



# [12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 97122450.1

[45] 授权公告日 2005 年 2 月 9 日

[11] 授权公告号 CN 1188079C

[22] 申请日 1997.11.1 [21] 申请号 97122450.1

[30] 优先权

[32] 1996.11.1 [33] US [31] 029967

[32] 1997.2.5 [33] US [31] 794981

[71] 专利权人 通用电气公司

地址 美国纽约州

[72] 发明人 R·I·哈特利 R·W·M·柯温

H·E·克莱因

审查员 周东莉

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

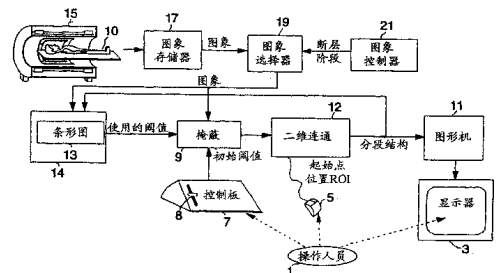
代理人 傅康 陈景峻

权利要求书 3 页 说明书 6 页 附图 1 页

[54] 发明名称 心脏图的快速分段

[57] 摘要

一种心脏分段系统，能拍摄出作为体积断层和作为在心动周期各不同时间拍摄的图象的一系列图象，并以交互方式向操作人员显示图象。该系统在有关部位(ROI)和拟分段处选择起始点。接着，用掩蔽装置进行阈值处理。三维连通装置将 ROI 内类别与扩展起始点的各点识别为分段结构。扩展分段结构并绘制条形图。选择将条形图模式分开的新阈值，并用它对现行图象进行修订和最后分段，等等。对一系列图象重复此操作得出分段结构，由此预测心脏的官能度。



I S S N 1 0 0 8 - 4 2 7 4

1. 一种图象分段系统，用于将一组在一周期内的多段期间所得到的立体图象分段成多个结构，它包括：

- 5           a) 一个图象存储器，具有所述预存的一组代表在多段期间得到的各图象的断层的立体的数据；
- b) 一个掩蔽装置，用于以交互的方式接收由操作者确定的阈值，并通过图象断层的操作建立一个向操作者显示出表示具有高于或低于阈值的值的象素的阈值图象；
- 10           c) 一个二维连通装置，耦合至所述掩蔽装置，用于从所述掩蔽装置接收阈值、由操作者确定的起始点和有关部位以及图象断层，该装置之操作通过确定由位于有关部位之内并具有高于阈值的值的起始点的预定附近处开始的图象的邻接点来对立体图象进行分段，使图象断层呈分段结构；
- 15           d) 一个图象选择器，耦合至图象存储器和掩蔽装置，用于从存储器选择其中一个图象作为现行图象，并将选出的图象传送给掩蔽装置，以产生阈值图象；
- e) 一个阈值更新装置，耦合至掩蔽装置和图象选择器，用于接收现行图象断层、以时间或以空间方式与所述现行图象断层相毗邻的多幅图象、分段结构和有关部位，分析分段结构及其附近的象素的明暗度和计算经更新的阈值，所述经更新的阈值提供给二维连通装置以便对现行图象断层进行第二次分段，所述经更新的阈值还用作毗邻各图象断层的初始阈值；和
- 20           f) 一个阈值更新装置，耦合至掩蔽装置和图象选择器，用于在多段期间接收分段结构的多幅毗邻的图象断层、用于按预定的量扩展分段结构、用于建立扩展的分段结构的至少其中一个断层的象素值的条形图、用于确定可将条形图的各峰值分开的阈值并将此阈值提供给掩蔽装置以对毗邻的断层继续进行分段。

2. 根据权利要求 1 所述的图象分段系统，其特征在于，所述阈值更

新装置用于接收在空间上毗邻的多幅图象断层、按预定的量扩展分段结构、以有效的空间过滤方式建立扩展的分段结构的各象素值的条形图、确定可将条形图的各峰值分开的经更新的阈值、并将此经调整的阈值提供给掩蔽装置以用于第二次对图象进行分段。

5           3. 根据权利要求1所述的图象分段系统,其特征在于,它还包括:  
          一个控制板,耦合至掩蔽装置,以使操作者可以确定输入包括初始  
          阈值、起始点和有关部位的内容。

          4. 根据权利要求1所述的图象分段系统,其特征在于,它还包括:  
          a) 一个显示装置,用于显示提供来的图形信号的直观图象;  
10           b) 一个图形机,耦合至显示装置、掩蔽装置和二维连通装置,用于  
          根据操作者确定的输入内容以交互的方式建立阈值图象的图形信号,并  
          将这些信号显示在显示装置。

          5. 根据权利要求1所述的图象分段系统,其特征在于,所述阈值更  
          新装置用于接收在时间上毗邻的多幅图象断层、用于按预定的量扩展分段  
15           结构、用于以有效的的时间过滤方式建立扩展的分段结构的各象素值的条形  
          图、用于确定可将条形图的各峰值分开的经更新的阈值并将此经调整的阈  
          值提供给掩蔽装置以用于第二次对图象进行分段。

          6. 一种将在一周期内的多段期间得到的多幅所要求体积的断层图象  
          分段成解剖结构的方法,包括下列步骤:

20           a) 选择在初始断层和阶段得出的现行图象作为初始图象;  
          b) 选择初始阈值;  
          c) 显示一组具有高于或低于该阈值的值的点作为阈值图象;  
          d) 在阈值图象上选择有关部位和位于有关部位内的起始点;  
          e) 将有关部位内的图象的点分类为高于阈值或低于阈值的;  
25           f) 鉴别与起始点相同类别的诸邻接点的区域,该区域由通过与此  
          同类别的各点与起始点相连接,因而确定出此图象中的分段结构;  
          g) 通过以下步骤分析分段结构及其邻近的各象素以确定经更新的  
          阈值:

          i. 在多幅相同期间/断层的图象中按预定的量扩展分段结

- 构, 以得出扩展区域; 和
- ii. 分别以有效的时间/空间的过滤方式对在多幅图象中的扩展区域确定其明暗度的条形图;
  - iii. 选择可将条形图的模式分开的经调整的阈值;
- 5           h) 重复步骤 e 和步骤 g 将现行图象再次分段以计算出经更新的阈值;
- i) 按期间或空间选取现行图象的毗邻图象; 和
  - j) 重复步骤 e 至 i, 对多幅图象各自采用顺序更新的阈值, 以得出覆盖多个期间的三维分段结构。
- 10           7. 根据权利要求 6 的将多幅断层图象分段的方法, 其特征在于, 用于对除第一幅图象之外的图象进行分段的起始点和初始阈值的选择的步骤包括:
- a) 为在时间或空间上毗邻的图象选择一个起始点, 作为经更新的分段结构的质心; 和
- 15           b) 选择毗邻图象的初始阈值作为现行图象的经更新的阈值。
8. 根据权利要求 7 的将多幅断层图象分段的方法, 其特征在于, 所述经更新的阈值与初始阈值同等。

## 心脏图的快速分段

5 技术领域

本发明涉及图象处理，更具体地说，涉及根据一系列心脏图对三维结构进行的分段。

背景技术

10 观察对象的心脏的医学图象一般由贯穿心脏三维体的若干断层图象组成。此外，心脏还可在心动周期的若干不同时刻(阶段)拍摄成图象。这样，将所有图象拼凑起来就得出一次心动整个过程中的心脏图。

经常总希望用这一套图象来获取医学诊断上有用的有关心脏跳动的定量资料。这类资料包括心脏血容量、排血量和心壁跳动量的测定值。要进行这种测定，需要检测和区分心脏附近解剖上不同的各部位。对同一材料各邻近部位的鉴别叫做分段(segmentation)。诊断心脏疾病时，特别重要的一点是要能够进行分段并测定出观察对象心室的血容量。

由于其重要的在生理功能，因而左心室的分段特别重要。

20 从医学图集分析左心室历来还采用了其它方法。一种方法是将容积作为一多面体制成模型，再改变模拟参数使该模型与测定的血量一致，如 D. Metaxas 和 D. Terzopoulos 在 1991 年《IEEE(电气与电子工程师协会)计算机图象和图形识别》一书第 337~343 页上发表的题为“强迫应变超二次型和非刚体运动的跟踪”的一文中所述的那样。

25 这里也可采用三维模板来代替多面体。采用三维模板的方法往往非常之慢，目前不适宜供临床使用。

另一种方法是用各图象中的曲线制成心室的模型，且每次对一个图象进行分段。这些方法通常叫做“蛇模”法，其缺点在于，通常过于依赖一些初始的未知参数，而且收敛速率是个问题。

有人也采用了简单的阈值法来分析图象各部位。Nobuyuki Otsu 在 1978

5 年在日本京都召开的第四次国际图形识别联合会议的会议记录第 592 ~ 596 页上发表的题为“分辨函数和最小二乘方阈值的选择”一文中介绍了按图象明暗度将两图象分离成两部分的阈值处理法。这种算法就叫做 DTSM 阈值法。用贯穿所有断层和阶段的单一阈值的阈值法通常是不行的，因为每一个图象的明暗度都不同。明暗度的这些变化是由于血流速度不同和成象参数变化所致。

目前，需要有一个更精确能对一个心动周期的不同时间获得的三维体图象内的结构进行分段的系统。

## 10 发明内容

本发明将一个心动周期的多个阶段获取的所要求三维体的多幅断层图象接收下来。这可以是在整个心动周期的不同时间获取的心脏磁共振 (MR) 血管造影图象，在此期间，这些图象都分段成多个三维解剖结构。

15 一开始，先鉴别有关部位 (ROI) 和 ROI 内的起始点以及初始阈值。从在初始断层和阶段获取的初始图象开始，将 ROI 内的图象各点分为超过和不超过阈值的。

作为起始点类别相同的邻近各点，由于通过类别都相同的各点与起始点连接起来，因而被识别为在此图象中形成的分段结构。

20 图象内的分段结构按预定量扩展后形成扩展区，接着，确定扩展区明暗度的条形图，选取将条形图的模态分开的一个调节的阈值。然后选取目前这个图象的下一个在阶段或空间上毗邻的图象。

接着，确定根据新调节的阈值对明暗度进行分类的步骤和确定连接起始点的同类别的各点的步骤。这样就得出另一个经分段的结构。这个步骤对多幅图象反复进行从而在此期间得出一个三维经分段的结构。通过内插  
25 各中间图象，可以构成一个短运动图象，显示出结构在该周期期间的运动过程。

本发明的目的是提供一种识别在一定时间内以一定三维体的形式获得的多幅图象中经分段的各结构的系统。

本发明相信是新颖的特点在所附权利要求书中具体提出。但要全面理

解本发明在组织和操作方法连同其目的和优点最好参阅下面结合附图所作的说明。

### 附图说明

5 附图中，图1是本发明一个实施例的简化方框图。

### 具体实施方式

本发明采用自适应阈值法，即用阈值法分析血容量，但阈值可因断层的不同或阶段的不同而不同。

10 阈值只能局部地在有关部位(ROF)内识别左心室的血容量，这是因为还有图象的其它部位亮度超过亮度阈值。举例说，右心室血液在图象上的明暗度会与左心室的类似。因此，对整个图象完全采用阈值法处理也不足以达到左心室血容量分段的目的。

下面的特点对左心室血容量的分段有用：

- 15 1. 在各图象(即单个断层和阶段)中，血液可根据图象明暗度与周围的组织区分开来。
2. 在各图象中，郁血池呈连接状。
3. 各图象分段用的阈值会接近毗邻阶段和断层中各图象使用的阈值。
4. 左心室郁血池的图象不会从一个断层到下一个断层或从一个阶段到
- 20 下一个阶段偏离得非常远。

图1中，医学成象装置15在例如心动周期之类的周期性周期的多个阶段拍摄观察对象10的多幅断层图象。医学成象装置15可以是磁共振(MR)成象装置。阈值更新装置14的作用是确定分离这两部位的最佳阈值。传统上确定阈值的方法有很多。在一个实施例中，阈值更新装置14装有条形图

25 装置13，这是获取一个心动周期各不同阶段血管造影数据集的装置。

观察对象左心室中的血液拍摄出的图象，其明暗度与周围组织的不同。这个明暗度上的不同往往只借助于阈值法就足以识别血量相应图象的ROI。

在下面的整个说明中，假设血液是亮的(明暗度高)，但也可采用暗的

血液图象，而且血液可用本发明用不同的阈值或通过颠倒图象的明暗度进行分段。

将来自医学成像装置 15 的图象存入存储器 17 中。

5 图象控制器 21 确定下一个应处理的阶段和图象，并将断层和阶段传送给图象选择器 19，由图象选择器查找存储器 17 中的图象，并将图象提供给掩蔽装置 9。图象控制器一般定时或在一定的空间选择毗邻的图象。这里毗邻图象是指同阶段(拍摄时间)而物理上毗邻的断层，或前两次拍摄出的图象的同一断层，或后两次毗邻阶段。

10 掩蔽装置 9 接收 ROI 和阈值，并将 ROI 内的各点按超过或不超过阈值分类。为避免起始点本身处在阈值以下的位置，将起始点扩大预定的例如 5 个象素的幅度，以减少处在低明暗度小区中的机会。

ROI 内的分类点和起始点传送给二维连通装置 12，由装置 12 确定包括起始点在内类别相同的各邻接点。连接好的各组成部分用一般的连通算法从起始点的小邻接点开始计算。同一阈值范围内 ROI 中所有连接的位置群

15 视为一个分段结构。

各邻接点也邻接起始点，经三维连通装置确定之后提供给图形机 11，由图形机 11 将这些点在显示部分 3 上显示给操作人员 1 看。

#### 初始化

初始化可以通过给图象集中的一幅图象规定下列内容进行：

- 20
1. 有关部位(ROI)，大得足以容纳有待在所有图象中分段的部位；
  2. 起始点，在有待分段的部位(例如左心室)内部；和
  3. 阈值，能精确将待分段部位的明暗度与周围组织的明暗度加以区分。

25 识别 ROI 时，操作人员 1 可以交互的方式确定指示装置 5 的位置，按一般绘图程序的方式绘制矩形或椭圆形，同时观看直观显示部分 3。

起始点是操作人员在 ROI 内部指定的一个点，它也可以由指示装置 5 指定。

阈值可按适当的方式输入，例如由控制板 7 上操纵滑杆 8 输入。

在最佳实施例中，滑杆的各位置表示特定的阈值。滑杆 8 移到新值的



位置时,系统的其余部分将ROI内的图象部分分段,ROI内上述各阈值点含起始点相邻小部分的连接组成部分则以新颜色显示在显示屏上。通过移动滑杆7,操作人员交互地选择如此显示出的经分段部位对应于ROI内,例如,心室内部分段结构的新阈值。取此阈值为初始阈值。

- 5 ROI、起始点和初始阈值的初始化可以只就一个图象进行,接着进行的自动处理过程会通过其它图象跟踪此部位,从而对ROI内的各结构进行全面的四维(三维空间,加时间)分段。

#### 调节阈值

- 10 处理初始图象之后,阈值处理过的部位趋近所搜索部位(心室)的内部。但由于各断层的阈值不同,因而可能应采用与初始阈值预计值不同的阈值,该初始阈值预计值是原先通过相互初始化过程产生或者是从毗邻断层传来的。因此,要找出新的能从外部最理想地将心室部位的内部分开的阈值预计值。

- 15 原先经阈值处理的部位(大致)确定了心室的内部。将此部分扩展5个象素就可以把心壁部分或隔膜包括进来,即,将外部部位包括进来。此部位的条形图必要时用双模态的,含有内部象素和外部象素。

- 20 阈值更新装置14确定分开该两部位的最佳阈值。传统上确定阈值的方法有许多种。在一个实施例中,阈值更新装置14装有条形图装置13,这是将分段结构扩大预定量的装置。接着,计算扩展区明暗度的条形图,并计算将条形图分成两个范围的最佳阈值。

若条形图是双模态的,则条形图装置13可采用上述Nobuyuki Otsu写的选择经调节的阈值的参考文献中所述的DTSM算法。也可以采用其它的传统方法。

- 25 一个断层中所有各阶段的条形图可以在计算阈值之前加起来,或者就各图象一幅幅地计算出各阈值。

经调节的阈值经过计算后用来在掩蔽装置9中第二次对现行的图象进行分段从而得出经过更新的分段图象。

在一个实施例中,阈值应用到所有各阶段采用同一阈值的不同断层。

在另一个实施例中,阈值应用到所有各断层采用同一阈值的不同阶

段。

在又一个实施例中，阈值应用到断层中的各阶段图象，而且是一个个断层应用的。这需要更多的处理过程，但产生的图象更清晰。

其它图象

5 接着，掩蔽装置 9 就以此经调节的阈值作为阈值应用到下一个图象上。最后处理的图象用来确定形心和 ROI。现行图象的形心用作下一个毗邻图象的起始点。

10 所有断层的所有阶段一经分段，就可用各断层某一定阶段的二维分段轮廓线构成三维表面，并用一般方法使轮廓线平滑。重放各阶段和内插各中间阶段就放映出分段三维体的三维动画。这对确定衰弱或损伤的心肌有用。

15 上面已就本新发明目前最佳的一些实施例详细说明，但本技术领域的行家们都知道，对上述实施例是可以进行种种修改和更改的。因此应该理解的是，所附的权利要求书必然包括所有这些修改和更改的，因为这些修改和更改都属于本发明的精神实质和范围。

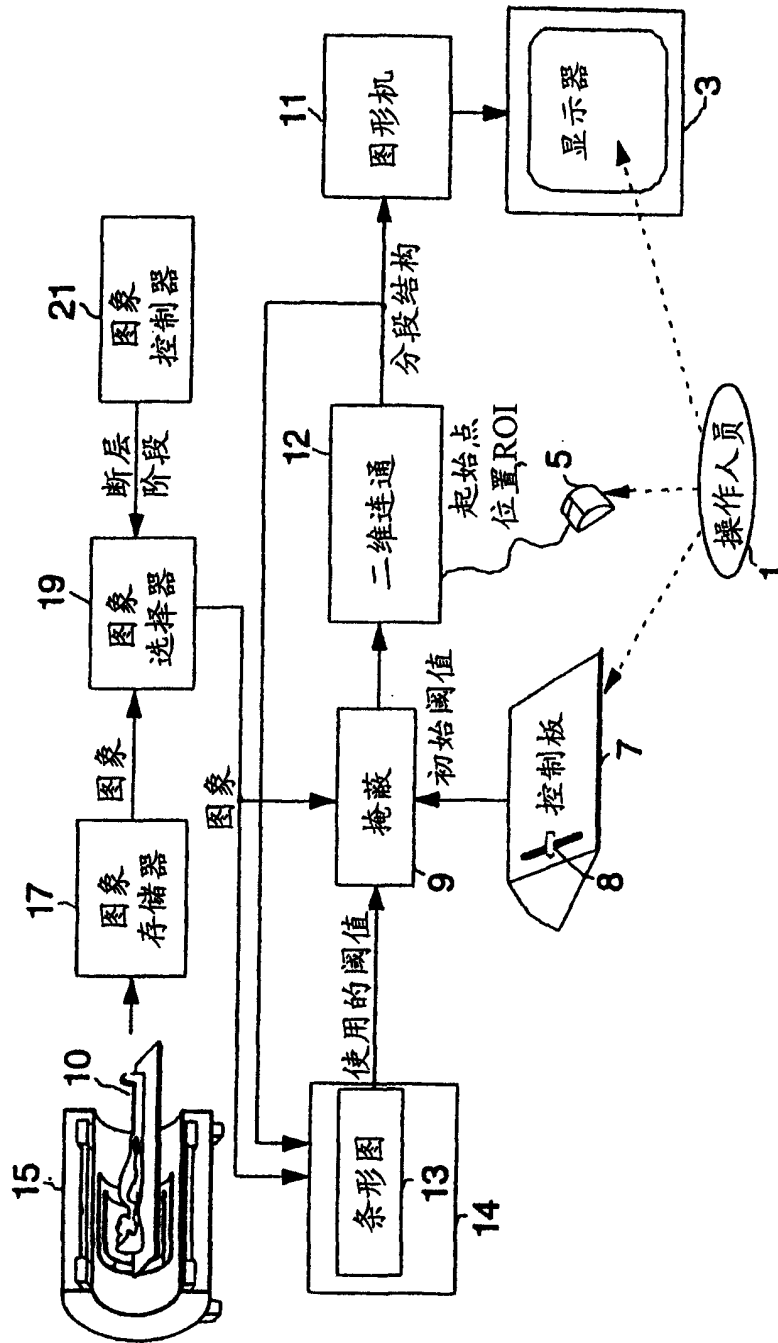


图 1