

(19) 中华人民共和国国家知识产权局



## (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104603837 A

(43) 申请公布日 2015. 05. 06

(21) 申请号 201380043255. X

(22) 申请日 2013. 08. 12

### (30) 优先权数据

61/682, 457 2012. 08. 13 US

### (85) PCT国际申请进入国家阶段日

2015. 02. 13

### (86) PCT国际申请的申请数据

PCT/IB2013/056577 2013. 08. 12

### (87) PCT国际申请的公布数据

W02014/027296 EN 2014. 02. 20

(71) 申请人 皇家飞利浦有限公司

地址 荷兰艾恩德霍芬

(72) 发明人 R · J · E · 哈比斯 J · J · 松内曼斯

(74) 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司

72002

代理人 王英 刘炳胜

(51) Int. Cl.

G06T 7/00(2006. 01)

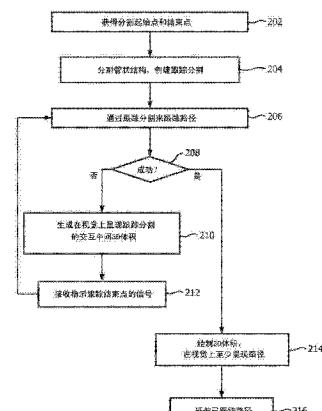
权利要求书3页 说明书4页 附图4页

### (54) 发明名称

管状结构跟踪

### (57) 摘要

一种方法包括：分割体积图像数据中的感兴趣管状结构，从而创建跟踪分割；在视觉上呈现跟踪分割的用户交互三维绘制；通过用户交互三维绘制接收指示跟踪分割中的用户识别的兴趣跟踪路径结束点的信号；基于所述信号，跟踪所述跟踪分割中的所述管状结构；并且在视觉上至少呈现所述管状结构中的已跟踪路径。



1. 一种方法,包括 :

分割体积图像数据中的感兴趣管状结构,从而创建跟踪分割;

在视觉上呈现所述跟踪分割的用户交互三维绘制;

通过所述用户交互三维绘制接收指示所述跟踪分割中的用户识别的兴趣跟踪路径结束点的信号;

基于所述信号,跟踪所述跟踪分割中的所述管状结构;以及  
在视觉上至少呈现通过所述管状结构的已跟踪路径。

2. 根据权利要求 1 所述的方法,所述分割包括 :

执行单种子单向分割,并且所述单种子单向分割包括 :

接收分割起始点;以及

基于所述分割起始点,自动地分割所述管状结构。

3. 根据权利要求 2 所述的方法,还包括 :

接收后续跟踪结束点;以及

将通过所述管状结构的所述已跟踪路径延伸至所述后续跟踪结束点。

4. 根据权利要求 1 所述的方法,所述分割包括 :

执行双种子单向分割,并且所述双种子单向分割包括 :

接收分割起始点;

接收分割结束点;以及

基于所述分割起始点和所述分割结束点,自动地分割所述管状结构。

5. 根据权利要求 4 所述的方法,其中,所述跟踪开始于所述分割起始点,并且朝向所述分割结束点前进,并且所述方法还包括 :

确定跟踪不成功;以及

仅响应于所述的确定所述跟踪不成功,才在视觉上呈现所述跟踪分割的所述用户交互三维绘制。

6. 根据权利要求 5 所述的方法,所述的确定跟踪不成功包括 :

确定跟踪停止并且未到达所述分割结束点。

7. 根据权利要求 5 至 6 中的任一项所述的方法,还包括 :

在所述分割起始点重新开始所述跟踪,并且前进到所述跟踪路径结束点,以跟踪所述路径。

8. 根据权利要求 6 所述的方法,还包括 :

接收后续跟踪结束点;以及

将通过所述管状结构的所述已跟踪路径延伸至所述后续跟踪结束点。

9. 根据权利要求 1 所述的方法,所述分割包括 :

执行双种子双向分割,并且所述双种子双向分割包括 :

接收分割起始点;

接收分割结束点;以及

自动地对两个跟踪分割进行分割,所述两个跟踪分割中的一个起于所述起始点并且所述两个跟踪分割中的另一个起于所述结束点,每个朝向彼此。

10. 根据权利要求 9 所述的方法,还包括 :

确定跟踪不成功；并且

仅响应于所述的确定所述跟踪不成功，才在视觉上呈现所述跟踪分割的所述用户交互三维绘制，其中，所述跟踪分割包括两个跟踪分割。

11. 根据权利要求 10 所述的方法，所述的确定跟踪不成功包括：

确定跟踪停止并且所述两个跟踪分割的末端未相遇。

12. 根据权利要求 10 至 11 中的任一项所述的方法，其中，所述跟踪路径结束点被定位在所述两个跟踪分割中的一个上，并且所述方法还包括：

在所述两个跟踪分割中的所述一个上向着所述跟踪路径结束点重新开始跟踪，从而形成所述已跟踪路径。

13. 根据权利要求 10 至 11 中的任一项所述的方法，其中，所述跟踪路径结束点识别对应于所述分割起始点的针对所述跟踪分割的新的结束点，以及对应于所述分割结束点的针对所述跟踪分割的新的起始点，并且所述方法还包括：

重新开始跟踪，并且将所述新的起始点和所述新的结束点连接在一起，从而形成所述已跟踪路径。

14. 根据权利要求 1 至 13 中的任一项所述的方法，其中，所述已跟踪路径是所述管状结构的中心线。

15. 一种被编码有计算机可读指令的计算机可读存储介质，所述计算机可读指令在由处理器执行时，使所述处理器：

分割体积图像数据中的感兴趣管状结构，从而创建跟踪分割；

在视觉上呈现所述跟踪分割的用户交互三维绘制；

通过所述用户交互三维绘制接收指示所述跟踪分割中的用户识别的兴趣跟踪路径结束点的信号；

基于所述信号，跟踪所述跟踪分割中的所述管状结构；以及

在视觉上至少呈现通过所述管状结构的已跟踪路径。

16. 根据权利要求 15 所述的计算机可读存储介质，其中，所述分割是单种子单向分割，并且所述计算机可读指令还使所述处理器：

接收后续跟踪结束点；并且

将通过所述管状结构的所述已跟踪路径延伸至所述后续跟踪结束点。

17. 根据权利要求 15 所述的计算机可读存储介质，其中，所述分割是双种子单向分割，并且所述计算机可读指令还使所述处理器：

通过确定跟踪停止并且未到达所述分割结束点来确定分割不成功；

仅响应于所述的确定所述分割不成功，才在视觉上呈现所述跟踪分割的所述用户交互三维绘制；以及

重新开始所述跟踪，前进至所述跟踪路径结束点，以跟踪所述路径。

18. 根据权利要求 17 所述的计算机可读存储介质，所述计算机可读指令还使所述处理器：

接收后续跟踪结束点；并且

将通过所述管状结构的所述已跟踪路径延伸至所述后续跟踪结束点。

19. 根据权利要求 15 所述的计算机可读存储介质，其中，所述分割是双种子双向分割，

并且所述计算机可读指令还使所述处理器：

通过确定跟踪停止并且对应于所述种子中的一个的跟踪分割与对应于所述种子中的另一个的跟踪分割未相遇来确定跟踪不成功；

仅响应于所述的确定所述跟踪不成功，才在视觉上呈现所述跟踪分割的所述用户交互三维绘制；并且

重新开始所述跟踪，将所述两个跟踪分割连接在一起。

20. 根据权利要求 15 所述的计算机可读存储介质，其中，所述分割是双种子双向分割，并且所述计算机可读指令还使所述处理器：

通过确定跟踪停止并且对应于所述种子中的一个的跟踪分割与对应于所述种子中的另一个的跟踪分割未相遇来确定跟踪不成功；

仅响应于所述的确定所述跟踪不成功，才在视觉上呈现所述跟踪分割的所述用户交互三维绘制；并且

重新开始所述跟踪，前进至所述两个跟踪分割中的一个中的所述跟踪路径结束点，以跟踪所述路径。

21. 一种计算设备 (110)，包括：

计算机可读存储介质 (116)，其包括计算机可执行指令，所述计算机可执行指令用于使用跟踪分割的用户交互三维绘制对来自体积图像数据的所述跟踪分割中呈现的通过管状结构的路径进行跟踪，以减轻不完整路径或不正确路径中的至少一个，并且在视觉上至少呈现通过所述管状结构的已跟踪路径；以及

处理器 (112)，其执行所述计算机可执行指令。

## 管状结构跟踪

### 技术领域

[0001] 下文总体涉及跟踪成像数据中的通过感兴趣管状结构（例如，脉管、支气管等）的中心（或其他）线，同时减少不完整和 / 或不正确的路径。适当的成像模态包括计算机断层扫描 (CT)、核磁共振 (MR) 和三维 (3D) X 射线。

### 背景技术

[0002] 医学成像中的血管检查通常需要寻找例如三维 (3D) 成像数据体积成像数据（例如，计算机断层扫描血管造影 (CTA)、核磁共振血管造影 (MRA)、3D 旋转 X 射线等）的成像数据中的脉管的变宽或阻塞区域和 / 或肺动脉中的肺栓塞。目的在于测量局部脉管参数，例如图像中的若干位置处的面积或半径，以量化狭窄的程度或动脉瘤的尺寸。

[0003] 脉管可视化和分析软件已经包括支持沿通过脉管中心的路径的脉管跟踪的工具。利用这样的软件，使用全自动脉管分割算法或手动或半自动脉管中心线跟踪器来定义脉管中心线。通常使用最大强度投影 (MIP) 绘制、表面体积绘制、弯曲平面视图或矫直的重格式化视图对所跟踪的脉管进行可视化。

[0004] 全自动脉管跟踪算法检测预定区域的脉管对象。之后，用户选择和 / 或编辑尔后在分析中使用的中心线。半自动路径分析能够被分为单点跟踪方法和两点跟踪方法。单点跟踪涉及起始点的用户选择，并且尔后算法自动地追踪中心线。利用两点跟踪，用户选择起始点和终止点，并且算法自动地追踪两点之间的中心线。

[0005] 单点跟踪的缺点在于，用户无法控制所跟踪路径或被跟踪的脉管的长度。算法仅选择最有可能（最大 / 最直）的脉管。对于“错误”结果（即，跟踪期望的脉管和 / 或脉管长度之外的脉管和 / 或脉管长度）的解决方案是使用不同的起始点进行重新跟踪。“费时长”问题能够通过跟踪预定义的长度并且之后提供扩大或缩小长度的选项来解决。

[0006] 两点跟踪算法具有以下缺陷：如果用户将两点放置过远，或放置在不同脉管中，则路径结果有误，或计算时间过长。在这两种情况下，难以到达用户想要分析的路径。解决方案是要求用户在跟踪通过脉管的中心线或移动起始点和 / 或结束点之前首先提供脉管的原始分割，并且重试。

[0007] 遗憾的是，对于单点和两点跟踪算法的以上提到的和 / 或其他缺点的当前解决方案是难以处理的，并且不直观，这是因为不能保证其在二次迭代、三次迭代等起作用，并且用户通常耗费大量时间来尝试将感兴趣脉管可视化并且编辑跟踪结果。鉴于以上，存在对于其他方法未解决的需要，来跟踪脉管和 / 或减轻与当前的单点和两点跟踪算法相关联的上述讨论的缺陷。

### 发明内容

[0008] 本文描述的各方面涉及以上提到的问题和其他问题。

[0009] 在一个方面，一种方法包括：分割体积图像数据中的感兴趣管状结构，从而创建跟踪分割；在视觉上呈现所述跟踪分割的用户交互三维绘制；通过所述用户交互三维绘制接

收指示所述跟踪分割中的用户识别的感兴趣跟踪路径结束点；基于所述信号，跟踪所述跟踪分割中的所述管状结构；以及在视觉上至少呈现通过所述管状结构的已跟踪路径。

[0010] 在另一方面，一种被编码有计算机可读指令的计算机可读存储介质，其在由处理器执行所述计算机可读指令时，使所述处理器：分割体积图像数据中的感兴趣管状结构，从而创建跟踪分割；在视觉上呈现所述跟踪分割的用户交互三维绘制；通过所述用户交互三维绘制接收指示在所述跟踪分割中用户识别的感兴趣跟踪路径结束点的信号；基于所述信号，跟踪所述跟踪分割中的所述管状结构；以及，在视觉上至少呈现通过所述管状结构的已跟踪路径。

[0011] 在另一方面，一种计算设备包括：计算机可读存储介质，所述计算机可读存储介质包括计算机可执行指令，所述计算机可执行指令用于使用跟踪分割的用户交互三维绘制来对在来自体积图像数据的所述跟踪分割中呈现的通过管状结构的路径进行跟踪，以减轻不完整路径或不正确路径中的至少一个，并且在视觉上至少呈现通过所述管状结构的已跟踪路径；以及，处理器，所述处理器执行所述计算机可执行指令。

## 附图说明

[0012] 本发明可以采取各种部件和各部件的布置，以及各种步骤和各步骤的安排的形式。附图仅出于图示优选实施例的目的，并且不应被解释为对本发明的限制。

[0013] 图 1 示意性地图示了具有管状结构跟踪器的示范性计算设备。

[0014] 图 2 图示了用于跟踪管状结构的示范性多点单向方法。

[0015] 图 3 图示了用于跟踪管状结构的示范性多点双向方法。

[0016] 图 4 图示了用于跟踪管状结构的示范性单点方法。

## 具体实施方式

[0017] 下文描述一种管状结构跟踪器和 / 或跟踪方法，其便于沿管状结构的纵轴或长轴成功跟踪通过感兴趣管状结构（例如，对象的脉管、支气管等）的中心（或其他）线，而不需要在跟踪之前和 / 或期间的用户管状结构分割，同时减轻不完整和 / 或不正确路径。

[0018] 首先参考图 1，示意性地图示了扫描器 102，例如 CT、MR、X 射线或其他成像扫描器和 / 或其组合。控制台 104 包括具有人类可读输出设备（例如监视器）和输入设备（例如键盘、鼠标等）的通用计算系统。驻留于控制台 104 的软件允许操作者与扫描器 102 交互，包括启动扫描等。图像处理器 106 处理扫描器 102 的输出，并且生成成像数据（或图像）。成像数据和 / 或扫描器输出能够被存储在数据存储器 108 中。成像数据和 / 或扫描器输出数据能够被进一步处理和 / 或视觉显示。

[0019] 计算设备 110 处理成像数据和 / 或扫描输出。图示的计算设备 110 包括至少一个处理器 112，所述处理器执行在计算机可读存储介质 116（例如，物理存储器或其他非暂态存储介质）中存储的至少一个计算机可读指令 114。额外地或备选地，处理器 112 执行由载波、信号或其他暂态介质携带的一个或多个计算机可读指令。I/O 118 被配置用于从一个或多个输入设备 120（例如键盘、鼠标、触摸屏监视器等）接收信息（例如，跟踪起始和 / 或结束点）和 / 或向一个或多个输出设备 122（例如，监视器、打印机、便携存储器等）传达信息（例如，已跟踪路径）。

[0020] 图示的至少一个计算机可读指令 114 至少包括用于实现管状结构跟踪器 124 的指令。如在下文中更详细描述的,当由处理器 112 执行管状结构跟踪器 124 时,管状结构跟踪器 124 便于使用用户交互中间三维绘制来跟踪通过成像数据中的感兴趣已分割管状结构(本文中也被称为跟踪分割)的路径,其减轻不完整和 / 或不正确的路径。例如,用户交互中间三维绘制允许选择跟踪分割中的跟踪结束点和 / 或调节跟踪分割中的跟踪起始和 / 或结束点的位置,其允许路径的成功跟踪,而不需要用户在跟踪之前和 / 或期间分割管状结构。

[0021] 图 2 图示了用于跟踪的示范性两点单向方法。

[0022] 应当意识到,本文中描述的方法中的步骤的顺序是非限制性的。这样,本文中预期其他顺序。额外地,可以省略一个或多个步骤和 / 或可以包括一个或多个其他步骤。

[0023] 在 202 处,获得用于分割在成像数据中呈现的兴趣管状结构的分割起始点和结束点。如在本文中描述的,成像数据能够由扫描器 102 和 / 或其他扫描器生成。经由指示感兴趣分割起始点和结束点(例如由用户经由输入设备 120 输入或选择的起始点和结束点)的输入信号识别分割起始点和结束点。

[0024] 在 204 处,基于分割起始点和结束点从成像数据分割管状结构,创建跟踪分割。

[0025] 在 206 处,基于分割起始点和结束点,通过跟踪分割跟踪路径。

[0026] 在 208 处,确定跟踪是否成功。通过示范性的方式,如果跟踪已经停止并且未到达结束点,则跟踪失败。然而,如果跟踪已经停止并且已经到达结束点,则跟踪成功。

[0027] 如果在 208 处跟踪失败,则在 210 处,在视觉上呈现跟踪分割的用户交互三维绘制。所述绘制是交互性的,由此,其允许用户使用输入设备 120,以使用鼠标、语音命令、触摸屏等来识别跟踪分割中的跟踪结束点。

[0028] 在 212 处,接收指示跟踪结束点的输入信号。响应于用户选择在三维绘制中的管状结构中的点,可以生成所述信号。通常,通过从跟踪分割中的中间三维绘制中选择一点,在一迭代中成功跟踪通过管状结构的路径的可能性得到保证。

[0029] 响应于接收跟踪结束点,基于跟踪结束点,而非分割结束点,重复步骤 206。

[0030] 如果在 208 处,跟踪成功,则在 214 处,在视觉上呈现管状结构中的已跟踪路径的三维绘制。在变型中,与已跟踪路径一起,同时绘制成像数据中的其他结构。

[0031] 在可选步骤 216 处,通过识别跟踪分割中的后续跟踪结束点来延伸已跟踪路径。之后,已跟踪路径从先前已跟踪路径的结束点被延伸至后续跟踪结束点。

[0032] 图 3 图示了用于双向跟踪的示范性多点方法。

[0033] 应当意识到,本文中描述的方法中的步骤的顺序是非限制性的。这样,本文中预期其他顺序。额外地,可以省略一个或多个步骤和 / 或可以包括一个或多个其他步骤。

[0034] 在 302 处,获得用于分割在成像数据中呈现的兴趣管状结构的分割起始点和结束点。如在本文中描述的,经由指示感兴趣分割起始点和结束点(例如由用户经由输入设备 120 输入或选择的起始点和结束点)的输入信号来识别分割起始点和结束点。

[0035] 在 304 处,基于分割起始点和结束点从成像数据分割管状结构,创建两个跟踪分割,其中一个开始于分割起始点,并且另一个开始于分割结束点。

[0036] 在 306 处,基于分割起始点和结束点,通过跟踪分割中的每个分别跟踪路径,二者在彼此相对的方向上前进。

[0037] 在 308 处,确定跟踪是否成功。通过示范性的方式,如果跟踪已经停止,并且两个跟踪分割未相遇以形成单个路径,则跟踪失败。然而,如果跟踪已经停止,并且两个跟踪分割相遇以形成单个路径,则跟踪成功。

[0038] 如果在 308 处跟踪失败,则在 310 处,在视觉上呈现两个跟踪分割的用户交互中间三维绘制。所述绘制是交互性的,交互性在于其允许用户使用输入设备 120,以使用鼠标、语音命令、触摸屏等来移动分割起始点和 / 或结束点中的一个或多个。

[0039] 在 312 处,接收指示分割结束点变化的输入信号。在一个示例中,所述变化包括从分割起始点的开始移动跟踪分割的结束点、从分割结束点开始移动的跟踪分割的起始点、或例如经由插入或其他方法将跟踪分割连接在一起。

[0040] 响应于接收所述信号,基于所述信号重复步骤 306。

[0041] 如果在 308 处,跟踪成功,则在 314 处,在视觉上呈现管状结构中的已跟踪路径的三维绘制。在变型中,成像数据中的其他结构同时被绘制具有已跟踪路径。

[0042] 图 4 图示了用于跟踪的示范性单点方法。

[0043] 应当意识到,本文中描述的方法中的步骤的顺序是非限制性的。这样,本文中预期其他顺序。额外地,可以省略一个或多个步骤和 / 或可以包括一个或多个其他步骤。

[0044] 在 402 处,如在本文中描述的,获得分割起始点。

[0045] 在 404 处,基于分割起始点,从成像数据分割管状结构,创建跟踪分割。

[0046] 在 406 处,在视觉上呈现跟踪分割的用户交互中间三维绘制。所述绘制是交互性的,交互性在于其允许用户使用输入设备 120,以使用鼠标、语音命令、触摸屏等来识别跟踪分割中的分割结束点。

[0047] 在 408 处,接收指示跟踪分割中的跟踪结束点的输入信号。

[0048] 在 410 处,基于跟踪结束点,通过跟踪分割中的管状结构跟踪路径。

[0049] 在 412 处,在视觉上呈现管状结构中的已跟踪路径的三维绘制。在变型中,与已跟踪路径一起,同时绘制成像数据中的其他结构。在可选步骤 414 处,通过识别跟踪分割中的后续结束点来延伸已跟踪路径。之后,已跟踪路径从先前已跟踪路径的结束点被延伸至后续结束点。

[0050] 以上可以通过被编码或被嵌入计算机可读介质的计算机可读指令来实施,所述计算机可读指令在由(一个或多个)计算机处理器执行时,使(一个或多个)处理器执行所描述的步骤。额外地或备选地,计算机可读指令中的至少一个由信号、载波或其他暂态介质携带。

[0051] 已经参考优选实施例描述了本发明。在阅读和理解以上具体实施方式的情况下对于其他人可能想到修改或替代变型。旨在将本发明解释为包括所有这种修改和替代变型,只要它们落入权利要求书及其等价方案的范围之内。

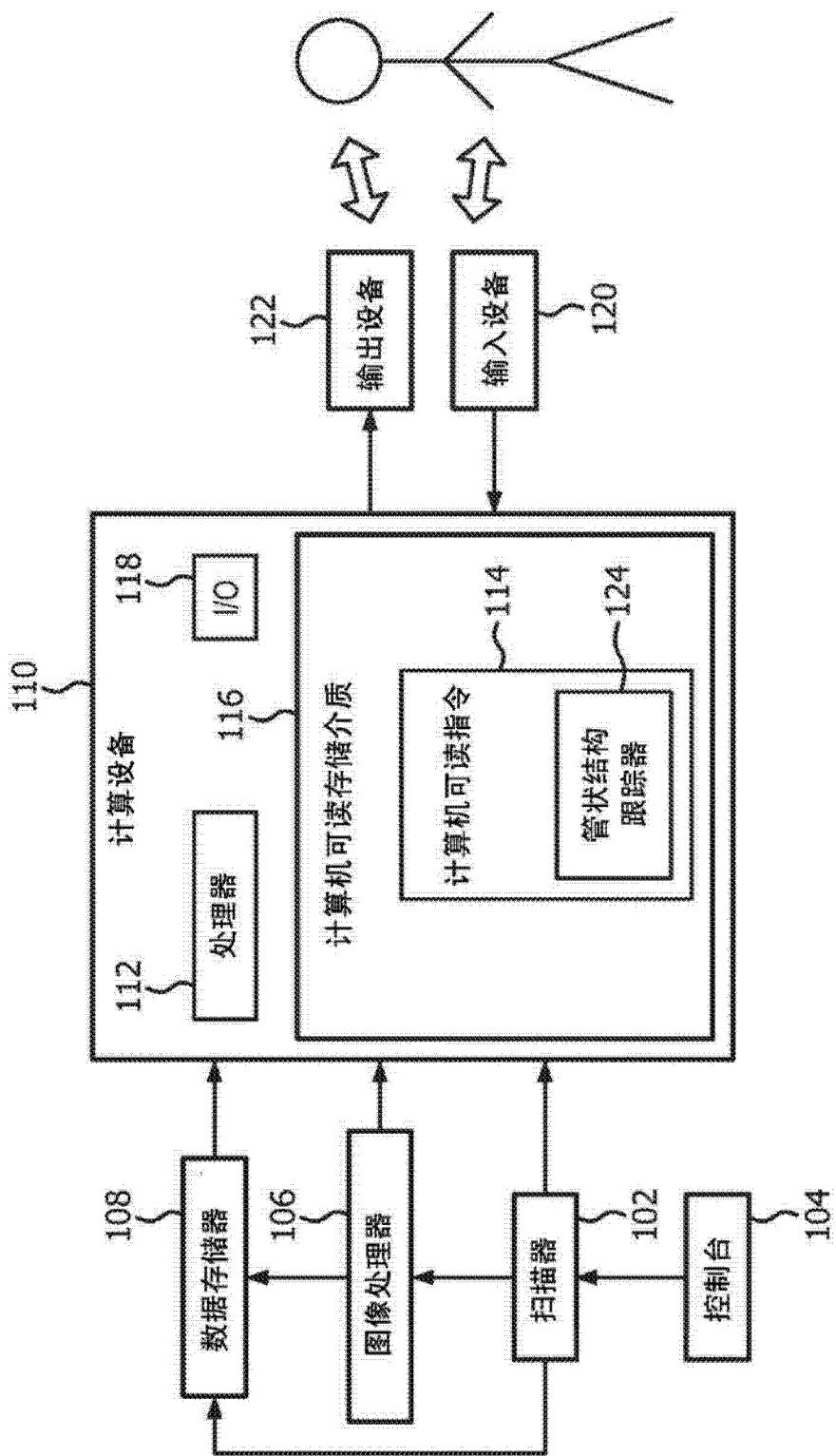


图 1

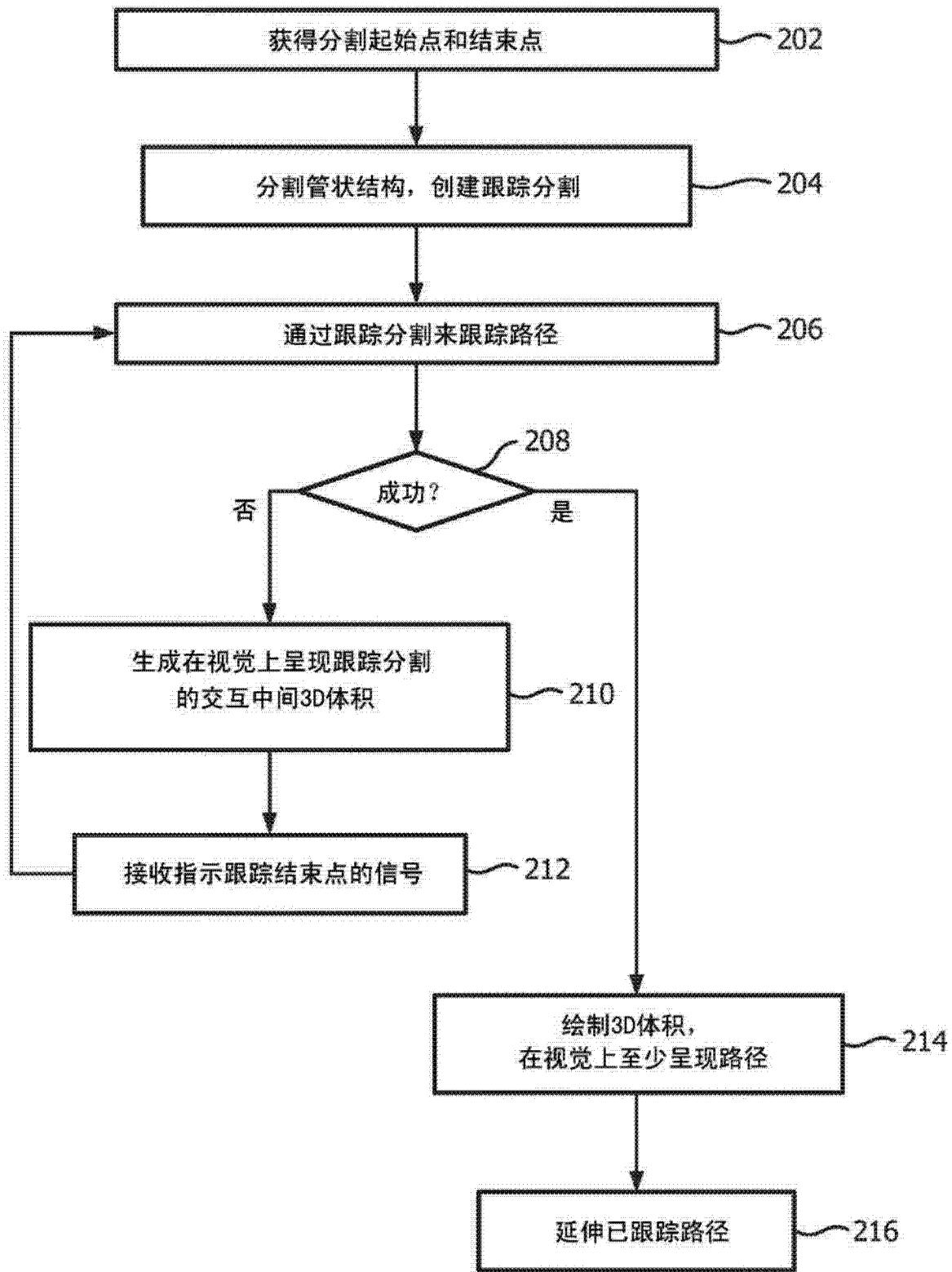


图 2

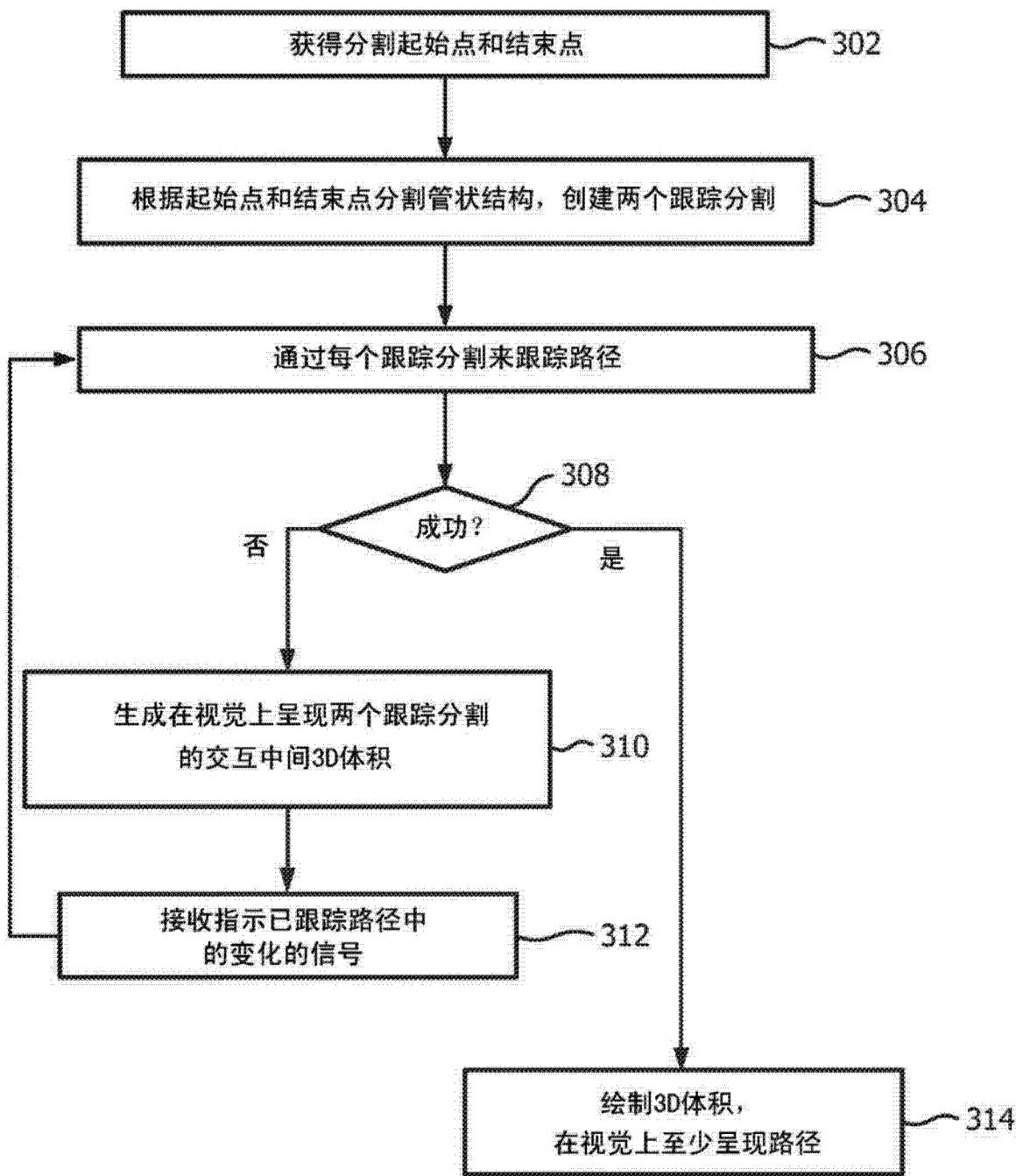


图 3

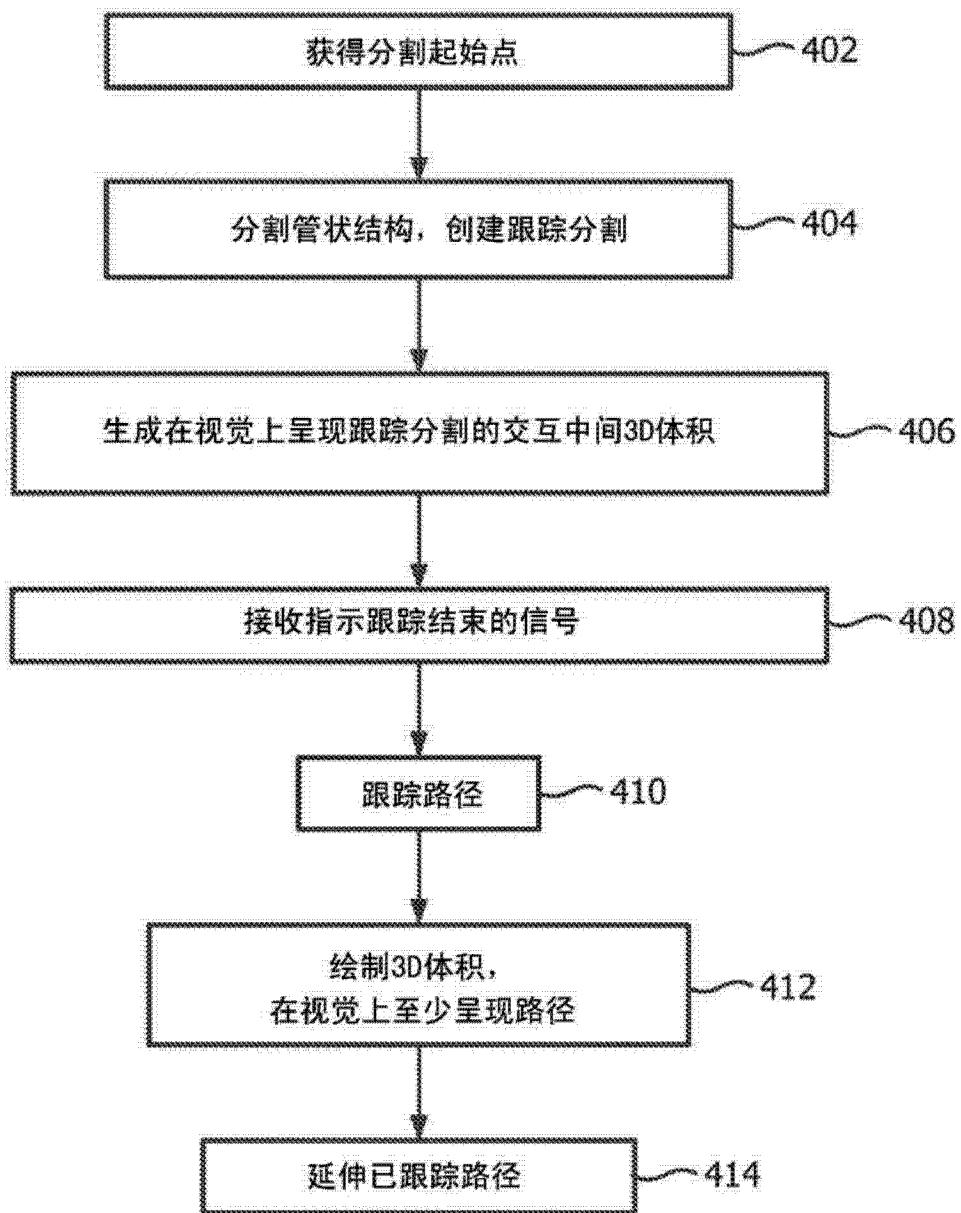


图 4