

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



## [12] 发明 专 利 说 明 书

专利号 ZL 200510070184. X

[51] Int. Cl.

A61B 6/03 (2006.01)

A61B 5/055 (2006.01)

A61B 5/00 (2006.01)

G06F 17/00 (2006.01)

G06T 1/00 (2006.01)

G06T 15/00 (2006.01)

[45] 授权公告日 2009 年 9 月 16 日

[11] 授权公告号 CN 100539947C

[51] Int. Cl. (续)

G01R 33/20 (2006.01)

[22] 申请日 2005.5.10

[21] 申请号 200510070184. X

[30] 优先权

[32] 2004.5.10 [33] DE [31] 102004022902.3

[73] 专利权人 西门子公司

地址 德国慕尼黑

[72] 发明人 赫尔穆特·克罗普费尔德

[56] 参考文献

CN1230271A 1999.9.29

WO99/26534A1 1999.6.3

WO99/42977A1 1999.8.26

US5544283A 1996.8.6

CN1054921C 2000.7.26

WO00/55812A1 2000.9.21

审查员 沈显华

[74] 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

代理人 马 莹 邵亚丽

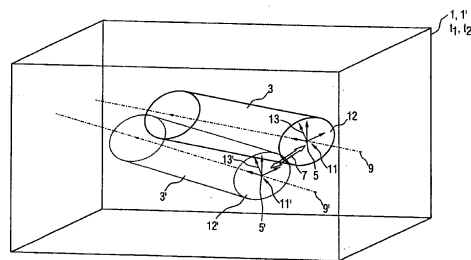
权利要求书 2 页 说明书 13 页 附图 2 页

[54] 发明名称

医学图像显示和处理方法、CT 设备、工作站  
及程序产品

[57] 摘要

本发明涉及一种以透视立体显示的方式进行医学图像显示和处理的方法，具有步骤：在多个时刻( $t_1, t_2, t_i$ )准备多个在时间上分成阶段的三维数据体元( $1, 1', V_i$ )；在第一时刻( $t_1$ )对至少一个三维数据体元( $1, V_1$ )预先给定空间上绝对固定的观察者位置( $5, O_i$ )；在至少第二时刻( $t_2, t_i$ )对至少另一个三维数据体元( $1', V_i$ )，确定空间上绝对固定的观察者位置( $5, O_i$ )和分析空间( $3'$ )之间的时间相关性(7)；在该至少第二时刻( $t_2, t_i$ )对该至少另一个三维数据体元( $1', V_i$ )，求出与该分析空间相对固定的观察者位置( $5', O_i$ )；在该至少第二时刻( $t_2, t_i$ )对该至少另一个三维数据体元( $1', V_i$ )，相对固定的观察者位置( $5', O_i$ )的视角显示分析空间的内部。



1. 一种用于以运动的身体部分的透视立体显示的方式进行医学图像显示和处理的方法，具有下述方法步骤：

- 在多个时刻准备多个在时间上分成阶段的三维数据体元 (1, 1')，其中，每个三维数据体元 (1, 1') 分别对应一个时刻；
- 在第一时刻对至少一个三维数据体元 (1)，在分析空间中预先给定空间上绝对固定的观察者位置 (5)；
- 在至少第二时刻对至少另一个三维数据体元 (1')，确定空间上绝对固定的观察者位置 (5) 和表示运动的身体部分的分析空间之间的时间相关性 (7)；其中，该分析空间在不同的时刻具有不同的空间位置，
- 在该至少第二时刻对该至少另一个三维数据体元 (1')，求出分析空间中与该分析空间在空间上相对固定的观察者位置 (5')；
- 在该至少第二时刻对该至少另一个三维数据体元 (1')，从空间上相对固定的观察者位置 (5') 的视角显示所述分析空间的内部。

2. 根据权利要求 1 所述的方法，其特征不在于，对于多个时刻对多个在时间上分成阶段的三维数据体元，求出多个空间上相对固定的观察者位置 (5')，并分别从各空间上相对固定的观察者位置 (5') 的视角显示所述分析空间。

3. 根据权利要求 1 所述的方法，其特征不在于，从空间上相对固定的观察者位置 (5, 5') 的视角并在预先给定查找射线 (13, 13') 的条件下作为两维图像实现图像显示。

4. 根据权利要求 1 所述的方法，其特征不在于，所述图像显示是以多个两维图像的形式、采用多个在空间上相互稍微错开的相对固定的观察者位置进行的。

5. 根据权利要求 4 所述的方法，其特征不在于，每个所述相互稍微错开的相对固定的观察者位置对应于一条查找射线。

6. 根据权利要求 1 或 2 所述的方法，其特征不在于，以虚拟内窥镜的形式进行三维图像显示。

7. 根据权利要求 3 至 5 中任一项所述的方法，其特征不在于，对多个观察者位置 (5') 和一个选出的时刻进行图像显示，从而使两维图像作为空间

改变的运动图像。

8. 根据权利要求1至5中任一项所述的方法,其特征在于,该方法在三维数据体元(1,1')内能够对所选出的时刻进行空间导航。

9. 根据权利要求3至5中任一项所述的方法,其特征在于,对多个时刻和所选出的绝对固定的观察者位置(5)和相对固定的观察者位置(5')进行图像显示,从而使两维图像作为时间改变的运动图像。

10. 根据权利要求9所述的方法,其特征在于,所述时间改变的运动图像运行的速度可变可调。

11. 根据权利要求1至5中任一项所述的方法,其特征在于,该方法在三维数据体元(1,1')内能够对所选出的观察者位置进行时间导航。

12. 根据权利要求1至5中任一项所述的方法,其中,所述用于医学图像显示和处理的方法是计算机断层造影中的成像方法。

13. 根据权利要求1至5中任一项所述的方法,其中,所述用于医学图像显示和处理的方法是磁共振断层造影中的成像方法。

14. 根据权利要求1至5中任一项所述的方法,其中,所述三维数据体元(1,1')是在采用造影剂的条件下所获得的三维数据体元。

15. 根据权利要求1至5中任一项所述的方法,用于对结肠内的计算机断层造影图像进行图像显示和处理。

16. 根据权利要求1至5中任一项所述的方法,用于对支气管内的计算机断层造影图像进行图像显示和处理。

17. 根据权利要求1至5中任一项所述的方法,用于对血管内的计算机断层造影图像进行图像显示和处理。

18. 根据权利要求1至5中任一项所述的方法,用于对心脏内的计算机断层造影图像进行图像显示和处理。

## 医学图像显示和处理方法、CT设备、工作站及程序产品

### 技术领域

本发明涉及一种以透视立体显示的方式进行医学图像显示和处理的方法。此外，本发明还涉及一种计算机断层造影设备、工作站及计算机程序产品。

### 背景技术

现代医学成像方法通常以数字形式提供图像。为此首先在所谓的主应用的范围内获取数据，并在数据再现的范围内提供数字数据。特别是计算机断层造影图像以数字的形式存在并因此而可以直接在计算机或工作站中继续进行处理。由原始图像可以通过所谓的次应用以新的定向利用两维或三维显示（2D显示、3D显示）获得图像，以便为检查者提供合适的视图。这样的显示尤其是构成随后进行的、监视器判断范围内的诊断的基础。计算机断层造影的优点尤其在于，不存在如常规放射造影中的叠加问题。计算机断层造影的优点还在于，可与在放射造影中与拍摄几何相关的不同放大系数无关地进行无畸变显示。

在此期间，在3D图像显示和处理范围内建立了一系列次应用的方法。对于这些方法，在计算机断层造影设备中设置了适当的操作部件，如计算机鼠标或其它控制媒介。用于对计算机断层造影图像进行图像显示和处理的工作站具有计算机程序产品形式的相应的软件实现以及在图像显示屏上的操作界面，该操作界面具有相应的带有一定功能的操作元素。

计算机断层造影（CT）通常首先在主应用中提供待检查躯体的、作为直接拍摄平面的横截面的两维截面图像。在此躯体的横截面基本上垂直于躯体的纵轴。在具有相对于横截面改变的角度的平面中，和/或在具有与原始层厚不同的层厚、特别是具有更宽的层厚的平面中计算出两维截面图像通常被称为多平面整形（MPR）。用于诊断的主要可能性在于大多通过相应的操作元素来控制对图像立体的交互透视和分析。检查者可以借助这样的操作元素（与在超声波中通过引导超声波探头相似）在解剖结构和病理细节处进行扫描，并通过前、后移动选出那些其中最清楚地表示出感兴趣的细节的图像、即例如具有最高对比

度和最大直径显示的图像。两维显示的一种扩展形式是由薄层组成任意厚的层（厚片）。为此建立了“滑动薄厚片”（Sliding Thin Slab, STS）的概念。所有 2D 显示的优点是可以直接而真实地显示计算机断层造影值。在此可以忽略有时需要的对多个层的插值以及求平均值。由此在分析空间（也称为感兴趣空间，VOI）内总是给出简单的定向以及与此对应的 3D 数据空间以及对图像值的唯一解释。但这种监视器判断是劳动密集的并且是耗时的。

反之，最可能的分析空间的实际表示是通过对分析空间的三维显示实现的。虽然 3D 图像显示和处理通常是有针对性的处理诊断重要的细节的前提，但迄今为止对诊断重要的细节的判断通常是以 2D 显示实现的。

在 3D 图像显示和处理中通常提供 3D 数据空间，在其基础上显示分析空间。优选地检查者预先给定其想观察分析空间的观察者位置。特别是通常为检查者提供查找射线。在该例中计算垂直于该查找射线的两维图像，并得出空间印象。为了在图像平面内逐图像点（也称体素）地建立起这样的显示，须为每条从观察者到各图像点的射线考虑和计算沿查找射线通过 3D 数据空间的所有 CT 值。检查者通常预先给定一个其为显示图像点而适当选择的图像点值、例如对比度值。通过对该方法内在的重复，检查者在预先给定的图像点值的基础上在 CT 值特征的范围内为查找射线显示相应于该查找射线的图像点的集合，即感兴趣躯体部位/分析空间（VOI）的 3D 显示。

所有 3D 显示能够在次应用的范围内构建成中央投影或平行投影。

对于平行投影尤其适宜的是“最大强度投影”（MIP），或一般的“体积着色”（VR）。在 MIP 中，沿查找射线在投影方向上确定具有最大 CT 值的图像点。因此在这种情况下图像点值相应于查找射线上的最大 CT 值。在 VR 中，对每条从观察者眼睛发出的查找射线不是仅选出一个图像点，而是可以将沿查找射线的所有 CT 值以适当的加权将图像点作为份额提供给结果图像。通过可自由选择并交互改变的变换函数为每个图像点值配备不透明度和颜色。由此可以例如将一般软组织部分选择为尽可能透明的，注有造影剂的血管是稍微不透明的，而骨骼是强不透明的。

对于优选的中央投影例如可以通过“表面明暗显示”（SSD）或通过“透视体积着色”（pVR）（或“虚拟内窥镜”）来实现。与此相应地有 SSD 或者还有在虚拟内窥镜中使用的 pSSD。SSD 是一种基于阈值的表面显示，其中通过预先给定阈值形式的图像点值来预先给定图像点。对于每条通过 3D 数据空间的

查找射线确定这样的图像点，即在该图像点上从观察者看去首次达到或超过预先给定的阈值形式的图像点值。SSD 和 VR 之间的原则区别在于，在 SSD 中仅定义一个阈值，但并不透视地显示表面。而在 VR 中则定义多个阈值区域并对它们赋予颜色和通透度。虚拟内窥镜需使虚拟的“内窥镜探头”附近能够透视。结构可与实际内窥镜中不同从不同的方向和运动地来观察。给出虚拟飞过 VOI 印象的所谓的“飞过”是可能的。这不仅是美学上的和印象深刻的，而且也是在诊断上有价值的。尤其是一种所谓的“血管观察”方法能够拍摄作为分析空间的血管内部。

所有上述三维次应用都仅对静态图像进行处理。

然而在现代医学成像方法中，如计算机断层造影（CT）或核自旋断层造影或磁共振断层造影（MR）通常都对三维空间用短时间分辨率来扫描。例如在公知的心脏螺旋 CT 检查中，通过同时扫描一幅截面图像的多行来测量三维体积，虽然其也是有界的。然后采用从多次心脏跳动中在一次螺旋内同时的心脏周期中的数据，以覆盖整个心脏体积。在此可以这样触发数据记录和/或显示，使得主应用与 EKG 设备耦合以触发同时的心脏周期。

类似地，在 DE 10137170 中公开了一种利用呼吸触发的成像医学方法，其中设置了导航系统，以便在标度上再现通过呼吸而运动的身体部位的位置。其中，在预先给定的位置上触发图像拍摄。

但这样的方法同样仅用于静态显示所获得的 3D 数据空间。通过触发实际上保证了获得例如心脏或肺的周期运动的同一阶段的图像。只要在一个时刻由多个层获得数据，如在多层 CT 中或在多层 MRT 中，则尽管在原始数据中附加地包含有时间成分，即记录了空间-时间 4D 数据组，但在次应用的范围内不发生空间-时间图像显示和处理。迄今公知的、目的在于透视地三维分析的三维次应用，即尤其是 pVR、“血管观察”方法或“飞过”方法，都不适用于将 4D 数据组显示为在多个时刻的多个在时间上分成阶段的三维数据体元（Daten-volumina）。

不过，在超声波成像范围内公知有 4D 成像/图像显示，其中将运动显示为 3D 图像的快速序列。但在这里涉及的恰好不是上述意义下的透视立体显示，而仅是平行投影框架下的外观拍摄。以透视立体显示形式的时间-空间 4D 图像显示和处理、尤其是血管内部形式的分析空间，与超声波系统相比首先要求超过迄今为止所有常规方法的计算机性能。这尤其对例如心脏的高频率的快速运动

来说是如此,此外还涉及数据记录和数据容量。在此仅对心脏的在仅仅 20 秒内空间分辨率为 0.5mm 的一次完整三维成像所累积的数据量就有 1G 字节。当前的数据累积率在每拍摄秒 200 至 300 M 字节。尤其是至今对透视立体显示形式的时间-空间 4D 图像显示和处理的可能性尚未有所考虑,因为迄今传统的内窥镜方法或者由于引入内窥镜而限制了分析空间的移动(如在拖拽时),或者完全无法看到内部(如在心脏导管的情况下)。

但根据现代医学诊断的要求,所期望的正是透视立体显示形式的时间-空间图像显示和处理。

### 发明内容

本发明要解决的技术问题是,提供一种以透视立体显示的形式进行医学图像显示和处理的方法和设备,其中,同时进行空间和时间图像显示和处理,即实现 4D 数据空间的图像显示和处理。

本发明的方法技术问题是通过一种本文开头所述的用于以透视立体显示的方式进行医学图像显示和处理的方法解决的,根据本发明其具有下述方法步骤:

- 在多个时刻准备多个在时间上分成阶段的三维数据体元,其中,每个三维数据体元分别对应一个时刻;
- 对于第一时刻对至少一个三维数据体元,在分析空间中预先给定一个空间上绝对固定的观察者位置;
- 对于至少第二时刻对至少另一个三维数据体元,确定空间上绝对固定的观察者位置和分析空间之间的时间相关性;
- 对于该至少第二时刻对该至少另一个三维数据体元,求出分析空间中与该分析空间在空间上相对固定的观察者位置;
- 对于该至少第二时刻对该至少另一个三维数据体元,从空间上相对固定的观察者位置的视角显示分析空间的内部。

在此,本发明出于这样的考虑:尽管原理上对于透视立体显示分析空间内部可以在多个时刻准备多个在时间上分成阶段的三维数据体元,如以三维数据体元的时间序列的形式,但这不能导致有效的透视立体显示形式的空间-时间图像显示和处理。通常实际上是,恰恰是在 pVR 方法中,与平行投影中的外观拍摄不同,运动的部位通过运动首先是改变其空间绝对位置,即尤其是发生

平移。而恰恰是对于在此注意的透视立体显示，即尤其是 pVR，这里尤其是虚拟内窥镜、“飞过”方法和“血管观察”方法，分析空间的显示是由分析空间内的透视实现的。因此常规的、迄今未设置透视立体显示形式的 4D 图像显示的方法，必须强制性地对所有三维数据体元与时刻无关地从一个分析空间内的空间上绝对固定的观察者位置出发。对于外观拍摄仅需对所有时间设置空间上绝对固定的观察者位置。空间上相对固定的观察者位置在外观拍摄时、尤其是在外表面拍摄时完全没有用，最后观察者由于其从外观上看到分析空间而采用外观上的分析空间的运动。这里在透视立体拍摄、尤其是内观拍摄中存在的问题在外观拍摄方法中根本不存在。而正是在这里所提及的透视立体显示方法中，其目的是尤其显示观察者位置附近区域（例如虚拟“内窥镜探头”的附近）的诊断。此外，就透视立体显示而言分析空间内部通常是指比分析空间的位置改变/平移的规模、比其相对于空间上绝对固定的观察者位置来说小得多的度量。因此本发明从下述认知出发，迄今通常的 4D 图像显示和处理不仅是不完善的，而且特别是在要实现透视立体显示时不起作用。

对于常规通过交互实现的新观察者位置的确定，在本发明中则是自动实现的，并导航通过分析空间。观察者位置由运动的分析空间自动检验并在必要时进行跟踪。

在此，在至少第二时刻对至少另一个三维数据体元确定空间上绝对固定的观察者位置和分析空间之间的时间相关性。相关性例如可以分析空间相对于固定观察者位置的绝对相对运动的形式来保持。在此分析空间的运动例如可以是分析空间的重心运动。在这种情况下必须首先求出或确定出分析空间的重心。此外，各种其它确定分析空间运动的可能性也是适用的。例如在本方法的范围内还可以当在至少一个第二时刻对至少一个另一 3D 数据体元转向分析空间时，确定空间上绝对固定的观察者位置是否保持在分析空间的边界内。

因此，原理上为了确定时间相关性确定分析空间的必要时与具体目的相关的特定感兴趣体素相对于空间上绝对固定的观察者位置的任意相对运动就足够了。这样的时间相关性可以在至少一个第二时刻对至少一个另一 3D 数据体元来确定。还可以采用适当选择数目的 3D 数据体元在多个第二时刻来确定这样的时间相关性。作为这种确定的结果，按照在此提出的概念，优选地产生以或多或少根据目的足够量化的形式的分析空间相对于空间上绝对固定的观察者位置运动的认知。



因此,按照在此提出的概念不必将首先采用的空间上绝对固定的观察者位置假设为最终的观察者位置,而是只将其作为临时的观察者位置采用,尤其是在确定时间相关性时。

然后,在至少一个第二时刻对至少一个另一 3D 数据体元求出与分析空间空间上相对固定的观察者位置。

尤其是在对空间上相对固定的观察者位置的扩展中,就可以对分析空间平移的上述起决定作用的位置保持一个距离,该距离对于第一时刻和至少第二时刻例如为常数或位于可接受的范围内。该起决定作用的位置例如是重心或感兴趣的体素或分析空间的边界。所述距离优选对于所有多个时刻为常数或在可接受的范围内。可接受的范围例如这样给出:使得与常数距离的偏差不超过分析空间直径的一小部分,如小于 20%,并且同时使观察者位置始终保持在分析空间内。

因此,在此提出的用于以透视立体显示的方式进行图像显示和处理的新方法的概念在其扩展中实际上对每个时刻以空间上绝对固定的观察者位置的形式确定相对于分析空间的空间上相对固定的坐标系。

在此基础上对至少一个第二时刻至少一个另一 3D 三维数据体元从空间上相对固定的观察者位置的视角显示分析空间。只有在通过上述方法步骤后才可能实际由分析空间内的透视(即由空间上相对固定的观察者位置的视角)来显示分析空间。这种按照新概念显示分析空间有利地保证了对于正在透视观察的分析空间的立体截面观察者位置保持相对静止。

如在上述扩展的范围内所述的那样,特别是在多个时刻对多个在时间上分成阶段的 3D 数据体元求出多个空间上相对固定的观察者位置,并分别从各空间上相对固定的观察者位置的视角来显示分析空间。也就是实际上对多个时刻的每一个求出一个适当的、分析空间内的、用于透视立体显示的空间上相对固定的观察者位置。通过这样的措施例如可以在时间上周期重复并显示跳动的心脏的心脏立体数据组中,借助飞过方法“飞”过血管和心室。因此可以例如展示所在冠状动脉的内观,尽管该动脉由于心脏跳动是绝对运动的,这是因为所提出的新概念保证了空间上相对固定的观察者位置在其相对位置上总是处于该动脉内。该例示出,不必在每个本方法的扩展中都保持空间上相对固定的观察者位置与分析空间的起决定作用的位置的常数距离。尽管优选如此,因为以这种方式实际上可以特别优选的图像显示方式仅显示分析空间的收缩和扩张,其

中分析空间的运动完全与分析空间运动的绝对平移无关。

然而在这样的扩展中也可使空间上相对固定的观察者位置相对于分析空间的起决定作用的位置的距离可变。但在这种情况下这里所提出的新概念保证空间上相对固定的观察者位置保持在分析空间内。即在此意义上观察者位置与分析空间在空间上相对固定。这保证了对于多个时刻的每一时刻在分析空间内进行适当透视立体显示。

优选地，从空间上相对固定的观察者位置的视角显示图像，并在预先给定查找射线的条件下作为两维图像实现。

尤其是可以采用其它在进行透视立体显示时用于产生 3D 效应的措施。

尤其适当的是以两个或多个两维图像的形式、采用两个或多个在空间上相互稍微错开的相对固定的观察者位置来进行图像显示。在此优选的是每个相互稍微错开的相对固定的观察者位置对应于一条查找射线，这些查找射线尤其是交叉的，并优选以适当选择的距离。该两个或多个图像可以分开引入观察者的左、右眼，并直接产生具有意义的 3D 效应的视觉上的透视立体显示。

在本发明的一特别优选的扩展中，以虚拟内窥镜的形式进行空间-时间（4D）图像显示。利用在此提出的概念首次能够通过透视立体显示方法，尤其是借助虚拟内窥镜、飞过或“血管观察”方法从内部对在时间上或强或弱平移运动的分析空间进行检查，而不会使观察者位置由于分析空间的空间平移运动而从分析空间内移出。此外，在此提出的概念还提供了多个 4D 图像显示和处理的可能性，其优选尤其从空间上相对固定的观察者位置的视角在预先给定查找射线的情况下作为两维图像来实现。

在此可以对在多方面产生影响的运动图像进行顺序地或交互地处理并加以显示。

在另一种扩展中，可以对多个空间上相对固定的观察者位置和一个选出的时刻进行图像显示，从而使两维图像作为空间改变的运动图像。即可以在一个固定的选出的时刻飞过分析空间。

尤其是在使用者交互的情况下，优选提供在三维数据体元内对所选出的时刻进行空间导航的可能性。这尤其涉及在分析空间内的空间导航可能性。因此使用者可以在一个固定的选出的时刻例如通过鼠标或操作杆，逐图像地翻阅空间序列的视图，或根据期望在所选出的视图间跳跃。

在此提出的概念允许沿时间轴在空间-时间 4D 图像显示中施加完全相似的

影响。尤其是对多个时刻和一个所选出的、尤其是空间上相对固定的观察者位置进行图像显示，从而使两维图像作为时间改变的运动图像。在这种扩展中，可以得到特殊的益处，即完全消除分析空间的空间绝对平移运动，从而只有分析空间相对于空间上相对固定的观察者位置的相对运动可见并被诊断。这涉及各种收缩、扩张、或其它在分析空间中或分析空间本身的相对运动。

优选地，为了诊断的目的为时间改变的运动图像的运行设置可变可调的速度。尤其是为应用者提供了在三维数据体元内对所选出的尤其是空间上相对固定的观察者位置进行时间导航的可能性。尤其优选的是为应用者提供在分析空间内时间导航的可能性。时间导航的可能性应理解为应用者沿时间轴进行导航的可能性或所施加的影响。应用者可通过鼠标或操作杆，逐图像地翻阅时间序列的视图，或根据期望在所选出的视图间跳跃。

在一种扩展中例如可将时间根据实际时间减慢或加快，以便例如能够更好地判断快速心脏运动或慢速结肠运动。应用者还可以步进地或连续地在时间轴上前、后移动。

在未来的应用中，在此提出的概念在 pVR 领域内具有很大的潜力。在此提出的概念尤其在以虚拟内窥镜的方式进行 3D 图像显示的成像方法中被证明具有优点。这样的也称为腔内视图的虚拟内窥镜视图所涉及的实际上是透视 VR。该技术的首选应用领域是也可以使用内窥镜的解剖结构。其中包括支气管树、大血管、结肠以及副鼻窦系统。此外，它还可用于如肾囊区域和胃肠区域等内窥镜不可达的区域。

此外，按照上述概念的以透视立体显示的方式进行空间-时间图像显示和处理，恰在迄今传统的内窥镜可达的应用中得到尤其适当的证明。这尤其涉及对血液循环的观察，如冠状动脉、主动脉、静脉，以及在其中尤其涉及的对静脉泵的显示。此外，还在血液循环影响下的心室和心脏瓣膜区域给出全新的应用领域。同样，利用在此给出的概念还可以检查呼吸对肺部的影响。正是在迄今内窥镜不可达的涉及运动分析体元的领域内，证明了该新概念尤其具有优点。

本方法尤其在由采用造影剂获得的 3D 数据空间出发的成像方法中被证明具有优点。这些尤其涉及血液循环，即血管和心脏、内腔镜、支气管镜，有时还涉及囊镜。为此所述方法可以对结肠或支气管或囊的计算机断层造影图像进行图像显示和处理。需要明了的是，在此所述和要求保护的概念同样可以用于医学成像领域内的图像显示和处理，其中，数据空间通过其它模件获得。

2D 或 3D 数据空间例如也可以在磁共振断层造影或核自旋断层造影(MRT) 范围内获得。这实际上展示了,也可以对 MRT 中的常常运动的分析体元进行检查,其中,按照所提出的概念对作为相对固定的观察者位置的观察者位置进行跟踪是具有优点的。一个例子是对血管中流动的、用造影剂标记的血液进行检查。这导致空间上移动的信号,其可通过按照所提出的概念对观察者位置进行跟踪来得到补偿。随着 MRT 的时间分辨率不断改善,所提出的概念在 MRT 中的应用就越具有优势。

其它的应用领域有位置散射断层造影(PET)。

本发明的关于装置的技术问题通过一种计算机断层造影设备来解决,其具有至少一个用于实施本发明方法的操作部件。这样的装置例如可以所谓的“支架”管的形式用所属的操作元件来实现。另一个例子是数字放射学领域内的设备,尤其是通常是开启的设备的所谓的“C 型”放射设备。在此尤其是在 C 形弓架的两端分别设置了 X 射线源和检测器。在此关系上建立了 C 型计算机断层造影的概念。

关于装置本发明还可在用于对计算机断层造影图像进行图像显示和处理的工作站上进行,其具有至少一个用于实施本发明上述方法的操作部件。

操作部件尤其涉及软件装置,例如可是单独的或组合的软件模块、设备驱动器,和/或硬件装置,例如鼠标或图像屏幕界面。

本发明还可用用于对计算机断层造影图像进行图像显示和处理的计算机程序产品实现,其具有至少一个用于实施本发明上述方法的软件模块。

计算机程序产品尤其可以在迄今公知的涉及三维透视次应用的程序产品基础上这样构成,如“飞过”方法、虚拟内窥镜或“血管观察”方法,使得对作为输入对空间-时间 4D 数据空间进行处理,并在其基础上进行计算。此外,计算机程序产品尤其具有用于在至少一个第二时刻对至少另一个 3D 数据体元求出与分析空间在空间上相对固定的观察者位置的软件模块。

## 附图说明

下面借助附图描述本发明的实施例,其中示出:

图 1 举例示出在一种特别优选的实施方式中应用所提出的概念,其中,对于第一时刻对一个三维数据体元,在分析空间中预先给定一个空间上绝对固定的观察者位置,并且对于至少第二时刻对至少另一个三维数据体元确定空间上

绝对固定的观察者位置和分析空间之间的时间相关性;

图 2 示出根据所提出的概念本发明方法的特别优选的实施方式的流程图。

### 具体实施方式

图 1 举例示出了根据所提出的概念本发明方法的应用。下面对本发明方法的优选实施方式以心脏体积数据组形式的 3D 数据体元 1、1' 为例进行解释。为简便起见图 1 所述例子中的 3D 数据体元 1 的范围在时刻  $t_1$  与 3D 数据体元 1' 的范围在时刻  $t_2$  重合, 因此两个 3D 数据体元 1、1' 通过相同的盒子示出。在本例中的问题是, 血管形式的分析空间 3 由于心脏跳动而改变位置、即其绝对空间位置, 并由此发生平移运动。血管在 3D 数据体元 1 中在时刻  $t_1$  作为分析空间 3 被发现, 而其在 3D 数据体元 1' 中在时刻  $t_2$  处于图 1 中用虚线示出的另一位置, 即在 3D 数据体元 1' 中在时刻  $t_2$  分析空间 3' 的位置。在此分析空间 3 和分析空间 3' 表示同一血管。

本方法中预先给定在第一时刻  $t_1$  对 3D 数据体元 1 在分析空间 3 中空间上绝对固定的观察者位置 5。如果在常规方法中保持在空间上绝对固定的观察者位置 5, 则在时刻  $t_2$  相同的空间上绝对固定的观察者位置 5 将在分析空间 3' 之外, 并由此位于血管之外。因此在时刻  $t_2$  就已不再可能在分析空间 3' 中进行透视立体显示。

在本发明方法的在此示出的优选实施例中, 在第二时刻  $t_2$  对另一个三维数据体元 1' 确定空间上绝对固定的观察者位置 5 和分析空间 3' 之间的时间相关性 7。为了确定空间上绝对固定的观察者位置 5 和分析空间 3' 之间的时间相关性, 至少采用一个查询, 利用其确定空间上绝对固定的观察者位置 5 在时刻  $t_2$  是否仍处于分析空间 3' 内。分析空间 3' 由于心脏跳动仅在时刻  $t_2$  较在时刻  $t_1$  发生了位置改变。

在图 1 所示的实施方式中, 这样确定分析空间 3、3' 的位置, 即对分析空间 3 确定重心 9, 对分析空间 3' 确定重心 9'。重心 9、9' 的顺序在图 1 中分别通过点划线表示。因此比较时刻  $t_1$  和  $t_2$  可以确定分析空间 3 相对于分析空间 3' 的重心移动。由此确定时间相关性 7, 即在时刻  $t_1$  确定空间上绝对固定的观察者位置 5 相对于重心 9 的距离, 在时刻  $t_2$  确定空间上绝对固定的观察者位置 5 相对于重心 9' 的距离。结果确定出在时刻  $t_1$  和时刻  $t_2$  的不同距离, 由此得出时间相关性。

根据该结果对第二时刻  $t_2$  对另一三维数据体元  $1'$  求出与该分析空间  $3'$  在空间上相对固定的观察者位置  $5'$ 。这原则上可通过任何取决于应用情况的适当的方式来实现。在图 1 所示例子中, 选择重心  $9'$  形式的空间上相对固定的观察者位置  $5'$ 。

可以用多种方式来确定重心  $9$ 、 $9'$ 。在此需考虑医学应用的细节和分析空间  $3$ 、 $3'$  的几何形状。尤其是还可以利用关于分析空间  $3$ 、 $3'$  的权重来进行加权的重心确定。本例中为简单起见将空间上绝对固定的观察者位置  $5$  和空间上相对固定的观察者位置  $5'$  选择为血管形式的分析空间  $3$ 、 $3'$  的孔径表面  $12$ 、 $12'$  的中点。

观察者位置  $5$ 、 $5'$  例如被选为与所显示的分析空间  $3$ 、 $3'$  一起运动的空間上相对于分析空间  $3$ 、 $3'$  固定的坐标系  $11$ 、 $11'$  的形式, 在本例中被选为与分析空间  $3$ 、 $3'$  一起运动的重心坐标系  $11$ 、 $11'$ 。

在分析空间  $3$ 、 $3'$  中的图像显示由空间上相对固定的观察者位置  $5'$  和先前的空間上绝对固定的观察者位置  $5$  以及在各预先给定的查找射线  $13$ 、 $13'$  下在一起运动的坐标系  $11$ 、 $11'$  中的透视来实现。这尤其使围绕观察者位置  $5$ 、 $5'$  附近区域的透视显示成为可能。这样的 pVR 类似于由设置在观察者位置  $5$ 、 $5'$  上的内窥镜探头所得到的显示。

借助图 1 仅对该方法在第一时刻  $t_1$  和第二时刻  $t_2$  进行了举例说明。该方法的实施在实践中可以始终限制在两个时刻或限制在多个适当选择的时刻。

在本例中该方法按照新概念涉及求得多个未详细示出的类似于空间上相对固定的观察者位置  $5'$  的空间上相对固定的观察者位置。

尤其具有优点的是, 该方法以在此所述的方式对多个在此未详细示出的时刻  $t_i$ ,  $i = 1, 2, 3, \dots$  实施。在这种情况下对于多个时刻  $t_i$  对多个在时间上分成阶段的三维数据体元 (类似于数据体元  $1'$ ), 求出多个空间上相对固定的观察者位置 (类似于观察者位置  $5'$ ), 并分别从各空间上相对固定的观察者位置 (类似于观察者位置  $5'$ ) 的视角显示各分析空间 (类似于分析空间  $3'$ )。优选地, 在所示例子中这导致对待诊断的血管的虚拟内窥镜形式的空间-时间 4D 显示。图像显示作为具有空间透视效应的两维图像实现。

还可以超过本例基于所确定的时刻  $t_1, t_2, \dots, t_i$ ,  $i = 1, 2, 3, \dots$  之间的时间相关性 7 实际上从 4D 图像显示中消除每个分析空间  $3$ 、 $3'$  (在此以血管的形式) 的绝对空间平移运动。为此可以从空间上相对固定的观察者位置  $5$ 、 $5'$  的视角出

发、即在共同实施但相对于分析空间 3、3' 固定的坐标系 11、11' 中，对图 1 所示的血管的每个实际改变（如收缩或扩张或其它感兴趣的血管内的过程）进行可靠地显示。通过对血管的没有干扰的平移效应的显示得到多种有价值的诊断可能性。特别是可以对多个时刻  $t_i, i = 1, 2, 3, \dots$  和所选出的空间上相对固定的观察者位置 5、5' 进行图像显示，从而使两维图像作为时间改变的运动图像。该运动图像可以可变可调的速度运行或者使用者可以逐页翻阅该运动图像，即逐时间步长  $t_i$  翻阅。

因此，在此示出的该方法的实施方式中，为在一起运动的坐标系 11、11' 中透视地显示出血管，在采用相应的查找射线 13、13' 的情况下，对每个时刻  $t_1, t_2, \dots, t_i, i = 1, 2, 3, \dots$  求出一个适当的观察者位置 5、5'，特别是适当的空间上相对固定的观察者位置 5'。观察者位置 5、5' 对于正在透视观察的分析空间 3、3' 的立体截面来说相对静止。由于观察者位置 5、5' 位于冠状动脉内，本实施方式允许以这种方式观察冠状动脉内部，尽管该动脉本身由于心脏跳动而绝对运动。

图 2 示出本发明的计算机断层造影方法的特别优选的实施方式的流程图，其由采用造影剂获得的 3D 数据空间出发。在开始 21 之后，该方法进入到方法步骤 23，对多个时刻  $t_1, t_2, t_3, \dots, t_i$  准备多个在时间上分成阶段的三维数据体元  $V_1, V_2, V_3, \dots, V_i$ ，其中，每个三维数据体元  $V_i$  对应于一个时刻  $t_i$ 。在此，下标  $i$  为自然数 1, 2, 3, 等等，必要时达到最大数  $n$ ，其将三维数据体元  $V_i$  和时刻  $t_i$  进行连续编号。

在方法步骤 25，在第一时刻  $t_1$  对至少一个三维数据体元  $V_1$  在分析空间中预先给定空间上绝对固定的观察者位置  $O_1$ 。观察者位置  $O_1$  例如可以选择为图 1 中观察者位置 5 的形式。分析空间例如可以选择为图 1 中分析空间 3 的形式。

在方法步骤 27，在至少第二时刻  $t_2$  对至少另一个三维数据体元  $V_2$  确定空间上绝对固定的观察者位置  $O_1$  和分析空间之间的时间相关性。该相关性在方法步骤 27 中例如表示在观察者位置  $O_1$  和三维数据体元  $V_3$  之间以及在观察者位置  $O_1$  和三维数据体元  $V_i, i = 1, 2, 3, \dots$  之间。

在方法步骤 29，对第二时刻  $t_2, t_3, \dots, t_i$  对另一三维数据体元  $V_2, V_3, \dots, V_i$  求出与分析空间在空间上相对固定的观察者位置  $O_2, O_3, \dots, O_i$ 。这些空间上相对固定的观察者位置  $O_i$  例如可以图 1 所示空间上相对固定的观察者位置 5' 的形式为分析空间 3' 选出。

在方法步骤 31, 对于时刻  $t_1, t_2, t_3, \dots, t_i, i = 1, 2, 3, \dots$  对三维数据体元  $V_1, V_2, V_3, \dots, V_i$  从观察者位置  $O_1, O_2, O_3, \dots, O_i$  的视角显示分析空间。

该方法可以直至结束 35 通过多个显示和交互可能性对两维时间变化的运动图像进行补充, 例如通过使用者在方法步骤 33 的交互, 其中, 可用可变速度调节时间变化的运动图像的运行, 或者可以逐页翻阅该运动图像。

在图 2 所示方法步骤 21 至 35 中, 还可以显示在计算机断层造影设备中用于实施该方法的操作元素或用于对计算机断层造影图像进行图像显示和处理的工作站的操作元素。尤其是在图 2 所示方法步骤 21 至 35 中还可以显示用于对计算机断层造影图像进行图像显示和处理的计算机程序产品的用于实施该方法的程序模块。尤其是方法步骤 29 可以被综合为计算机程序产品的程序模块, 其中, 该程序模块用于对至少一个第二时刻  $t_2, t_3, \dots, t_i$  对至少一个另一三维数据体元  $V_2, V_3, \dots, V_i$  求出与分析空间在空间上相对固定的观察者位置  $O_2, O_3, \dots, O_i$ 。

为了能够有利地以透视立体显示的方式进行空间-时间图像显示和处理, 在新概念下的方法具有下述方法步骤:

- 用于以透视立体显示的方式进行医学图像显示和处理的方法具有下述方法步骤:

- 在多个时刻  $t_1, t_2, t_i$  准备多个在时间上分成阶段的 3D 数据体元  $1, 1', V_i$ , 其中, 每个 3D 数据体元  $1, 1', V_i$  分别对应一个时刻  $t_1, t_2, t_i$ ;

- 在第一时刻  $t_1$  对至少一个 3D 数据体元  $1, V_1$  在分析空间 3 内预先给定空间上绝对固定的观察者位置  $5, O_i$ ;

- 在至少一个第二时刻  $t_2, t_i$  对至少一个另一个三维数据体元  $1', V_i$  确定空间上绝对固定的观察者位置  $5, O_1$  与分析空间  $3'$  之间的时间相关性 7;

- 在该至少一个第二时刻  $t_2, t_i$  对该至少一个另一个 3D 数据体元  $1', V_i$  求出与分析空间  $3'$  在空间上相对固定的观察者位置  $5', O_i$ ;

- 对于该至少一个第二时刻  $t_2, t_i$  对该至少一个另一个 3D 数据体元  $1', V_i$  从空间上相对固定的观察者位置  $5', O_i$  的视角显示分析空间  $3'$ 。



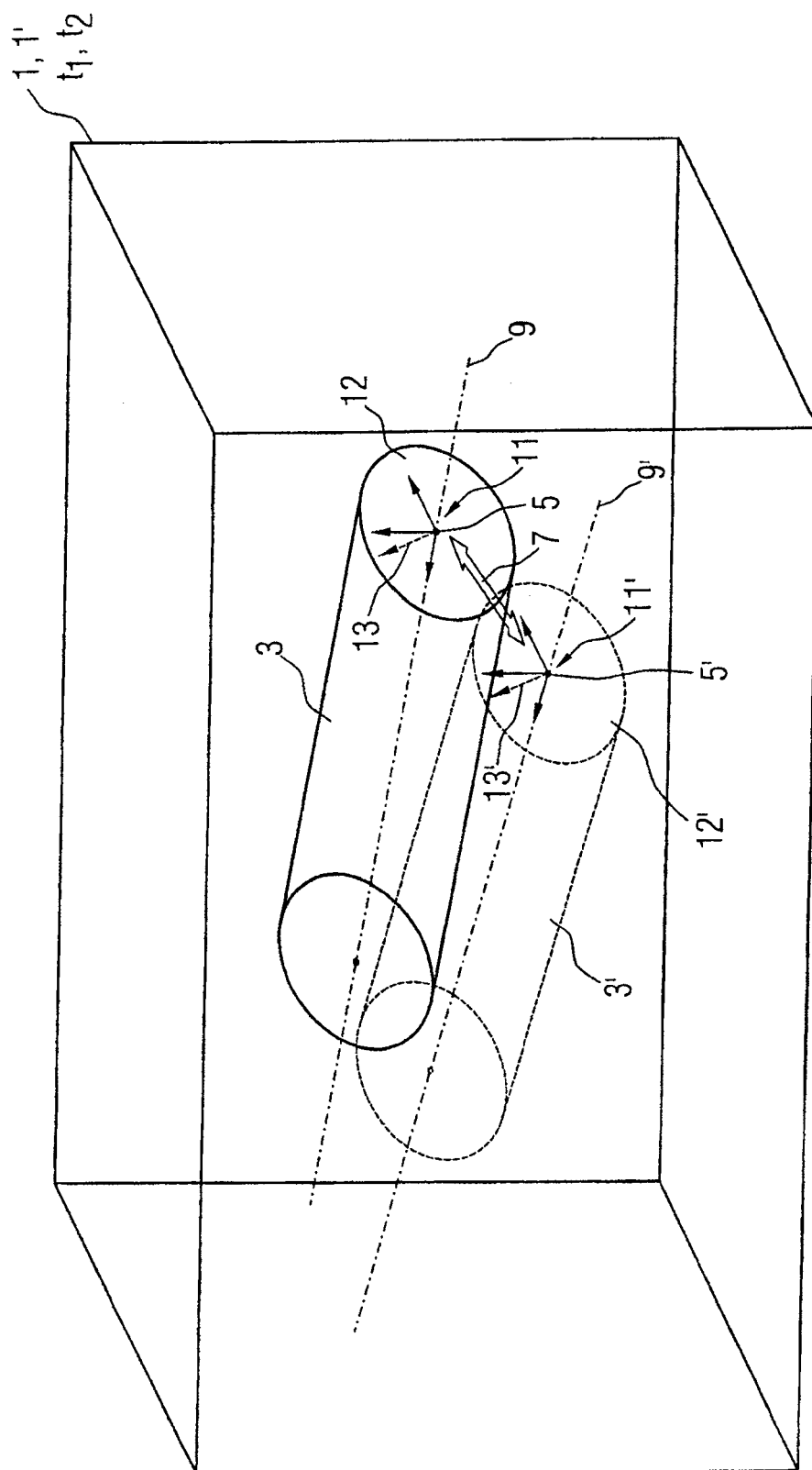


图 1

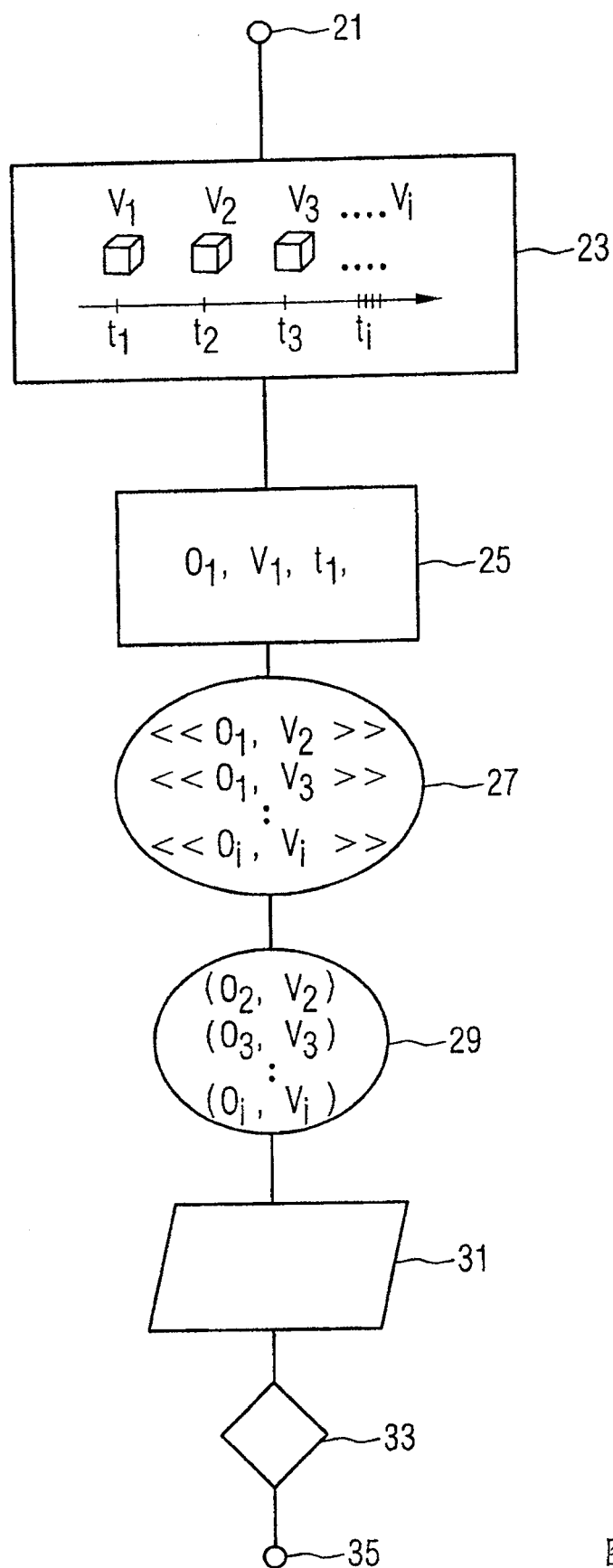


图 2

专利名称(译)	医学图像显示和处理方法、CT设备、工作站及程序产品		
公开(公告)号	<a href="#">CN100539947C</a>	公开(公告)日	2009-09-16
申请号	CN200510070184.X	申请日	2005-05-10
[标]申请(专利权)人(译)	西门子公司		
申请(专利权)人(译)	西门子公司		
当前申请(专利权)人(译)	西门子公司		
[标]发明人	赫尔穆特·克罗普费尔德		
发明人	赫尔穆特·克罗普费尔德		
IPC分类号	A61B6/03 A61B5/055 A61B5/00 G06F17/00 G06T1/00 G06T15/00 G01R33/20 A61B6/00 A61B19/00 G01R33/48 G06T7/20 G06T15/20 G21K1/12 H05G1/60		
CPC分类号	G06T19/00 G06T7/20 G06T2200/04 G06T15/20 G06T2207/10072 G06T2207/30048 G06T19/003 A61B6/027 G06T15/08		
代理人(译)	马莹 邵亚丽		
审查员(译)	沉显华		
优先权	102004022902 2004-05-10 DE		
其他公开文献	CN1695556A		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a> <a href="#">SIPO</a>		

# 摘要(译)

本发明涉及一种以透视立体显示的方式进行医学图像显示和处理的方法，具有步骤：在多个时刻( $t_1$ ,  $t_2$ ,  $t_i$ )准备多个在时间上分成阶段的三维数据体元( $1$ ,  $1'$ ,  $V_i$ )；在第一时刻( $t_i$ )对至少一个三维数据体元( $1$ ,  $V_1$ )预先给定空间上绝对固定的观察者位置( $5$ ,  $O_i$ )；在至少第二时刻( $t_2$ ,  $t_i$ )对至少另一个三维数据体元( $1'$ ,  $V_i$ )，确定空间上绝对固定的观察者位置( $5$ ,  $O_1$ )和分析空间( $3'$ )之间的时间相关性( $7$ )；在该至少第二时刻( $t_2$ ,  $t_i$ )对该至少另一个三维数据体元( $1'$ ,  $V_i$ )，求出与该分析空间相对固定的观察者位置( $5'$ ,  $O_i$ )；在该至少第二时刻( $t_2$ ,  $t_i$ )对该至少另一个三维数据体元( $1'$ ,  $V_i$ )，相对固定的观察者位置( $5'$ ,  $O_i$ )的视角显示分析空间的内部。

