(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 1879553 B
(45)授权公告日 2010.10.06

(21)申请号 200510077098.1

(22)申请日 2005.06.15

(73)专利权人 佳能株式会社
地址 日本东京都

(72)发明人 吴大伟 彭渺

(74)专利代理机构 北京怡丰知识产权代理有限公司 11293
代理人 于振强

(51)Int.Cl.
A61B 5/00(2006.01)
A61B 6/00(2006.01)
G06T 1/00(2006.01)
G06K 9/00(2006.01)

(56)对比文件
JP 特開 2001-177728 A,2001.06.29, 说明书第【0025】段至第【0031】段、附图 2.
US 5905807 A,1999.05.18, 全文.
US 2003/0053669 A1,2003.03.20, 全文.
JP 特開平 9-179981 A,1997.07.11, 全文.
US 2004/0190778 A1,2004.09.30, 全文.
JP 特開 2001-175808 A,2001.06.29, 全文.

审查员 高虹

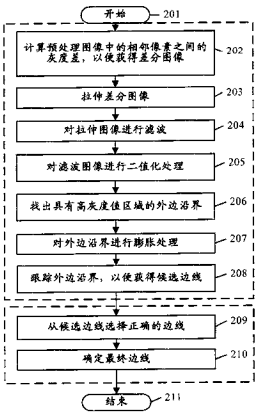
权利要求书 2 页 说明书 9 页 附图 7 页

(54)发明名称

在胸部图像中检测边界的方法及装置

(57)摘要

本发明提供在胸部图像中检测边界的方法及装置。该方法包括:计算所述胸部图像相邻像素之间的灰度差,以便获得差分图像;用至少一个滤波器,对所述差分图像进行滤波,以便减少噪声并且增强目标;对已滤波图像进行二值化处理;从二值化图像取出具有高灰度级的区域的外边沿;以及根据将查找的边界特征,从所述边沿确定边界。



CN 1879553 B

1. 在胸部图像中检测边界的方法，其特征在于，包括步骤：

计算所述胸部图像相邻像素之间的灰度差，以便获得差分图像；

用至少一个滤波器，对所述差分图像进行滤波，以便减少噪声并且增强目标；

对已滤波图像进行二值化处理；

从二值化图像取出具有高灰度级的区域的外边沿；以及

根据将查找的边界特征，从所述边沿确定边界，

其中以肺边界、横隔膜边界和心脏边界的顺序确定所述边界。

2. 根据权利要求 1 的方法，其特征在于，所述方法还包括在计算灰度差的所述步骤之前，根据所述胸部图像的投影曲线，查找胸部图像标线的步骤。

3. 根据权利要求 1 的方法，其特征在于，计算所述胸部图像相邻像素之间灰度差的所述步骤，包括：

确定计算在相邻像素之间灰度差的方向是从将查找边界的亮侧到暗侧。

4. 根据权利要求 1、2 或 3 的方法，其特征在于，计算在所述胸部图像相邻像素之间的灰度差的所述步骤，还包括：

用线性变换将所述差分图像的灰度值变换为 0 ～ L 灰度空间；以及

计算所述差分图像的直方图，以便获得最大值位置 MP，然后将直方图从 MP ～ L 扩展到 0 ～ L。

5. 根据权利要求 1 的方法，其特征在于，用于对所述差分图像进行滤波步骤的滤波器是均值滤波器和 / 或中值滤波器。

6. 根据权利要求 5 的方法，其特征在于，根据边界的特征选择所述滤波器。

7. 根据权利要求 1 的方法，其特征在于，对已滤波图像进行二值化处理的所述步骤，包括步骤：

根据胸部图像的中线，定义感兴趣区域；

根据所述感兴趣区域的灰度均值，定义二值化阈值；

根据所述二值化阈值，对该已滤波图像进行二值化处理。

8. 根据权利要求 1 的方法，其特征在于，取出外边沿的所述步骤，包括步骤：

找出已确定的高灰度级区域侧的边沿上的像素；

将该边沿上的像素灰度级设定为最高灰度级，并且将其它像素的灰度级设定为最低灰度级；以及

用一个算子对图像进行膨胀，以便保证边沿的连通性。

9. 根据权利要求 8 的方法，其特征在于，根据将被查找的边界特征确定该算子。

10. 根据权利要求 1 或 2 的方法，其特征在于，确定边界的所述步骤，包括步骤：

跟踪外边沿，以便获得候选边界；以及

根据先前找到的边界特征和将查找的边界特征，将候选边界中的具有最适当的位置信息的曲线选择为正确的边界。

11. 一种用于在胸部图像中检测边界的装置，其特征在于，包括：

用于计算所述胸部图像相邻像素之间的灰度差，以便获得差分图像的装置；

用于对所述差分图像进行滤波，以便减少干扰并且增强目标的装置；

用于对已滤波图像进行二值化处理的装置，

用于从二值化图像取出具有高灰度级的区域的外边沿的装置；以及

用于根据将查找的边界，从所述边沿确定边界的装置，

其中以肺边界、横隔膜边界和心脏边界的顺序确定所述边界。

12. 根据权利要求 11 的装置，其特征在于，所述用于计算在所述胸部图像的相邻像素之间的灰度差的装置还包括：

用于确定将查找的边界的哪一侧更亮的装置；以及

用于确定计算相邻像素之间灰度差的方向是从将查找边界的亮侧到暗侧的装置。

13. 根据权利要求 11 或 12 的装置，其特征在于，所述用于计算所述胸部图像相邻像素之间灰度差的装置还包括：

用于通过线性变换将所述差分图像的灰度值变换为成 0 ～ L 灰度空间的装置；以及

用于计算所述差分图像的直方图，以便获得最大值位置 MP，然后将直方图从 MP ～ L 扩展到 0 ～ L 的装置。

14. 根据权利要求 11 的装置，其特征在于，所述用于对所述差分图像进行滤波的装置中的滤波器是均值滤波器或中值滤波器。

15. 根据权利要求 14 的装置，其特征在于，根据边界的特征选择所述滤波器。

16. 根据权利要求 11 的装置，其特征在于，所述用于对已滤波图像进行二值化处理的装置还包括：

用于根据胸部图像的中线，定义感兴趣区域的装置；

用于根据所述感兴趣区域的灰度均值，定义二值化阈值的装置；

用于根据所述二值化阈值，对已滤波图像进行二值化处理的装置。

17. 根据权利要求 11 的装置，其特征在于，所述用于取出外边沿的所述装置还包括：

用于确定将查找的边界位于该高灰度级区域侧的装置；

用于找出已确定的高灰度级区域侧的边沿上的像素的装置；

用于将该边沿上找到的像素的灰度级设定为最高灰度级，并且将其它像素的灰度级设定为最低灰度级的装置；以及

用一个算子对图像进行膨胀处理，以便保证边沿的连通性的装置。

18. 根据权利要求 17 的装置，其特征在于，根据将查找的边界特征确定该算子。

19. 根据权利要求 11 的装置，其特征在于，所述用于确定边界的装置还包括：

用于跟踪外边沿，以便获得候选边界的装置；以及

用于在候选边界中，选择具有最适当的位置信息的曲线作为正确的边界。

在胸部图像中检测边界的方法及装置

技术领域

[0001] 本发明涉及图像处理，并且尤其涉及用于在胸部图像中检测心脏、胸廓和横隔膜边界的方法及装置。

[0002] 背景技术

[0003] 在胸部图像上精确识别出肺部，不仅为我们提供用于与肺有关的各种计算机辅助诊断方案信息，还提供用于基于解剖区域的图像处理和数据压缩的有用工具。所有边沿提供肺区的位置、形状、和大小的有用信息。由该信息 CAD（计算机辅助诊断）系统能够自动地检测心脏和肺的信息以及多种异常（诸如，间质性疾病、气胸、心肥大和肺部节结）。

[0004] 目前，获得肺、心脏和横隔膜边界的通常步骤包括：用灰度级曲线获得解剖学意义上的标线；通过直方图分析、边沿检测或者基于边界和背景之间的灰度差的一些其他方法，在由该标线所标记的 ROI（感兴趣区域）中寻找边界。通常要重复地进行该处理，以获得更加精确的边界。通过拟合函数或其它方法对边界进行平滑。在整个处理过程中，采用大量经验数据。

[0005] 美国专利第 6,282,307 号公开了一种用于对前后透视胸部 X 光照片中的肺区和肋隔角区域进行自动局部图像分段的方法、系统和计算机产品，其中通过基于全局灰度直方图的特征将迭代的全局灰度阈值处理方法应用到胸部图像，以基于灰度级阈值分析对图像进行分段。识别并分析每次迭代所构造的二值图像中的区域特征，以便将肺区以外的区域排除。将该全局处理产生的初始肺轮廓用于促进局部灰度阈值处理方法。沿着初始轮廓设置各个感兴趣区域 (ROI)。逐列地采用基于对比度的信息，以识别初始横隔膜点，并且逐行地采用最大灰大灰度信息，以识别初始肋点。初始横隔膜和肋点的分析允许 CP 角 ROI 定位的适当调整。将多项式曲线匹配用于将横隔膜和肋点结合为连续的平滑的 CP 角轮廓。然后，将该轮廓拼接为最终肺分段轮廓。

[0006] 然而，该现有技术的计算复杂，因此找到边界很慢。

[0007] 发明内容

[0008] 本发明的目的是为了解决现有技术的上述技术问题，并且提供用于在胸部图像中检测心脏、胸廓和横隔膜边界的方法及装置。

[0009] 根据本发明的一个方面，提供一种在胸部图像中检测边界的方法，其中包括如下步骤：计算所述胸部图像相邻像素之间的灰度差，以便获得差分图像，用至少一个滤波器，对所述差分图像进行滤波，以便减少噪声并且增强目标；对已滤波图像进行二值化处理；从二值化图像取出具有高灰度级的区域的外边沿；以及根据将查找的边界特征，从所述边沿确定边界。

[0010] 根据本发明的另一方面，提供一种在胸部图像中检测边界的装置，其中包括：用于计算所述胸部图像相邻像素之间的灰度差，以便获得差分图像的装置；用于对所述差分图像进行滤波，以便减少干扰并且增强目标的装置；用于对已滤波图像进行二值化处理的装置；用于从二值化图像取出具有高灰度级的区域的外边沿的装置；以及用于根据将查找的边界特征，从所述边沿确定边界的装置。根据本发明的另一方面，提供一种自动测量胸部图

像心胸比率的方法，其中包括如下步骤：在胸部图像中，用根据上文所述的边界查找方法，检测左和右肺边界、左和右横隔膜和左和右心脏边界；在水平方向上搜索左肺边界的最大值 TL、在水平方向上搜索右肺边界的最小值 TR、在水平方向上搜索左心脏边界的最大值 CL 以及在水平方向上搜索右心脏边界的最小值 CR；以及用以下表达式计算胸部图像的心胸比率 (CTR)：CTR = (CL-CR)/(TL-TR)*100%。

[0011] 根据本发明的另一方面，提供一种自动测量胸部图像心胸比率的装置，其中包括：用于在胸部图像中，用根据上文所述的边界查找方法，检测左和右肺边界、左和右横隔膜和左和右心脏边界的装置；用于在水平方向上搜索左肺边界最大值 TL、在水平方向上搜索右肺边界的最小值 TR、在水平方向上搜索左心脏边界的最大值 CL 以及在水平方向上搜索右心脏边界的最小值 CR 的装置；以及用于由以下表达式计算胸部图像的心胸比率 (CTR) 的装置：CTR = (CL-CR)/(TL-TR)*100%。

[0012] 根据本发明的方法及装置，能够精确地识别在胸部图像中的感兴趣边界。因此，能够将在胸部图像中的边界用于自动检测心脏和肺的信息。

[0013] 从以下优选实施例的描述，并结合举例说明发明原理的附图，本发明的其他特征和优点将变得清楚。

[0014] **附图说明**

[0015] 图 1A 示出胸部图像及其中线；

[0016] 图 1B 示出在水平方向上的图 1A 的胸部图像的投影轮廓；

[0017] 图 2 示出在胸部图像中的 6 个将查找的目标边界，即左肺边界、右肺边界、左横隔膜、右横隔膜、左心脏边界和右心脏边界；

[0018] 图 3 是检测该 6 个目标边界方法的总流程图；

[0019] 图 4 是根据本发明第一实施例的检测一个目标边界方法的详细流程图；

[0020] 图 5 示出如图 4 所示的用于实现本发明方法的装置的方框图；

[0021] 图 6A 是说明应用于如图 1A 所示胸部图像的差分处理结果的差分图像；

[0022] 图 6B 是说明应用于如图 6A 所示差分图像的扩展处理结果的扩展图像；

[0023] 图 6C 是说明应用于如图 6B 所示扩展图像的滤波处理结果的滤波图像；

[0024] 图 6D 是说明应用于如图 6C 所示滤波图像左半部的二值化处理结果的二值图像；

[0025] 图 6E 是说明应用于如图 6D 所示二值图像的形态操作结果的边界图像；

[0026] 图 6F 是说明应用于如图 6E 所示边界图像的膨胀处理结果的膨胀图像；

[0027] 图 6G 是说明应用于如图 6F 所示膨胀图像的边沿跟踪处理结果的边沿跟踪图像；

[0028] 图 6H 示出根据边界特征从图 6G 的曲线中作为正确边界选择的闭合曲线；

[0029] 图 6I 示出从如图 6H 所示闭合曲线中选择的边界；

[0030] 图 6J 在原始胸部图像上示出所选择的边界；

[0031] 图 7 示出本发明的一种应用；以及

[0032] 图 8 示意性地示出如图 3 和图 4 所示的用于实现本发明方法的图像处理系统方框图。

[0033] **具体实施方式**

[0034] 在所有下文中，所有左和右的定义都与实际在图上看到的方向相反。

[0035] 图 3 示出检测 6 个目标边界方法的通用流程图。本方法从步骤 101 开始。然后，

在步骤 102 中，对胸部图像进行预处理以便减少噪声或增强该图像。例如，将胸部图像缩小并且进行平滑处理，以便减少图像噪声和均值化以增强该图像。

[0036] 在步骤 103 中，搜索图像的标线。有多种用于搜索标记的方法。在此，说明其中一种方法。

[0037] 图 1A 示出胸部图像及其中线，并且图 1B 在水平方向上示出图 1A 的胸部图像投影曲线。如图 1A 所示，在此该标线是在该图像中的中线。

[0038] 对水平灰度轮廓进行分析，以便确定每个胸部图像中的中线位置。在整个方案中使用该中线位置，以便区别右和左半胸。

[0039] 如图 1B 所示，获得在水平方向上的投影曲线。由于肺图像的特征，该轮廓具有 3 个峰值。然后，中间峰值的位置是该标线位置。

[0040] 在图 2 中有 6 个目标曲线，这些曲线是左肺边界、右肺边界、左横隔膜、右横隔膜、左心脏边界和右心脏边界。该 6 个目标曲线在位置上具有相互的识别关系，因此根据识别难度水平，其搜索先后次序是肺边界、横隔膜以及心脏边界。对于每个边线，挑选其候选线，并且然后确定正确的一个。

[0041] 在步骤 104 中，找出左和右肺边界候选线。在步骤 105 中，确认左和右肺边界。在步骤 106 中，找出左和右横隔膜候选线。在步骤 107 中，确认左和右横隔膜。在步骤 108 中，找出左和右心脏边界候选线。在步骤 109 中，确认左和右心脏边界。在找到该 6 个边界线后，处理在步骤 110 处结束。

[0042] 对于查找一个边界，我们获得与边界方向相关的差分图像，因为所有该 6 个边界具有相同特征，即，边界的一侧是亮的，以及另一侧是暗的；用中值滤波器或均值滤波器对图像进行滤波，以便减少噪声；然后，根据图像特征用阈值对图像进行二值化处理；其后，判断在二值图像中的像素，仅保留可能作为边界的像素；然后，对图像进行膨胀处理，以便使得边界具有更好的连通性；最后，通过边沿跟踪找出候选边线。在获得候选边界后，主要通过其位置确定正确的一条边线，并且将对其进行校正。该流程图如图 4 所示。

[0043] 尽管 6 个边界的寻找过程与如图 4 所示的相同，但是根据边线本身特征，在具体参数（诸如，差分方向、矩阵大小、检查条件等）上存在一些不同。

[0044] 如从图 4 所见，将查找一个边线的流程图分为两个部分。流程图的第一部分与图 3 中的步骤 104、步骤 106 和步骤 108 中的每个步骤相对应。流程图的第二部分与图 3 中的步骤 105、步骤 107 和步骤 109 中的每个步骤相对应。

[0045] 为了详细地描述图 4 的流程图，请参阅图 6A- 图 6J。图 6A- 图 6J 中的各个图是从在图 4 的流程图中的每个步骤中当查找左肺边界时获得的中间结果图像。

[0046] 图 4 的流程图开始于步骤 201。在步骤 202，在搜索到胸部图像的中线后，对在预处理图像中相邻像素之间的灰度值差进行计算，以便获得差分图像。在查找左肺边界时，如能够从胸部图像所见，左肺边界的左侧比左肺边界的右侧更亮。因此，在对图像进行预处理时，用左像素 (x+1,y) 的灰度级减去右像素 (x-1,y) 的灰度级，从而获得差分图像中的像素 (x,y) 的灰度级（将这时的计算方向定义为从左到右），并且通过线性变换将差分图像的灰度值变换为 0 ～ L 灰度空间，以便使左肺边界突出。图 6A 是从步骤 202 获得的图像。

[0047] 类似地，当查找右肺边界时，由于右肺边界的右侧比右肺边界的左侧更亮，因此在对图像进行预处理时，把左像素 (x+1,y) 的灰度级减去右像素 (x-1,y) 的灰度级，以便获得

差分图像中像素 (x, y) 的灰度级（将这时的计算方向定义为从右到左），并且通过线性变换将差分图像的灰度值变换为 0 ～ L 灰度空间，以便使右肺边界突出。

[0048] 也就是说，根据将查找的边界方向计算该差分图像。如果边界的一侧是亮的，则计算在相邻像素之间灰度差的方向是从将查找的边线的亮侧到暗侧。

[0049] 步骤 203 是差分处理后使边界更突出的扩展步骤。在步骤 203，计算差分图像的直方图，以便获得最大值位置 MP，然后将该直方图从 (MP ～ L) 扩展到 (0 ～ L)。图 6B 是步骤 203 获得的图像。

[0050] 在步骤 204，用 3x7 均值滤波器对该扩展图像进行滤波，以便减少干扰并且增强目标。该滤波器可以是均值滤波器或中值滤波器或其它滤波器。并且应该根据该边界特征选择该滤波器。图 6C 是步骤 204 获得的图像。

[0051] 在步骤 205 中，将中线的左部分定义为感兴趣区域 (ROI)。根据 ROI 的灰度均值定义二值化阈值。根据该二值化阈值，在滤波图像中，对 ROI 进行二值化处理。图像其余部分将被设置为 0。图 6D 是步骤 205 获得的图像。

[0052] 在步骤 206 中，找出具有高灰度级区域的外边沿，因为目标左肺边界是在一个高灰度级区域的外边沿上。图 6E 是步骤 206 获得的图像。

[0053] 既然左肺边线位于一个高灰度级区域的左上侧，为了找出该高灰度级区域的外边沿可采用以下方法：

[0054] 搜索具有以下特征的像素：其左像素的灰度级是 0，其左上或左下像素的灰度级是 0，其右像素的灰度级是 255 并且其右上或右下像素的灰度级是 255；

[0055] 将找到的像素的灰度级设定为 255；以及

[0056] 将不具有这样特征的像素的灰度级设定为 0。

[0057] 用于找出高灰度级区域外边沿的上述方法根据边界特征而变化。

[0058] 例如，当找出右肺边界时，上述方法将变为：

[0059] 搜索具有以下特征的像素：其右像素的灰度级是 0，其右上或右下像素的灰度级是 0，其左像素的灰度级是 255 并且其左上或左下像素的灰度级是 255；

[0060] 将找到的像素的灰度级设定为 255；以及

[0061] 将不具有这样特征的像素的灰度级设定为 0。

[0062] 当选出右或左横隔膜边界时，上述方法将变为：

[0063] 搜索具有以下特征的像素：其上像素的灰度级是 0，其右上或左上像素的灰度级是 0，并且其左下或右下像素的灰度级是 255；

[0064] 将找到的像素的灰度级设定为 255；以及

[0065] 将不具有这样特征的像素的灰度级设定为 0。

[0066] 当找出右心脏边界时，上述方法将变为：

[0067] 搜索具有以下特征的像素：其右像素、右上像素或左上像素的灰度级是 0，并且其左像素的灰度级是 255；

[0068] 将找到的像素的灰度级设定为 255；以及

[0069] 将不具有这样特征的像素的灰度级设定为 0。

[0070] 当选出左心脏边界时，上述方法将变为：

[0071] 搜索具有以下特征的像素：其左像素或者左上或左下像素的灰度级是 0，并且其

右像素的灰度级是 255 ;

[0072] 将找到的像素的灰度级设定为 255 ;以及

[0073] 将不具有这样特征的像素的灰度级设定为 0。

[0074] 从步骤 206 找到的像素构成高灰度级区域的某些边。在该步骤 207,用 3×5 算子对图像进行膨胀处理,以便保证连通性,因为从步骤 206 获得的该边可能是不连通的。图 6F 是步骤 207 获得的图像。

[0075] 用来膨胀图像的算子可以根据将查找的边界特征而改变。例如,当查找左和右横隔膜时,用 3×3 算子对该图像进行膨胀处理 ;当查找右心脏边界时,用 3×5 算子对图像进行膨胀处理 ;以及,当查找左心脏边界时,用 3×4 算子对图像进行膨胀处理。

[0076] 在步骤 208 中,对膨胀的外边沿进行跟踪以便获得候选边线。如图 6G 所示,在此获得的曲线是闭合曲线。

[0077] 在步骤 209 中,根据将查找的边线特征,通过消除太长或太短的候选边线,通过消除相对于已经找到的标线或边界的位置不正确的候选边线,并且通过在剩余候选边线中选择具有最恰当的位置信息的曲线作为正确的边界。例如,当查找到左肺边线时,通过从所有左肺候选边线中删除比经验阈值小的候选边线,并且在剩余的边线中选择在水平方向上到中线的距离最小的,则选择闭合曲线作为正确边界。该正确的左肺边线如图 6H 所示。在步骤 209 选择的正确边线是闭合曲线。

[0078] 在步骤 210 中,将所选择的闭合曲线分为两条线。将两条线中的一条选择为最终边线或边界。在查找左肺边界情况下,将在步骤 209 获得的闭合曲线中与中线顶点距离最小的点和该闭合曲线的底部点被选择作为开始和结束点。开始和结束点将闭合曲线分为两个部分。将短的部分选择为最终边线。

[0079] 用于查找一条边线的处理终止于步骤 211。

[0080] 图 5 示出如图 4 所示的用于实现本发明方法的装置的方框图 ;

[0081] 该装置包括串联着的差分图像产生器 501、图像扩展器 502、图像滤波器 503、二值图像发生器 504、外边沿查找器 505、外边沿膨胀器 506、外边沿跟踪器 507、候选边线选择器 508 以及最终边线产生器 509。

[0082] 在将胸部图像输入该装置后,差分图像产生器 501 计算在输入图像中相邻像素之间的灰度值差,以便获得差分图像。用图像扩展器 502 对差分图像进行扩展以便在该边界差分处理后使该边界更突出。用图像滤波器 503 对扩展图像进行滤波,以便减少干扰并增强目标。二值图像产生器 504 根据感兴趣区域的平均灰度值对二值化阈值进行定义,并且根据二值化阈值在 ROI 中对滤波图像进行二值化处理,以便获得二值化图像。外边沿查找器 505 选出具有高灰度的区域外边沿。用外边沿膨胀器 506 对由外边沿查找器 505 找出的外边沿进行膨胀处理,以便保证连通性,因为用外边沿查找器 505 获得的边可能是不连接的。用外边沿跟踪器 507 对膨胀的外边沿进行跟踪,以便获得候选边线。根据将查找的边线特征,通过消除太长或太短的候选,通过消除相对于已经找到的标线或边线的位置不正确的候选边线,并且通过在剩余候选边线中选择具有最恰当的位置信息的曲线作为正确的边线(该正确的边线是闭合曲线),候选边线选择器 508 从候选边线选择正确的边线。最终边线产生器 509 将闭合曲线分为两条线,并且选择两条线中的一个作为最终边线。

[0083] 至此,已经对用于在胸部图像查找边线的方法和装置进行了详细的描述。当将该

方法和装置用于查找肺边界、横隔膜和心脏边界时，根据将查找的边线特征应该适应性地改变每个步骤或部件的一些参数（诸如，用于执行差分计算的方向、用于滤波步骤的滤波器、用于挑选边沿的标准以及用于对边进行膨胀的算子）。

[0084] 图 7 示出本发明的应用。如能够从图 7 中所示，该 6 个边线是在胸部图像上查找到的。那些边线能够用于自动化 CTR（心胸比率）测量或心脏和肺的其它临床治疗。当测量 CTR 时，应该查找在水平方向上的左肺边界最大值 TL、在水平方向上的右肺边界的最小值 TR、在水平方向上的左心脏边界的最大值 CL 以及在水平方向上的右心脏边界的最小值 CR。然后，用下列表达式计算 CTR：

[0085] CTR = (CL-CR)/(TL-TR)*100%

[0086] 在图 7 的胸部图像中，计算的 CTR 等于 46.15%。

[0087] 发明人用大约 150 个胸部图像（包括清晰的和不清晰的图像）对本发明的方法进行测试。其结果相当好。这一点从以下表格中看出，并且处理时间也非常快。

[0088] 评分标准：

[0089]

5	没问题
4.5	检测出一部分线，但是我们能够从部分线获得正确的结 果
4	检测出线，但是有很少的瑕疵
3	检测出线，但是有一些瑕疵可能影响 CTR 的结果
2	检测出线，但是误差较大
1	检测出线，但是该线是错误的
0	没有检测到边线

[0090]

图像名称	左肺边界	右肺边界	左横隔膜	右横隔膜	左心脏边界	右心脏边界	CTR
001	5	5	4.5	4	4.5	5	0.47

图像名称	左肺边界	右肺边界	左横隔膜	右横隔膜	左心脏边界	右心脏边界	CTR
006	5	5	5	5	5	4	0.37
007	5	5	5	4.5	4.5	5	0.49
008	5	5	5	5	4.5	4.5	0.42
009	4.5	4.5	5	5	4.5	4.5	0.49
015	5	5	5	4	4.5	4.5	0.47
018	4.5	5	4	4.5	4	5	0.41
019	5	4.5	5	5	5	4.5	0.47
020	5	5	5	5	5	4.5	0.43
028	5	5	4.5	4.5	4	4.5	0.47
031	5	5	4	4.5	4.5	5	0.47
032	5	5	4	5	4.5	5	0.47
037	5	5	5	4.5	5	5	0.54
047	5	5	4	4	4	5	0.53
050	5	5	4	4.5	4.5	5	0.48
051	5	5	4.5	4.5	4.5	5	0.53
057	5	5	4.5	4.5	5	5	0.48
058	5	5	4	4.5	5	4.5	0.44
060	4	5	4	5	4	4.5	0.55
...	...	...	...	...	...	...	...
150	5	4.5	4.5	4.5	4.5	5	0.45

[0091] 图 8 示意性地示出能够实现图 3 和图 4 所示方法的图像处理系统。图 8 所示的图像处理系统包括 CPU（中央处理器）801、RAM（随机存取存储器）802、ROM（只读存储器）803、系统总线 804、HD（硬盘）控制器 805、键盘控制器 806、串行端口控制器 807、并行端口控制器 808、显示控制器 809、硬盘 810、键盘 811、成像器 812、打印机 813 和显示器 814。在这些部件中，与系统总线 804 相连的有 CPU801、RAM 802、ROM 803、HD 控制器 805、键盘控制器 806、串行端口控制器 807、并行端口控制器 808 和显示控制器 809。硬盘 810 与 HD 控制器 805 相连，并且键盘 811 与键盘控制器 806 相连，成像器 812 与串行端口控制器 807 相连，打印机 813 与并行接口控制器 808 相连，以及显示器 814 与显示控制器 809 相连。

[0092] 图 8 中每个部件的功能在本技术领域内都是众所周知的，并且图 8 所示的结构也是常规的。这种结构不仅用于个人计算机，而且用于手持设备，诸如 Palm PC、PDA（个人数据助理）等。在不同的应用中，可省略图 8 中所示的某些部件。如果应用软件存储在 EPROM 或者其他非易失性存储器中，则可省略 HD 控制器 805 和硬盘 810。

[0093] 图 8 中所示的整个系统由通常作为软件存储在硬盘 810（或者如上所述，在 EPROM 或者其他非易失性存储器中）中的计算机可读指令控制。软件也可从网络（图中未示出）下载。或者存储在硬盘 810 中，或者可将从网络下载的软件加载到 RAM 802 中，并由 CPU 801 执行，以便完成由软件确定的功能。

[0094] 在图 3 和图 4 所示的流程图基础上，对于本技术领域的技术人员无需创造性的工作即可开发出一个或者更多的软件。因此，开发出的软件将执行图 3 和图 4 所示的处理图像的方法。

[0095] 在某种意义上，如果得到根据图 3 和图 4 所示流程图开发出的软件的支持，则图 8 所示的图像处理系统可实现与图 5 所示图像处理装置相同的功能。

[0096] 本发明还提供在胸部图像中检测边线的机器可读计算机程序的存储介质，该存储介质包括使处理器实现根据本发明方法的指令。存储介质可为任何有形的媒介，例如软盘、CD-ROM、硬盘驱动器（例如，图 8 中的硬盘 810）。

[0097] 虽然前面参照了本发明的特定实施方式，对于本技术领域人员而言，应当理解，这

些仅是举例进行说明，并且不脱离本发明的原理，可对这些实施方式作许多改变，本发明的范围由所附权利要求限定。



图 1A



图 1B

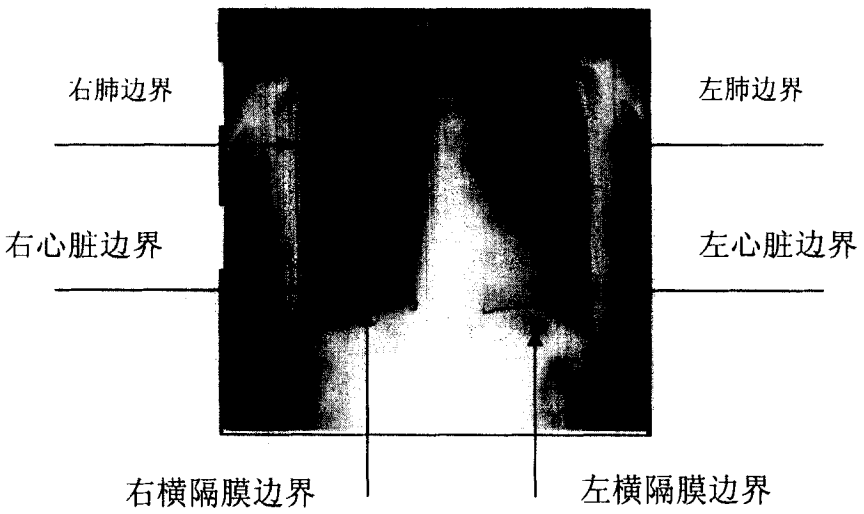


图 2

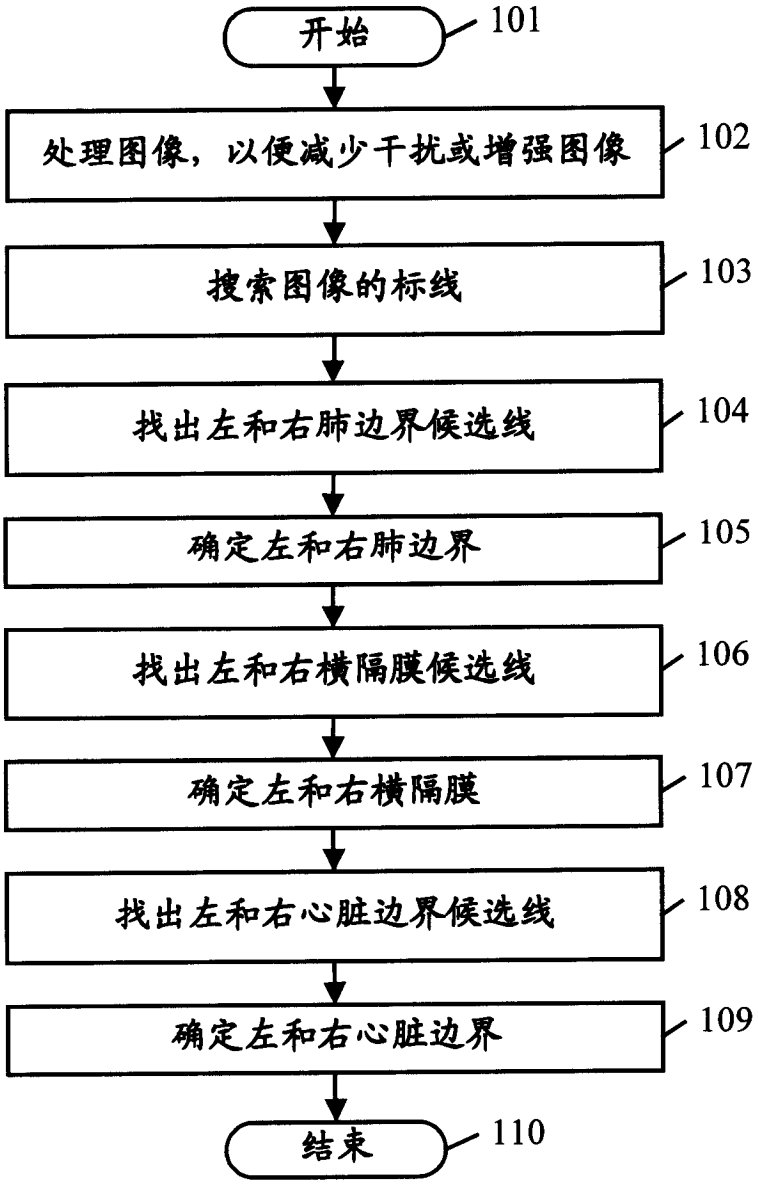

开始
101
处理图像，以便减少干扰或增强图像
102
搜索图像的标线
103
找出左和右肺边界候选线
104
确定左和右肺边界
105
找出左和右横隔膜候选线
106
确定左和右横隔膜
107
找出左和右心脏边界候选线
108
确定左和右心脏边界
109
结束
110

图 3

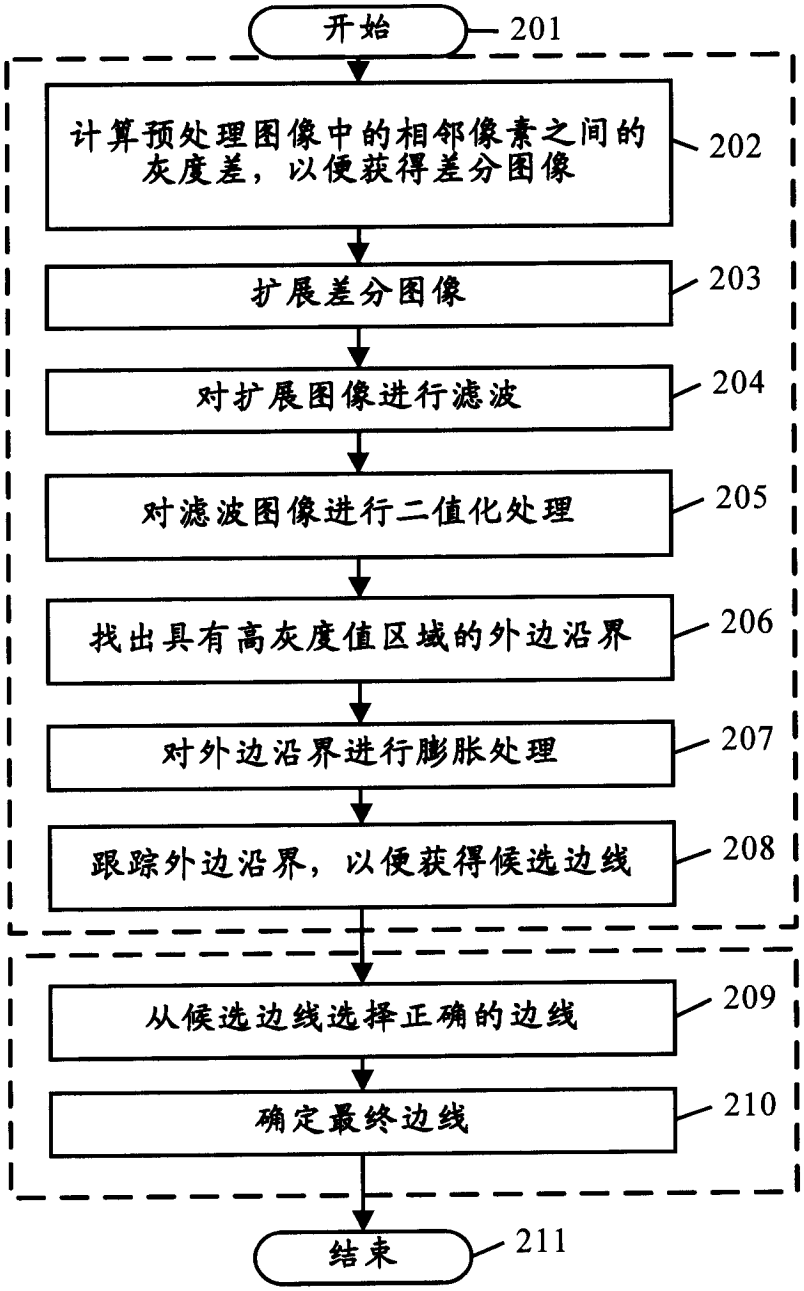

开始
201
计算预处理图像中的相邻像素之间的灰度差，以便获得差分图像
202
扩展差分图像
203
对扩展图像进行滤波
204
对滤波图像进行二值化处理
205
找出具有高灰度值区域的外边沿界
206
对外边沿界进行膨胀处理
207
跟踪外边沿界，以便获得候选边线
208
从候选边线选择正确的边线
209
确定最终边线
210
结束
211

图 4

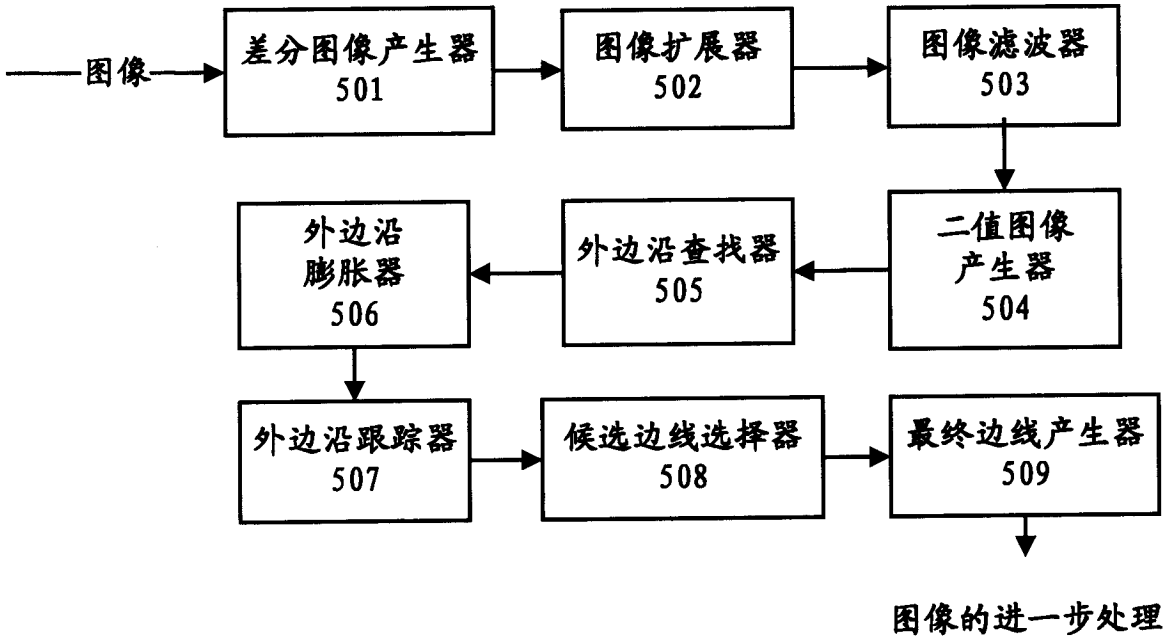

图像
差分图像产生器
501
图像扩展器
502
图像滤波器
503
二值图像
产生器
504
外边沿查找器
505
外边沿
膨胀器
506
外边沿跟踪器
507
候选边线选择器
508
最终边线产生器
509
图像的进一步处理

图 5

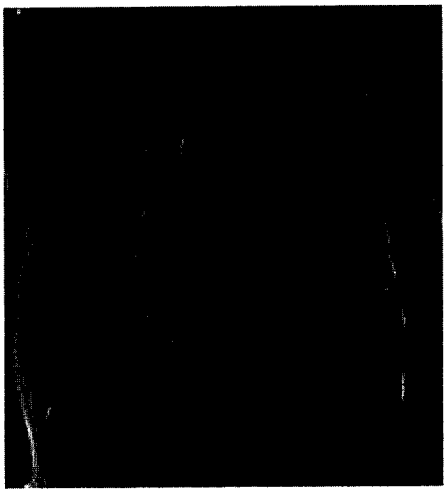


图 6A



图 6B

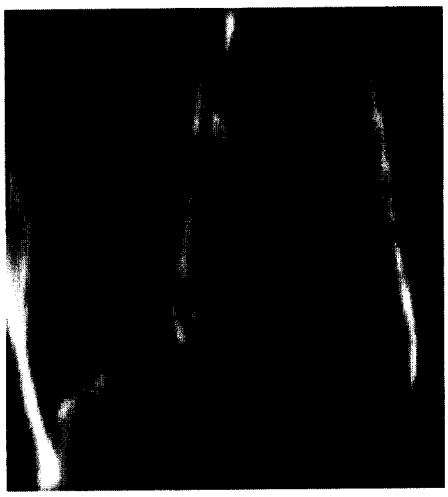


图 6C



图 6D

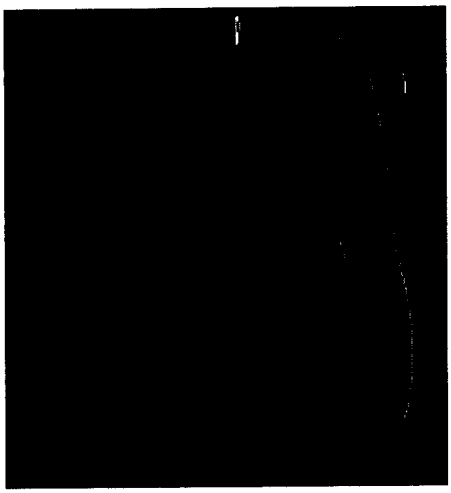


图 6E

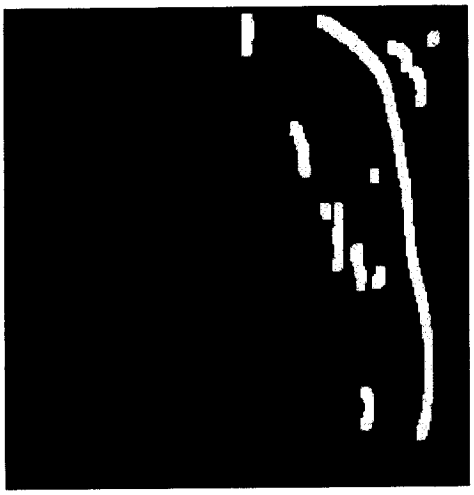


图 6F

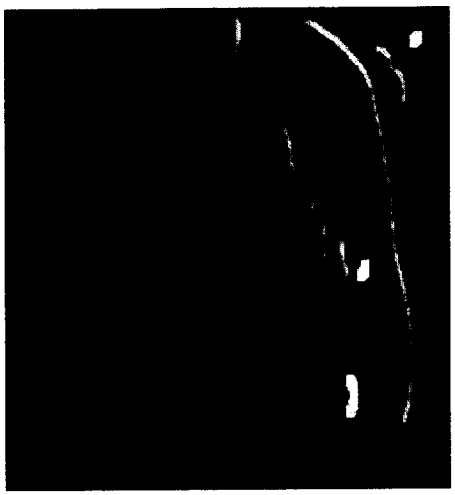


图 6G

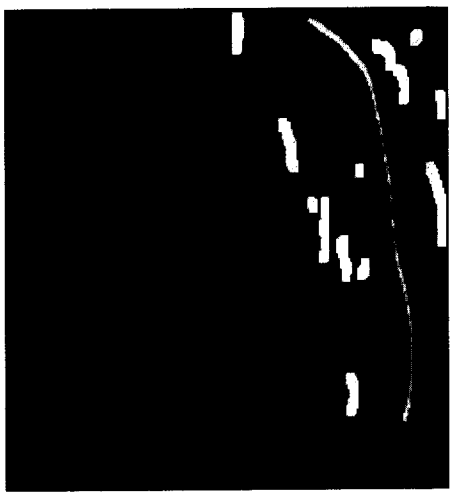


图 6H

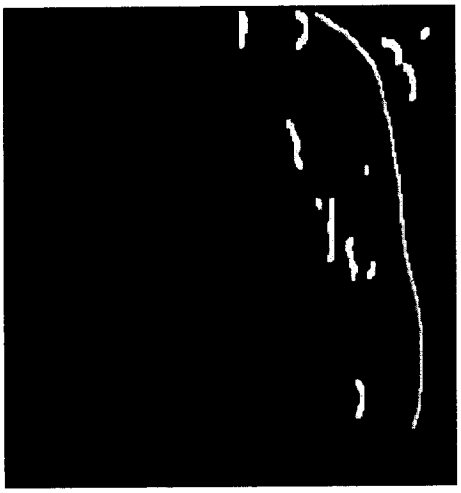


图 6I

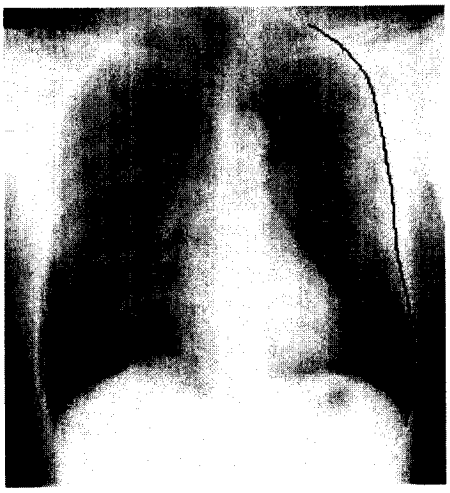


图 6J

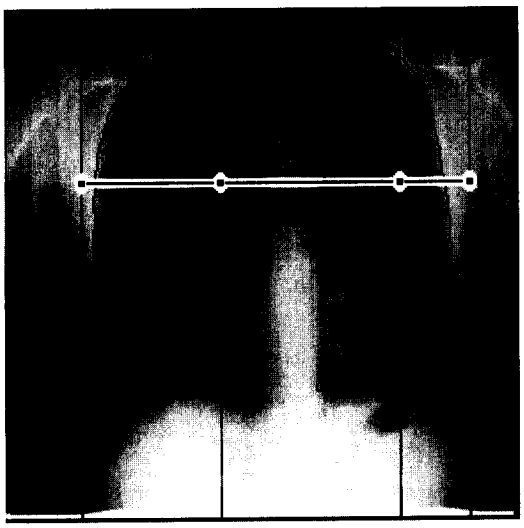


图 7

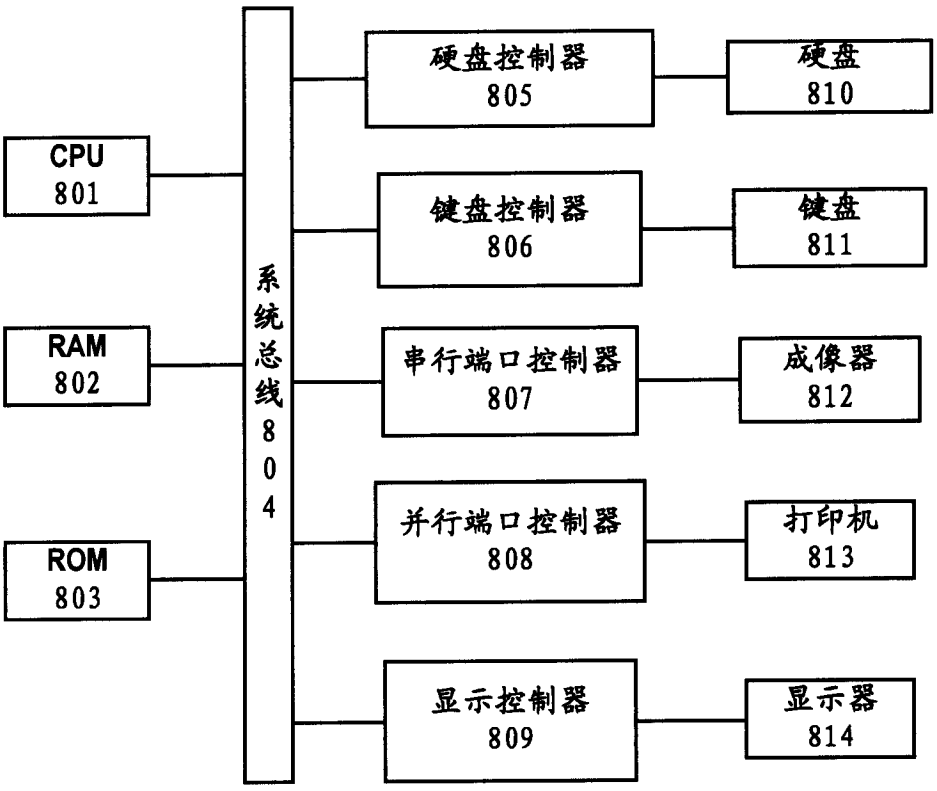

CPU
801
RAM
802
ROM
803
系统总线804
硬盘控制器
805
键盘控制器
806
串行端口控制器
807
并行端口控制器
808
显示控制器
809
硬盘
810
键盘
811
成像器
812
打印机
813
显示器
814

图 8