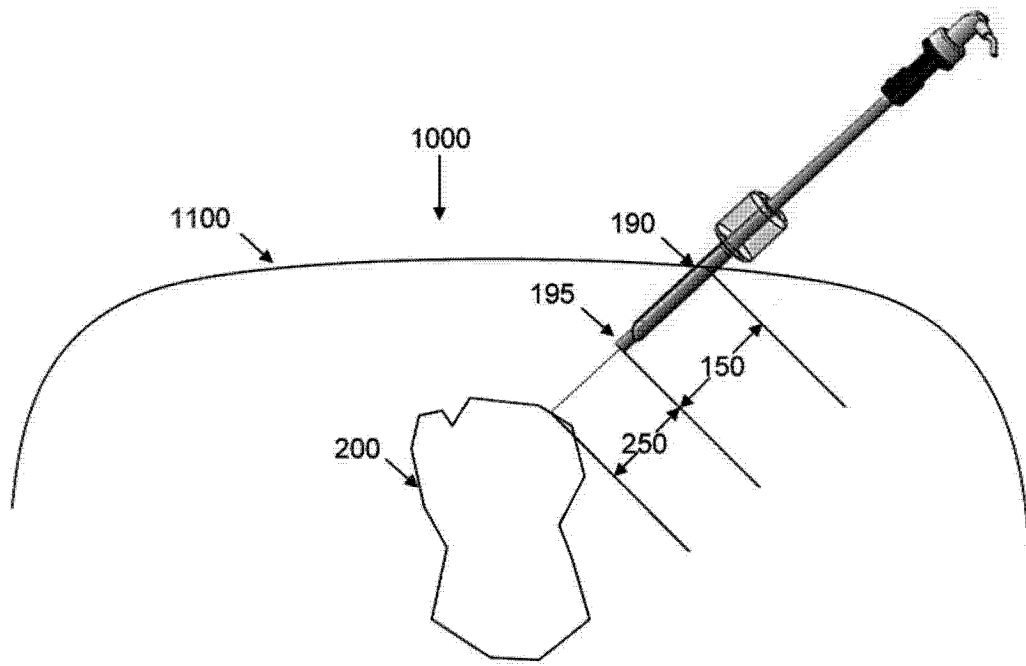


图 16

专利名称(译)	外科手术控制系统		
公开(公告)号	CN203970548U	公开(公告)日	2014-12-03
申请号	CN201420016217.7	申请日	2014-01-10
[标]申请(专利权)人(译)	M.S.T.医学外科技术有限公司		
申请(专利权)人(译)	M.S.T.医学外科技术有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	M.S.T.医学外科技术有限公司		
[标]发明人	莫蒂弗里梅 莫尔德艾·肖尔维 耶胡达普费弗		
发明人	莫蒂·弗里梅 莫尔德艾·肖尔维 耶胡达·普费弗		
IPC分类号	A61B19/00		
CPC分类号	A61B1/00006 A61B19/2203 A61B1/3132 A61B2019/5248 A61B19/5244 A61B5/064 A61B1/0016 A61B1/00009 A61B2019/5291 A61B34/20 A61B34/30 A61B90/03 A61B2034/2048 A61B2090/365		
代理人(译)	朱胜 江河清		
优先权	61/750856 2013-01-10 US		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

一种外科手术控制系统，包括至少一个外科手术工具，适于被插入至人体的外科手术环境中以辅助外科手术过程；至少一个位置估计装置，适于在任意给定的时间 t 实时地定位至少一个外科手术工具的三维空间位置；至少一个移动检测装置，能够与移动数据库及位置估计装置通信；移动数据库适于存储时间 t_f 和时间 t_0 时外科手术工具的三维空间位置，其中， $t_f > t_0$ ；在外科手术工具在时间 t_f 时与在时间 t_0 时的三维空间位置不同的情况下，移动检测装置适于检测其移动；以及控制器，具有与控制器数据库可通信的处理装置，控制器适于控制至少一个外科手术工具的空间位置；控制器数据库与移动检测装置通信。

