

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 200480013028.3

[51] Int. Cl.

G06T 17/00 (2006.01)

G06T 15/00 (2006.01)

A61B 1/00 (2006.01)

[43] 公开日 2006 年 6 月 14 日

[11] 公开号 CN 1788284A

[22] 申请日 2004.5.14

[21] 申请号 200480013028.3

[30] 优先权

[32] 2003.5.14 [33] US [31] 60/470,579

[32] 2004.5.11 [33] US [31] 10/842,972

[86] 国际申请 PCT/US2004/015105 2004.5.14

[87] 国际公布 WO2004/104939 英 2004.12.2

[85] 进入国家阶段日期 2005.11.14

[71] 申请人 西门子共同研究公司

地址 美国新泽西州

共同申请人 英利亚公司

[72] 发明人 B·盖格 J·-D·布瓦索纳特

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

代理人 吴立明 张志醒

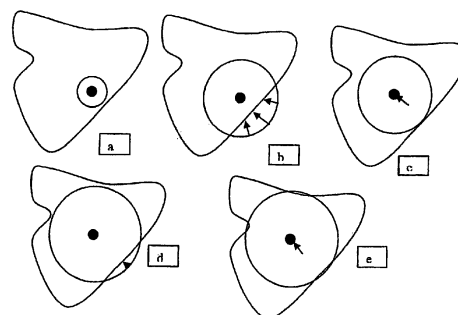
权利要求书 12 页 说明书 12 页 附图 2 页

[54] 发明名称

对虚拟内窥镜检查进行快速自动中心线提取的方法和装置

[57] 摘要

一种对具有界面的器官的虚拟内窥镜检查图像进行自动中心线提取的方法包括：以通过所述图像的初始路径的所选择的点为呈现出没有接触所述界面的各自最大直径的各个球体的中心，所述初始路径是从内窥镜检查数据集中获得的；和形成连续连接所述球体的中心的居中路径。



1. 一种对具有界面的器官的内窥镜检查数据集进行自动中心线提取的方法，其包括：

5 以通过所述图像的初始路径的所选择的点为呈现出没有接触所述界面的各自最大直径的各个球体的中心，所述初始路径是从内窥镜检查数据集中获得的；和

形成连续连接所述球体的中心的居中路径。

2. 如权利要求 1 所述的方法，其中：

10 形成居中路径的所述步骤包括平滑所述居中路径以形成修改过的居中路径。

3. 如权利要求 2 所述的方法，其中形成居中路径的所述步骤包括：

以所述修改过的居中路径的所选择的点为各个球体的中心，所述各个球体呈现出没有接触所述界面的各自最大直径；和

15 形成进一步修改的连续连接所述球体的中心的居中路径。

4. 如权利要求 2 所述的方法，其中形成居中路径的所述步骤包括重复执行权利要求 1 和 2 的步骤，以获得已经被修改至期望程度的最终的居中路径。

20 5. 如权利要求 1 所述的方法，其中对所述各个球体进行居中的所述步骤包括：

(a) 利用通过各个多面体仿造的球体；

(b) 对所仿造的第一球体进行居中，所仿造的第一球体与所述界面内的可用空间相比相对较小；

25 (c) 检查所述所仿造的第一球体的顶点和所述界面之间的碰撞；

(d) 在所述边界的一个点处检测到碰撞的情况下，获得从所述界面的所述点移开所述所仿造的球体以结束所述碰撞的计算出的力；

30 (e) 在 (A) 没有碰撞和 (B) 碰撞中的至少一个已经结束的情况下，所述所仿造的第一球体被放大直到检测到碰撞，于是重复步骤 (d) 直到在没有检测到碰撞的情况下不可能进一步放大所述所仿造的第一球体的移动，于是：

(f) 对于所述球体中的每个剩余球体重复步骤(b)到(e), 并通过连续连接所述球体的中心形成居中路径。

6. 如权利要求5所述的方法, 其中: 步骤(d)包括促使所述所仿造的球体在垂直于所述初始路径的平面上移动的所述力。

5 7. 如权利要求6所述的方法, 其中获得计算出的力的所述步骤包括通过利用空间和时间一致性获得交互式速度。

8. 如权利要求1所述的方法, 其中对所述各个球体进行居中的所述步骤包括:

(A) 利用通过各个多面体表示的所仿造的球体;

10 (B) 对所仿造的第一球体进行居中;

(C) 检查所述所仿造的第一球体的顶点和所述界面之间的碰撞;

(D) 在所述边界的一个点处检测到碰撞的情况下, 获得从所述界面的所述点移开所述所仿造的球体以结束所述碰撞的计算出的力;

(E) 在(A)没有碰撞和(B)碰撞中的至少一个已经结束的情况下, 所述所仿造的第一球体被放大直到检测到碰撞, 于是重复步骤(D)直到在没有检测到碰撞的情况下不可能进一步放大和不可能进一步移动所述所仿造的第一球体, 然后进行到步骤(F); 和

20 (F) 对于所述所仿造的球体中的每个剩余球体重复步骤(B)到(E), 并通过连续连接所述所仿造的球体的中心形成居中路径。

9. 如权利要求8所述的方法, 其中: 步骤(D)包括促使所述所仿造的球体在垂直于所述初始路径的平面上移动的所述力。

25 10. 如权利要求8所述的方法, 其中获得计算出的力的所述步骤包括通过利用空间和时间一致性获得交互式速度。

11. 一种对具有界面的器官的虚拟内窥镜检查图像进行自动中心线提取的方法, 其包括:

在内窥镜检查数据集的初始体素和最后的体素之间获得通过所述图像的初始路径;

30 以所述初始路径的所选择的点为各个球体的中心, 所述各个球体呈现出没有接触所述界面的各自最大直径; 和

形成连续连接所述球体的中心的居中路径。

12. 如权利要求 11 所述的方法，其中：

形成居中路径的所述步骤包括平滑所述居中路径以形成修改过的居中路径。

5 13. 如权利要求 12 所述的方法，其中形成居中路径的所述步骤包括：

以所述修改过的居中路径的所选择的点为各个球体的中心，所述各个球体呈现出没有接触所述界面的各自最大直径；和

形成进一步修改过的连续连接所述球体的中心的居中路径。

10 14. 如权利要求 12 所述的方法，其中：形成居中路径的所述步骤包括重复执行权利要求 12 和 13 所述的步骤，以获得已经被修改至期望程度的最终的居中路径。

15. 一种对具有界面的器官的虚拟内窥镜检查图像进行自动中心线提取的方法，其包括：

通过使用结肠镜检查协议获得结肠镜检查体素数据集；

15 在内窥镜检查数据集的初始体素和最后的体素之间获得通过所述图像的初始路径；

以所述初始路径的所选择的点为各个球体的中心，所述各个球体呈现出没有接触所述界面的各自最大直径；和

形成连续连接所述球体的中心的居中路径。

20 16. 如权利要求 15 所述的方法，其中：

形成居中路径的所述步骤包括平滑所述居中路径以形成修改过的居中路径。

17. 如权利要求 15 所述的方法，其中形成居中路径的所述步骤包括：

25 以所述修改过的居中路径的所选择的点为各个球体的中心，所述各个球体呈现出没有接触所述界面的各自最大直径；和

形成进一步修改过的连续连接所述球体的中心的居中路径。

30 18. 如权利要求 16 所述的方法，其中形成居中路径的所述步骤包括重复执行权利要求 C1 和 C2 所述的步骤，以获得已经被修改至期望程度的最终的居中路径。

19. 如权利要求 15 所述的方法，其中：对所述各个球体进行居中的所述步骤包括：

(a) 利用通过各个多面体仿造的球体;

(b) 对所仿造的第一球体进行居中, 所仿造的第一球体与所述界面内的可用空间相比相对较小;

5 (c) 检查所述所仿造的第一球体的顶点和所述界面之间的碰撞;

(d) 在所述边界的一个点处检测到碰撞的情况下, 获得从所述界面的所述点移开所述所仿造的球体以结束所述碰撞的计算出的力;

10 (e) 在(A)没有碰撞和(B)碰撞中的至少一个已经结束的情况下, 所述所仿造的第一球体被放大直到检测到碰撞, 于是重复步骤(d)和(e)直到在没有检测到碰撞的情况下不可能进一步放大所述所仿造的第一球体的移动, 于是:

(f) 对于所述球体中的每个剩余球体重复步骤(b)到(e), 并通过连续连接所述球体的中心形成居中路径。

15 20. 如权利要求 19 所述的方法, 其中: 步骤(d)包括促使所述所仿造的球体在垂直于所述初始路径的平面上移动的所述力。

21. 如权利要求 20 所述的方法, 其中获得计算出的力的所述步骤包括通过利用空间和时间一致性获得交互式速度。

20 22. 如权利要求 15 所述的方法, 其中对所述各个球体进行居中的所述步骤包括:

(A) 利用通过各个多面体表示的所仿造的球体;

(B) 对所仿造的第一球体进行居中;

(C) 检查所述所仿造的第一球体的顶点和所述界面之间的碰撞;

25 (D) 在所述边界的一个点处检测到碰撞的情况下, 获得从所述界面的所述点移开所述所仿造的球体以结束所述碰撞的计算出的力;

(E) 在(A)没有碰撞和(B)碰撞中的至少一个已经结束的情况下, 所述所仿造的第一球体被放大直到检测到碰撞, 于是重复步骤

30 (D)直到在没有检测到碰撞的情况下不可能进一步放大和不可能进一步移动所述所仿造的第一球体, 然后进行到步骤(G); 和

(F) 对于所述所仿造的球体中的每个剩余球体重复步骤(B)到

(E)，并通过连续连接所述所仿造的球体的中心形成居中路径。

23. 如权利要求 22 所述的方法，其中：步骤 (D) 包括促使所述所仿造的球体在垂直于所述初始路径的平面上移动的所述力。

24. 如权利要求 23 所述的方法，其中获得计算出的力的所述步骤包括通过利用空间和时间一致性获得交互式速度。

25. 一种对具有界面的器官的虚拟内窥镜检查图像进行自动中心线提取的方法，其包括：

通过使用内窥镜检查协议获得内窥镜检查体素数据集；

在所述数据集的初始体素和最后的体素之间获得通过所述图像的初始路径，所述初始路径呈现出顶点；

以所述顶点的连续顶点为各个球体的中心，所述各个球体呈现出没有接触所述壁的各自最大直径；和

形成连续连接所述球体的中心的居中路径。

26. 如权利要求 25 所述的方法，其中：

所述形成居中路径的步骤包括平滑所述居中路径以形成修改过的居中路径。

27. 如权利要求 26 所述的方法，其中形成居中路径的所述步骤包括：

以所述修改过的居中路径的所选择的点为各个球体的中心，所述各个球体呈现出没有接触所述界面的各自最大直径；和

形成进一步修改过的连续连接所述球体的中心的居中路径。

28. 如权利要求 26 所述的方法，其中：形成居中路径的所述步骤包括重复执行权利要求 C1 和 C2 所述的步骤，以获得已经被修改至期望程度的最终的居中路径。

29. 一种对具有边界壁的器官的虚拟内窥镜检查图像进行自动中心线提取的方法，其包括：

通过使用内窥镜检查协议获得内窥镜检查体素数据集；

以所述数据集中的初始体素开始，用一系列连续增加的标号号码的第一标号号码来标记邻近所述初始体素的体素；

用所述系列的第二标号号码来标记邻近具有所述第一标号号码的所述体素的各个体素的体素；

通过用逐步增高的标号号码来标记邻近在所述前述步骤中编号

的体素的那些体素而重复前述步骤，直到到达使体素具有最高标号号码的终点；

起始于具有所述最高标号号码的第一体素，搜索具有比所述第一体素小的标号号码的相邻的第二体素，并存储其位置；

- 5 起始于所述第二体素，搜索具有比所述第二体素小的标号号码的相邻的第三体素并存储其位置；

重复前述步骤直到到达所述初始体素，由此在所述初始体素和所述第一体素之间建立通过所述图像的初始路径；

- 10 平滑所述初始路径，以便得到中间路径，所述中间路径呈现多个顶点；

以第一顶点为球体的中心，该球体呈现出没有接触所述壁的最大直径；

以另外的顶点为所述多个各个球体的中心，所述多个各个球体呈现出没有接触所述边界壁的最大直径；以及

- 15 形成连续连接所述球体的中心的居中路径。

30. 如权利要求 29 所述的方法，其中形成连续连接所述球体的中心的居中路径的所述步骤包括：

平滑所述居中路径；

- 20 以所述居中路径的所选择的第一点为球体的中心，所述球体呈现出没有接触所述壁的最大直径；

以所述居中路径的进一步选择的点为各个球体的中心，所述各个球体呈现出没有接触所述边界壁的各自最大直径；和

形成修改过的连续连接所述球体的中心的居中路径。

- 25 31. 如权利要求 30 所述的方法，其中：所述第一点和所述另外的点包括所述居中路径的顶点。

32. 如权利要求 29 所述的方法，其中形成连续连接所述球体的中心的居中路径的所述步骤包括：

平滑所述居中路径；

- 30 以所述居中路径的所选择的第一点为球体的中心，所述球体呈现出没有接触所述壁的最大直径；

以所述居中路径的进一步选择的点为各个球体的中心，所述各个球体呈现出没有接触所述边界壁的各自最大直径；和

形成修改过的连续连接所述球体的中心的居中路径；和
选择性地重复上面列出的步骤直到所述居中路径已又被进一步
修改至期望的平滑程度。

5 33. 如权利要求 32 所述的方法，其中所述第一点和所述另外的
点包括所述居中路径的顶点。

34. 一种对具有边界的器官的虚拟内窥镜检查图像进行自动中
心线提取的方法，其包括：

通过使用内窥镜检查协议获得内窥镜检查体素数据集；

10 以所述数据集中的初始体素开始，用渐进系列的第一标号号码来
标记所述初始体素的第一相邻体素；

用所述系列的第二标号号码来标记所述第一相邻体素的下一个
相邻体素；

重复前述步骤，直到到达使体素具有所述系列的最后的标号号码
的终点；

15 起始于具有所述最后的标号号码的第一体素，搜索具有先于所述
第一体素的标号号码的相邻的第二体素，并存储其位置；

起始于所述第二体素，搜索具有先于所述第二体素的标号号码的
相邻的第三体素并存储其位置；

20 重复前述步骤直到到达所述初始体素，由此在所述初始体素和所
述第一体素之间建立通过所述图像的初始路径；

平滑所述初始路径，以便得到中间路径；

以所述中间路径的所选择的点为各个球体的中心，所述各个球体
呈现出没有接触所述边界的各自最大直径；以及

形成连续连接所述球体的中心的居中路径。

25 35. 如权利要求 34 所述的方法，其中：

建立初始路径的所述步骤包括建立呈现顶点的初始路径；和

以所述中间路径的所选择的点为各个球体的中心的所述步骤包
括以所述顶点为所述各个球体的中心。

30 36. 如权利要求 34 所述的方法，其中形成连续连接所述球体的
中心的居中路径的所述步骤包括：

平滑所述居中路径；

以所述居中路径的所选择的第一点为球体的中心，所述球体呈现

出没有接触所述壁的最大直径；

以所述居中路径的进一步选择的点为各个球体的中心，所述各个球体呈现出没有接触所述边界壁的各自最大直径；

形成修改过的连续连接所述球体的中心的居中路径；和

- 5 选择性地重复上面列出的步骤直到所述居中路径已又被进一步修改至期望的平滑程度。

37. 如权利要求 36 所述的方法，其中：

建立初始路径的所述步骤包括建立呈现顶点的初始路径；和

- 10 以所述中间路径的所选择的点为各个球体的中心的所述步骤包括以所述顶点为所述各个球体的中心。

38. 一种对具有边界壁的器官的虚拟结肠镜检查图像进行自动中心线提取的方法，其包括：

通过使用结肠镜检查协议获得结肠镜检查体素数据集；

- 15 以所述数据集中的初始体素开始，用一系列连续增加的标号号码的第一标号号码来标记邻近所述初始体素的体素；

用所述系列的第二标号号码来标记邻近具有所述第一标号号码的所述体素的各个体素的体素；

- 20 通过用渐进增高的标号号码来标记邻近在所述前述步骤中编号的体素的那些体素而重复前述步骤，直到到达使体素具有最高标号号码的终点；

起始于具有所述最高标号号码的第一体素，搜索具有比所述第一体素小的标号号码的相邻的第二体素，并存储其位置；

起始于所述第二体素，搜索具有比所述第二体素小的标号号码的相邻的第三体素并存储其位置；

- 25 重复前述步骤直到到达所述初始体素，由此在所述初始体素和所述第一体素之间建立通过所述图像的初始路径；

平滑所述初始路径，以便得到中间路径，所述中间路径呈现出多个顶点；

- 30 以第一顶点为球体的中心，所述球体呈现出没有接触所述壁的最大直径；

以另外的顶点为所述多个各个球体的中心，所述多个各个球体呈现出没有接触所述边界壁的各自最大直径；以及

形成连续连接所述球体的中心的居中路径。

39. 如权利要求 38 所述的方法，其中形成连续连接所述球体的中心的居中路径的所述步骤包括：

平滑所述居中路径；

5 以所述居中路径的所选择的第一点为球体的中心，所述球体呈现出没有接触所述壁的最大直径；

以所述居中路径的进一步选择的点为各个球体的中心，所述各个球体呈现出没有接触所述边界壁的各自最大直径；以及

形成修改过的连续连接所述球体的中心的居中路径。

10 40. 如权利要求 39 所述的方法，其中：所述第一点和所述另外的点包括所述居中路径的顶点。

41. 如权利要求 38 所述的方法，其中形成连续连接所述球体的中心的居中路径的所述步骤包括：

平滑所述居中路径；

15 以所述居中路径的所选择的第一点为球体的中心，所述球体呈现出没有接触所述壁的最大直径；

以所述居中路径的进一步选择的点为各个球体的中心，所述各个球体呈现出没有接触所述边界壁的各自最大直径；

形成修改过的连续连接所述球体的中心的居中路径；和

20 选择性地重复上面列出的步骤直到所述居中路径已又被进一步修改至期望的平滑程度。

42. 如权利要求 41 所述的方法，其中所述第一点和所述另外的点包括所述居中路径的顶点。

25 43. 一种对具有界面的结肠的虚拟结肠镜检查图像进行自动中心线提取的方法，其包括：

通过使用结肠镜检查协议获得结肠镜检查体素数据集；

在所述数据集的初始体素和最后的体素之间获得通过所述图像的初始路径；

30 以所述初始路径的所选择的点为各个球体的中心，所述各个球体呈现出没有接触所述界面的各自最大直径；和

形成连续连接所述球体的中心的居中路径。

44. 如权利要求 38 所述的方法，其中：

所述形成居中路径的步骤包括平滑所述居中路径以形成修改过的居中路径。

45. 如权利要求 39 所述的方法，其中形成居中路径的所述步骤包括：

5 以所述修改过的居中路径的所选择的点为各个球体的中心，所述各个球体呈现出没有接触所述界面的各自最大直径；和

形成进一步修改过的连续连接所述球体的中心的居中路径。

46. 如权利要求 44 所述的方法，其中形成居中路径的所述步骤包括重复执行权利要求 C1 和 C2 所述的步骤，以获得已经被修改至期望程度的最终的居中路径。

10 47. 一种对具有界面的结肠的虚拟结肠镜检查图像进行自动中心线提取的设备，其包括：

用于通过使用结肠镜检查协议获得结肠镜检查体素数据集的装置；

15 用于在来自于结肠镜检查数据集的初始体素和最后的体素之间获得通过所述图像的初始路径的装置；

用于以所述初始路径的所选择的点为各个球体的中心的装置，所述各个球体呈现出没有接触所述界面的各自最大直径；和

用于形成连续连接所述球体的中心的居中路径的装置。

20 48. 一种对具有界面的器官的虚拟内窥镜镜检查图像进行自动中心线提取的设备，其包括：

用于以通过所述图像的初始路径的所选择的点为呈现出没有接触所述界面的各自最大直径的各个球体的中心的装置，所述初始路径是从内窥镜镜检查数据集中获得的；和

25 用于形成连续连接所述球体的中心的居中路径的装置。

49. 一种对表示具有界面的对象的数据集进行自动中心线提取的方法，其包括：

以通过所述对象的初始路径的所选择的点为呈现出没有接触所述界面的各自最大直径的各个球体的中心，所述初始路径是从所述数据集中获得的；和

30 形成连续连接所述球体的中心的居中路径。

50. 如权利要求 49 所述的方法，其中：

形成居中路径的所述步骤包括平滑所述居中路径以形成修改过的居中路径。

51. 如权利要求 50 所述的方法，其中形成居中路径的所述步骤包括：

- 5 以所述修改过的居中路径的所选择的点为各个球体的中心，所述各个球体呈现出没有接触所述界面的各自最大直径；和
 形成进一步修改过的连续连接所述球体的中心的居中路径。

52. 如权利要求 50 所述的方法，其中形成居中路径的所述步骤包括重复执行权利要求 1 和 2 所述的步骤，以获得已经被修改至期望
10 程度的最终的居中路径。

53. 如权利要求 49 所述的方法，其中对所述各个球体进行居中的所述步骤包括：

- (a) 利用通过各个多面体仿造的球体；
 (b) 对所仿造的第一球体进行居中，所述所仿造的第一球体与
15 所述界面内的可用空间相比相对较小；
 (c) 检查所述所仿造的第一球体的顶点和所述界面之间的碰撞；
 (d) 在所述边界的一个点处检测到碰撞的情况下，获得从所述界面的所述点移开所述所仿造的球体以结束所述碰撞的计算出的
20 力；

 (e) 在 (A) 没有碰撞和 (B) 碰撞中的至少一个已经结束的情况下，所述所仿造的第一球体被放大直到检测到碰撞，于是重复步骤 (d) 直到在没有检测到碰撞的情况下不可能进一步放大所述所仿造的第一球体的移动，于是：

- 25 (f) 对于所述球体中的每个剩余球体重复步骤 (b) 到 (e)，并通过连续连接所述球体的中心形成居中路径。

54. 如权利要求 53 所述的方法，其中步骤 (d) 包括促使所述所仿造的球体在垂直于所述初始路径的平面上移动的所述力。

55. 如权利要求 54 所述的方法，其中获得计算出的力的所述步
30 骤包括通过利用空间和时间一致性获得交互式速度。

56. 如权利要求 49 所述的方法，其中对所述各个球体进行居中的所述步骤包括：

- (A) 利用通过各个多面体表示的所仿造的球体;
- (B) 对所仿造的第一球体进行居中;
- (C) 检查所述所仿造的第一球体的顶点和所述界面之间的碰撞;
- 5 (D) 在所述边界的一个点处检测到碰撞的情况下, 获得从所述界面的所述点移开所述所仿造的球体以结束所述碰撞的计算出的力;
- (E) 在(A)没有碰撞和(B)碰撞中的至少一个已经结束的情况下, 所述所仿造的第一球体被放大直到检测到碰撞, 于是重复步骤
- 10 (D) 直到在没有检测到碰撞的情况下不可能进一步放大和不可能进一步移动所述所仿造的第一球体, 然后进行到步骤(F); 和
- (F) 对于所述所仿造的球体中的每个剩余球体重复步骤(B)到(E), 并通过连续连接所述所仿造的球体的中心形成居中路径。
57. 如权利要求 56 所述的方法, 其中步骤(D)包括促使所述所
- 15 仿造的球体在垂直于所述初始路径的平面上移动的所述力。
58. 如权利要求56所述的方法, 其中获得计算出的力的所述步骤包括通过利用空间和时间一致性获得交互式速度。

对虚拟内窥镜检查进行快速自动 中心线提取的方法和设备

5 相关申请的交叉引用 优先权

以此特别参考由本申请的发明者 Bernhard Geiger 等人于 2003 年 5 月 14 日提交的题目为“FAST AUTOMATIC CENTERLINE EXTRACTION (快速自动中心线提取)”的美国临时申请 No. 60/470579 (代理人
10 案卷 No. 2003P06954US), 本申请要求该文献的优先权, 并且其公开内容在此通过参考而被并入本文。

还参考由本申请的一个发明者 Bernhard Geiger 于 2004 年 1 月 8 日提交的题目为“METHOD AND APPARATUS FOR AUTOMATIC LOCAL PATH
15 PLANNING FOR VIRTUAL COLONOSCOPY (用于虚拟结肠镜检查的自动局部路径设计的方法和设备)”的共同未决的美国专利申请 No. 10/753, 703, 其公开内容在此通过参考而被并入本文使得其并不与本发明矛盾。

本申请通常涉及计算机视觉和成像系统、虚拟内窥镜检查, 以及更特别地涉及用于快速、自动中心线提取的系统和方法, 该系统和方法
20 诸如可用于包括虚拟结肠镜检查的虚拟内窥镜检查。

背景技术

虚拟结肠镜检查 (VC) 指的是根据标准的计算机模拟进行诊断的方法, 所述标准的计算机模拟是使用患者特定的三维 (3D) 解剖学数据集进行的最小侵入的内窥镜检查程序。当前内窥镜检查程序的例子
25 包括支气管镜检查、窦镜检查 (sinusoscopy)、上消化道内镜检查、结肠镜检查、膀胱镜检查、心脏镜检查和尿道镜检查。非侵入获得的患者特定解剖结构的 VC 可视化避免了与真实内窥镜检查相关的诸如穿孔、感染、出血等等的风险, 并且在执行实际的内窥镜检查之前给内诊镜专家 (endoscopist) 提供重要的信息。这种信息和了解能够
30 最小化程序困难、降低患者发病率、增强训练并对治疗结果寄以较好的理解。

在虚拟内窥镜检查中, 从二维 (2D) 计算机断层扫描 (CT) 或磁

共振 (MR) 数据例如通过体绘制 (volume rendering) 来产生 3D 图像。目前的 CT 和 MRI 扫描仪典型地产生一组剖面图像, 这组剖面图像联合产生一组体数据。这些 3D 图像被创建用于模拟来自于实际内窥镜检查 (诸如光纤内窥镜检查) 的图像。

- 5 在虚拟内窥镜检查中, 并且尤其是在虚拟结肠镜检查中, 期望将中心线确定为检查程序的引导。现有的用于计算这种中心线的技术典型地利用下列概念: 形态学算符 (morphological operator)、距离变换、最小成本路径、Dijkstra 的算法等。对这种现有技术的参考可在例如下列文献中找到: Zhou 等人的 “Three-Dimensional
- 10 Skeleton and Centerline Generation Based on an Approximate Minimum Distance Field (基于近似最小距离域进行的三维骨骼和中心线产生)” (The Visual Computer, 14: 303-314 (1998)); Truyen、T. Deschamps、L. D. Cohen. 的 “Clinical evaluation of an automatic path tracker for virtual colonoscopy (用于虚拟内窥镜检查的自动路径跟踪仪的临床评估)” (Medical Image Computing and
- 15 Computer-Assisted Intervention (MICCAI), Utrecht, Netherlands, 2001 年 10 月); Chen 等人在 2000 年 2 月 12-18 日召开的 SPIE 会议上发表的 “A Fast Algorithm to Generate Centerline for Virtual Colonoscopy (产生用于虚拟结肠镜检查的
- 20 中心线的快速算法)” ; Richard Robb 于 1996 年 10 月 7-8 日在 www.mayo.edu 上发表的 “Virtual (Computed) Endoscopy : Development and Evaluation Using the Visible Human Datasets (虚拟 (所计算的) 内窥镜检查: 使用可视人类数据集进行的开发和
- 25 评估)” ; 和于 2003 年 2 月 4 日授予 Kaufman 等人的标题为 “System and method for performing a three-dimensional examination with collapse correction (执行具有毁损修复的三维检查的系统和方法)” 的美国专利 6, 514, 082。

发明内容

- 30 在此已经认识到用于中心线计算的现有技术相对较慢, 该现有技术诸如利用形态学算符、距离变换、最小成本路径、Dijkstra 的算法等概念的前述技术。

根据本发明的一个方面, 用于中心线计算的方法呈现出对于结肠

数据尤其有用的特征。

根据本发明的原理，在此已经认识到能将 3D 环境中的中心线解释为由边界条件约束的具有最大直径的球体的位置。

5 根据本发明的一个方面，一种对具有界面的器官的虚拟内窥镜检查图像进行自动中心线提取的方法包括：以通过所述图像的初始路径的所选择的点为呈现出没有接触所述界面的各自最大直径的各个球体的中心，所述初始路径是从内窥镜检查数据集中获得的；和形成连续连接所述球体的中心的居中路径。

10 根据本发明的另一个方面，所述形成居中路径的步骤包括平滑所述居中路径以形成修改过的居中路径。

根据本发明的另一个方面，所述形成居中路径的步骤包括：以所述修改过的居中路径的所选择的点为各个球体的中心，所述各个球体呈现出没有接触所述界面的各自最大直径；和形成进一步修改过的连续连接所述球体的中心的居中路径。

15 根据本发明的另一个方面，所述形成居中路径的步骤包括重复执行权利要求 C1 和 C2 的步骤，以获得已经修改至期望程度的最终的居中路径。

根据本发明的另一个方面，对各个球体进行居中的步骤包括：

(a) 利用通过各个多面体仿造的球体；

20 (b) 对所仿造的第一球体进行居中，所仿造的第一球体与所述界面内的可用空间相比相对较小；

(c) 检查所仿造的第一球体的顶点和所述界面之间的碰撞；

(d) 在所述边界的一个点处检测到碰撞的情况下，获得从所述界面的所述点移开所仿造的球体以结束所述碰撞的计算出的力；

25 (e) 在 (A) 没有碰撞和 (B) 碰撞中的至少一个已经结束的情况下，所仿造的第一球体被放大，直到检测到碰撞，于是重复步骤 (d) 和 (e) 直到在没有检测到碰撞的情况下不可能进一步放大所仿造的第一球体的移动，于是：

30 (f) 对于所述球体中的每个剩余球体重复步骤 (b) 到 (e)，并通过连续连接所述球体的中心形成居中路径。

根据本发明的另一个方面，步骤 (d) 包括促使所仿造的球体在垂直于所述初始路径的平面上移动的所述力。

根据本发明的另一个方面,获得计算出的力的步骤包括通过利用空间和时间一致性获得交互式速度。

根据本发明的另一个方面,对所述各个球体进行居中的步骤包括:

- 5 (A) 利用通过各个多面体表示的所仿造的球体;
- (B) 对所仿造的第一球体进行居中;
- (C) 检查所仿造的第一球体的顶点和所述界面之间的碰撞;
- (D) 在所述边界的一个点处检测到碰撞的情况下,获得从所述界面的所述点移开所仿造的球体以结束所述碰撞的计算出的力;
- 10 (E) 在(A)没有碰撞和(B)碰撞中的至少一个已经结束的情况下,所仿造的第一球体被放大直到检测到碰撞,于是重复步骤(D)直到在没有检测到碰撞的情况下不可能进一步放大和不可能进一步移动所仿造的第一球体,然后进行到步骤(F); 和
- (F) 对于所仿造的球体中的每个剩余球体重复步骤(b)到(f),
- 15 并通过连续连接所仿造的球体的中心形成居中路径。

根据本发明的另一个方面,步骤(D)包括促使所仿造的球体在垂直于所述初始路径的平面上移动的所述力。

根据本发明的另一个方面,所述获得计算出的力的步骤包括通过利用空间和时间一致性获得交互式速度。

- 20 根据本发明的另一个方面,一种对具有界面的器官的虚拟内窥镜检查图像进行自动中心线提取的方法包括:在内窥镜检查数据集的初始和最后的体素之间获得通过所述图像的初始路径;以所述初始路径的所选择的点为各个球体的中心,所述各个球体呈现出没有接触所述界面的各自最大直径;和形成连续连接所述球体的中心的居中路径。

- 25 根据本发明的另一个方面,一种对具有界面的器官的虚拟内窥镜检查图像进行自动中心线提取的方法包括:通过使用结肠镜检查协议获得结肠镜检查体素数据集;在内窥镜检查数据集的初始和最后的体素之间获得通过所述图像的初始路径;以所述初始路径的所选择的点为各个球体的中心,所述各个球体呈现出没有接触所述界面的各自最大直径;和形成连续连接所述球体的中心的居中路径。
- 30

根据本发明的另一个方面,一种对具有界面的器官的虚拟内窥镜检查图像进行自动中心线提取的方法包括:通过使用内窥镜检查协议

获得内窥镜检查体素数据集；在所述数据集的初始和最后的体素之间获得通过所述图像的初始路径，所述初始路径呈现出顶点；以所述顶点的连续顶点为各个球体的中心，所述各个球体呈现出没有接触所述壁的各自最大直径；和形成连续连接所述球体的中心的居中路径。

- 5 根据本发明的另一个方面，一种对具有边界壁的器官的虚拟内窥镜检查图像进行自动中心线提取的方法包括：通过使用内窥镜检查协议获得内窥镜检查体素数据集；以所述数据集中的初始体素开始，用一系列连续增加的标号号码的第一标号号码来标记邻近所述初始体素的体素；用所述系列的第二标号号码来标记邻近所述具有所述第一
- 10 标号号码的体素的各个体素的体素；通过用逐步增高的标号号码来标记邻近在所述前述步骤中被编号的体素的那些体素而重复前述步骤，直到到达使体素具有最高标号号码的终点；起始于具有所述最高标号号码的第一体素，搜索具有比所述第一体素小的标号号码的相邻的第二体素，并存储其位置；起始于所述第二体素，搜索具有比所述
- 15 第二体素小的标号号码的相邻的第三体素并存储其位置；重复前述步骤直到到达所述初始体素，由此在所述初始和所述第一体素之间建立通过所述图像的初始路径；平滑所述初始路径以便得到中间路径，所述中间路径呈现多个顶点；以第一顶点为球体的中心，所述球体呈现出没有接触所述壁的最大直径；以另外的顶点为所述多个各个球体为
- 20 中心，所述多个各个球体呈现出没有接触所述边界壁的最大直径；和形成连续连接所述球体的中心的居中路径。

- 根据本发明的另一个方面，所述形成连续连接所述球体的中心的居中路径的步骤包括：平滑所述居中路径；以所述居中路径的所选择的第一点为球体的中心，所述球体呈现出没有接触所述壁的最大直径；以所述居中路径的进一步选择的点为各个球体的中心，所述各个
- 25 球体呈现出没有接触所述边界壁的各自最大直径；和形成修改过的连续连接所述球体的中心的居中路径。

根据本发明的另一个方面，所述第一点和所述另外的点包括所述居中路径的顶点。

- 30 根据本发明的另一个方面，所述形成连续连接所述球体的中心的居中路径的步骤包括：平滑所述居中路径；以所述居中路径的所选择的第一点为球体的中心，所述球体呈现出没有接触所述壁的最大直

径;以所述居中路径的进一步选择的点为各个球体的中心,所述各个球体呈现出没有接触所述边界壁的各自最大直径;形成修改过的连续连接所述球体的中心的居中路径;和选择性地重复上面列出的步骤直到所述居中路径已又被进一步修改至期望的平滑程度。

- 5 根据本发明的另一个方面,所述第一点和所述另外的点包括所述居中路径的顶点。

根据本发明的另一个方面,一种对具有边界的器官的虚拟内窥镜检查图像进行自动中心线提取的方法包括:通过使用内窥镜检查协议获得内窥镜检查体素数据集;以所述数据集中的初始体素开始,用渐进系列的第一标号号码来标记所述初始体素的第一相邻体素;用所述系列的第二标号号码来标记所述第一相邻体素的下一个相邻体素;重复前述步骤,直到到达使体素具有所述系列的最后的标号号码的终点;起始于具有所述最后的标号号码的第一体素,搜索具有先于所述第一体素的标号号码的相邻的第二体素,并存储其位置;起始于所述第二体素,搜索具有先于所述第二体素的标号号码的相邻的第三体素并存储其位置;重复前述步骤直到到达所述初始体素,由此在所述初始体素和所述第一体素之间建立通过所述图像的初始路径;平滑所述初始路径以便得到中间路径;已所述中间路径的所选择的点为各个球体的中心,所述各个球体呈现出没有接触所述边界的各自最大直径;和形成连续连接所述球体的中心的居中路径。

根据本发明的另一个方面,一种对具有边界壁的器官的虚拟结肠镜检查图像进行自动中心线提取的方法包括:通过使用结肠镜检查协议获得结肠镜检查体素数据集;以所述数据集中的初始体素开始,用一系列连续增加的标号号码的第一标号号码来标记邻近所述初始体素的体素;用所述系列的第二标号号码来标记邻近所述具有所述第一标号号码的体素的各个体素的体素;通过利用渐进增高的标号号码来标记邻近在所述前述步骤中被编号的体素的那些体素而重复前述步骤,直到到达使体素具有最高标号号码的终点;起始于具有所述最高标号号码的第一体素,搜索具有比所述第一体素小的标号号码的相邻的第二体素,并存储其位置;起始于所述第二体素,搜索具有比所述第二体素小的标号号码的相邻的第三体素并存储其位置;重复前述步骤直到到达所述初始体素,由此在所述初始体素和所述第一体素之间

建立通过所述图像的初始路径；平滑所述初始路径以便得到中间路径，所述中间路径呈现出多个顶点；以第一顶点为球体的中心，所述球体呈现出没有接触所述壁的最大直径；以另外的顶点为所述多个各个球体的中心，所述多个各个球体呈现出没有接触所述边界壁的各自最大直径；和形成连续连接所述球体的中心的居中路径。

根据本发明的另一个方面，一种对具有界面的结肠的虚拟结肠镜检查图像进行自动中心线提取的方法包括：通过使用结肠镜检查协议获得结肠镜检查体素数据集；在所述数据集的初始体素和最后的体素之间获得通过所述图像的初始路径；以所述初始路径的所选择的点为各个球体的中心，所述各个球体呈现出没有接触所述界面的各自最大直径；和形成连续连接所述球体的中心的居中路径。

根据本发明的另一个方面，对具有界面的结肠的虚拟结肠镜检查图像进行自动中心线提取的设备包括：用于通过使用结肠镜检查协议获得结肠镜检查体素数据集的设备；用于在来自于结肠镜检查数据集的初始体素和最后的体素之间获得通过所述图像的初始路径的设备；用于以所述初始路径的所选择的点为各个球体的中心的设备，所述各个球体呈现出没有接触所述界面的各自最大直径；和用于形成连续连接所述球体的中心的居中路径的设备。

根据本发明的另一个方面，一种对具有界面的器官的虚拟内窥镜检查图像进行自动中心线提取的方法包括：以通过所述图像的初始路径的所选择的点为呈现出没有接触所述界面的各自最大直径的各个球体的中心，所述初始路径是从内窥镜检查数据集中获得的；和形成连续连接所述球体的中心的居中路径。

根据本发明的另一个方面，一种对表示具有界面的对象的数据集进行自动中心线提取的方法包括：以通过所述对象的初始路径的所选择的点为呈现出没有接触所述界面的各自最大直径的各个球体的中心，所述初始路径是从所述数据集中获得的；和形成连续连接所述球体的中心的居中路径。

根据本发明的另一个方面，所述形成居中路径的步骤包括平滑所述居中路径以形成修改过的居中路径。

根据本发明的另一个方面，所述形成居中路径的步骤包括：以所述修改过的居中路径的所选择的点为各个球体的中心，所述各个球体

呈现出没有接触所述界面的各自最大直径；和形成进一步修改过的连续连接所述球体的中心的居中路径。

5 根据本发明的另一个方面，所述形成居中路径的步骤包括重复执行权利要求 1 和 2 的步骤，以获得已经被修改至期望程度的最终的居中路径。

根据本发明的另一个方面，对所述各个球体进行居中的步骤包括：（a）利用通过各个多面体仿造的球体；（b）对所仿造的第一球体进行居中，所仿造的第一球体与所述界面内的可用空间相比相对较小；（c）检查所仿造的第一球体的顶点和所述界面之间的碰撞；（d）
10 在所述边界的一个点处检测到碰撞的情况下，获得从所述界面的所述点移开所仿造的球体以结束所述碰撞的计算出的力；（e）在（A）没有碰撞和（B）碰撞中的至少一个已经结束的情况下，所仿造的第一球体被放大直到检测到碰撞，于是重复步骤（d）和（e）直到在没有检测到碰撞的情况下不可能进一步放大所仿造的第一球体的移动，于是：
15 （f）对于所述球体中的每个剩余球体重复步骤（b）到（e），并通过连续连接所述球体的中心形成居中路径。

根据本发明的另一个方面，步骤（d）包括促使所仿造的球体在垂直于所述初始路径的平面上移动的所述力。

20 根据本发明的另一个方面，获得计算出的力的步骤包括通过利用空间和时间一致性获得交互式速度。

根据本发明的另一个方面，对所述各个球体进行居中的步骤包括：（A）利用通过各个多面体表示的所仿造的球体；（B）对所仿造的第一球体进行居中；（C）检查所仿造的第一球体的顶点和所述界面之间的碰撞；（D）在所述边界的一个点处检测到碰撞的情况下，
25 获得从所述界面的所述点移开所仿造的球体以结束所述碰撞的计算出的力；（E）在（A）没有碰撞和（B）碰撞中的至少一个已经结束的情况下，所仿造的第一球体被放大直到检测到碰撞，于是重复步骤（D）直到在没有检测到碰撞的情况下不可能进一步放大和不可能进一步移动所仿造的第一球体，然后进行到步骤（F）；和（F）对于所
30 仿造的球体中的每个剩余球体重复步骤（B）到（E），并通过连续连接所仿造的球体的中心形成居中路径。

根据本发明的另一个方面，步骤（D）包括促使所仿造的球体在

垂直于所述初始路径的平面上移动的所述力。

根据本发明的另一个方面，所述获得计算出的力的步骤包括通过利用空间和时间一致性获得交互式速度。

附图简述

5 从下面结合附图所述的详细说明中将能更完全地理解本发明，其中：

图 1 和 2 示出根据本发明的实施例的初始体素路径 (voxel path)、初始平滑步骤和最后的居中；和

图 3 示出根据本发明的实施例的居中步骤的细节。

10 发明详述

应该理解，本发明的方法和系统优选的是利用可编程数字计算机来实现的，并且在此所述的操作均是关于这种实现。在成像的环境中，诸如“外观 (air)”、“内腔”等的术语典型地意图指这些特征的相应成像。

15 根据本发明的实施例，结肠分割 (segmentation) 包括执行起点和终点计算，和执行如此后所述的初始路径计算。这之后是路径居中和平滑处理。

通常，根据本发明的方法以使用结肠镜检查协议已经获得的结肠数据集来开始，所述结肠镜检查协议典型地包括灌肠 (bowel
20 preparation) 和空气吹入法。通过对空气施加阈值并对所连接的部分进行分析来对所述数据集进行分割，由此自动地或通过手动选择放弃不属于结肠的连接部分。

然而注意，本发明的方法可应用于其它虚拟内窥镜检查，并且通常确实可应用于具有界面的腔体。另外，本发明的方法可应用于不必
25 为虚拟内窥镜检查准备的其它数据集，诸如具有反差的血管。中心线方法具有其它可能的应用，包括在彼此上配准或映射两条中心线、测量、沿脉管定义垂直剖面、分割和可视化。

本方法的实施例包括：

- A. 结肠分割；
- 30 B. 起点和终点计算；
- C. 初始路径计算；和
- D. 路径居中和平滑。

在步骤 A, 结肠分割以使用结肠镜检查协议 (例如, 灌肠、空气吹入法等等) 已经获得的结肠数据集来开始。通过对空气施加阈值并对所连接的部分进行分析对所述数据集进行分割。自动地或通过手动选择放弃不属于结肠的连接部分。

5 在步骤 B、即起点和终点计算中, 从属于结肠的第一体素开始执行距离标记。该第一体素被标记为 0, 与其相邻的被标记为 1, 与它们相邻的被标记为 2, 以此类推。然后对具有最高标号的体素进行搜索。这被指定为起点 p_0 。从 p_0 开始, 通过重复步骤 B 并获得另一个具有最高号码的体素来产生新的距离标号映象。这被指定为终点 p_1 。

10 在步骤 C、即初始路径计算中, 起始于 p_1 , 使用所述距离标号来获得在 p_0 结束的所连接的体素的路径。这是通过下列过程进行的: 在 p_1 的邻居中搜索具有较小标号的体素, 存储该位置, 然后在这个体素的邻居中搜索具有较小标号的体素, 以此类推, 直到到达 p_0 。参见图 1a。应注意前述的初始路径计算只是借助例子给出的, 并且
15 在本发明的可替换的实施例中, 对于该计算其它适当的步骤也可被利用。

在步骤 D、即路径居中和平滑处理中, 最终得到的初始路径通常是锯齿状的并通过例如应用高斯平滑的已知技术进行平滑处理。任何
20 顶点由其 n 个邻居的加权均值来替换, 其中 n 是根据期望的平滑类型的特性选择的常量, 其中 n 的较大或较小的值将确定在其上获得均值的区域的范围。多次反复重复该过程。对于与结肠壁或界面发生的碰撞通过检验新的坐标是否仍然落在所分割的结肠内来测试任何新的
25 顶点位置。在碰撞的情况下, 顶点被保留在最后不受碰撞的位置处。最终得到的路径可借助来自静态机构场的有益类似进行显示, 其中用于此过程的最终路径类似通过撕开通过结肠的无质量柔顺弦 (flexible string) 的两端得到的路径, 参见图 1b。

使用尺寸逐渐增大的球体对该平滑路径进行居中。参见图 3。应该理解, 本文中的球体由具有充足数量的用于可接受的闭合表示的面的多面体结构来表示。这样一种多面体呈现出在此处不与路径顶点混淆的顶点。一个小球在沿路径的一个顶点处被居中。
30

检查该球体上的顶点与结肠壁的碰撞。如果顶点发生了碰撞, 则根据球体法线来定义和计算平移力。该力用于从所述壁移开球体。所

述球体被约束在垂直于所述路径的平面上移动。如果球体不再发生碰撞，则增加球体的尺寸并重复碰撞计算和移位。当所述球体在没有产生碰撞的情况下不能再进一步移动和/或增加时，所述过程停止。因此，所述球体呈现出不与壁碰撞的最大尺寸。球体的中心现在被看作是顶点的新位置。所述过程对于下一个轨道的顶点进行重复。参见图 1c。在居中之后，所述路径利用碰撞控制执行另一个高斯平滑处理。这次使用了更少的迭代和更小的邻域。

关于碰撞检测技术和平移力的计算的说明在 Geiger, B. 的出版物 “Real-Time Collision Detection and Response for Complex Environments (对于复杂环境的实时碰撞检测和响应)” (Computer Graphics International 2000; 2000 年 6 月 19-23 日; Geneva, Switzerland) 中被给出。该文章的公开内容在不与本发明矛盾的情况下通过参考而被并入本文，所述文章提出了一种很好地适用于复杂环境的碰撞检测方法，所述复杂环境诸如从医学成像获得的那些和针对处于永久接触的对象复杂环境。所述方法是基于点-非四面体-网格 (point-intetrahedral-mesh) 询问。空间和时间一致性被用于获得交互式速度。除了碰撞检测外，所述系统还计算能够用于碰撞响应的力和扭矩。

然而，本发明中的碰撞检测和力计算优选的是直接在体素上而不是在多面体重构上完成的，尽管其通常遵循前述的 Geiger 的论文中所概述的方法。

总之，图 1a 和 2a 示出初始体素路径，图 1b 和 2b 示出初始平滑步骤，以及图 1c 和 2c 表示最后的居中。图 3 在 a 处示出居中步骤，其中球体被设置在顶点位置处。在图 3 中，在 b 处，球体尺寸增加直到它与壁碰撞。从该碰撞中计算平移力。在图 3 中，在 c 处，施加平移直到球体不再发生碰撞。球体尺寸再一次增加并且现在它与壁碰撞。在 d 处计算平移。在已经发生平移之后，球体到达不能再进一步增长的位置。这就是最终的顶点位置，在图 3 中的 e 处。

所使用的主要示例是虚拟内窥镜检查的例子；然而，本发明的方法可应用于其它虚拟内窥镜检查，并且通常可确实应用于具有界面的腔体。

需要特别强调的是本发明的方法可适用于不必为虚拟内窥镜检

查准备的其它数据集、诸如具有反差的血管，如上面已经陈述的。中心线方法具有其它可能的应用，包括在彼此上配准或映射两条中心线、测量、沿脉管定义垂直剖面、分割和可视化。

- 已经借助示例性实施例说明了本发明。对于本领域所属的普通技术人员应该显而易见的是，在不脱离本发明的精神的情况下可作出各种改变和替换。例如，如将意识到的，体素的连续编号是以数值升序方便地进行的，并且很明显可以使用降序序列或标记的任何其他标记顺序序列。对于另一个例子，可以等价的方式对获取初始路径的方法产生变更。因此，任何获得初始路径的适当方式都可用于替换上面借助例子对于结肠分割、起点和终点计算和/或初始路径计算的步骤所述的步骤。如果给出适当的初始路径，那么就可执行路径居中和平滑的步骤。

后附权利要求所定义的本发明企图覆盖这些和类似的变化和替换。

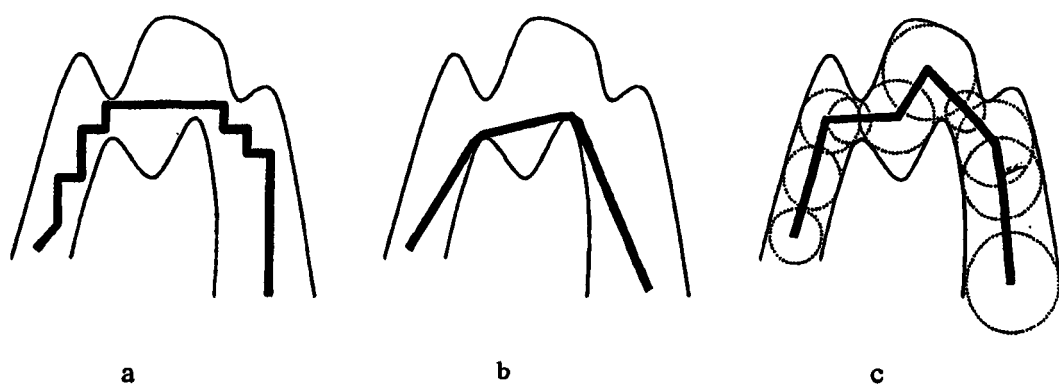


图 1

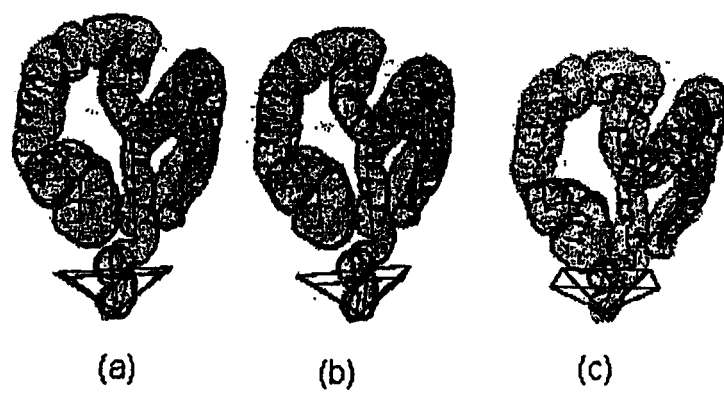


图 2

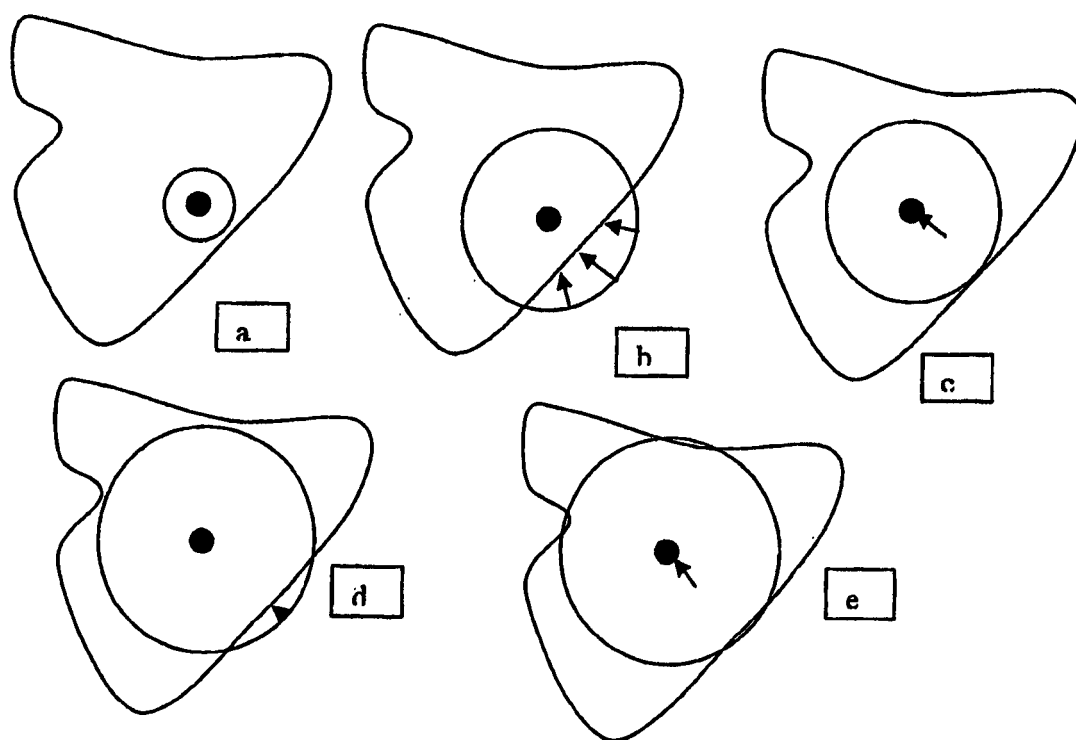


图 3

专利名称(译)	对虚拟内窥镜检查进行快速自动中心线提取的方法和设备		
公开(公告)号	CN1788284A	公开(公告)日	2006-06-14
申请号	CN200480013028.3	申请日	2004-05-14
[标]申请(专利权)人(译)	西门子公司		
申请(专利权)人(译)	西门子共同研究公司		
当前申请(专利权)人(译)	美国西门子医疗解决公司		
[标]发明人	B盖格 J D布瓦索纳特		
发明人	B·盖格 J· - D·布瓦索纳特		
IPC分类号	G06T17/00 A61B1/00 G06T15/00		
代理人(译)	吴立明		
优先权	10/842972 2004-05-11 US 60/470579 2003-05-14 US		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

一种对具有界面的器官的虚拟内窥镜检查图像进行自动中心线提取的方法包括：以通过所述图像的初始路径的所选择的点为呈现出没有接触所述界面的各自最大直径的各个球体的中心，所述初始路径是从内窥镜检查数据集中获得的；和形成连续连接所述球体的中心的居中路径。

