



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101647698 B

(45) 授权公告日 2013.02.20

(21) 申请号 200910160400.8

审查员 宋光

(22) 申请日 2009.08.11

(30) 优先权数据

12/189,241 2008.08.11 US

(73) 专利权人 美国西门子医疗解决公司

地址 美国宾夕法尼亚州

(72) 发明人 约瑟夫·普福伊弗

(74) 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

11105

代理人 时永红

(51) Int. Cl.

A61B 5/055 (2006.01)

G01R 33/563 (2006.01)

(56) 对比文件

US 6271665 B1, 2001. 08. 07,

US 2003/0193334 A1, 2003. 10. 16,

US 7047060 B1, 2006. 05. 16.

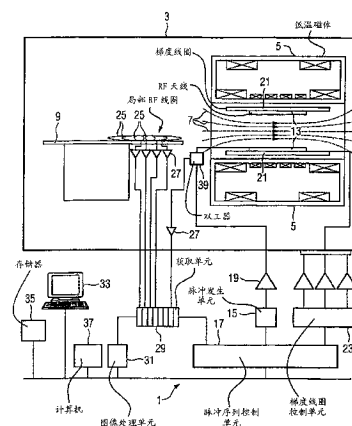
权利要求书 2 页 说明书 4 页 附图 3 页

(54) 发明名称

用于产生灌注图像的磁共振方法和装置

(57) 摘要

本发明涉及一种用于产生灌注图像的磁共振方法和装置,其中,获取磁共振灌注图像的灌注的系列,该系列包括组成对的标记图像和至少一幅控制图像。例如通过相减,从每对中获得初始处理的灌注图像。通过关于至少一个图像质量标准对每幅初始处理的图像进行质量控制检查。丢弃任何不满足质量标准的初始处理的图像。只组合满足质量标准的初始处理的图像以形成结果的磁共振灌注图像。因此降低或避免了在结果的灌注图像中的伪影。



1. 一种用于产生磁共振灌注图像的方法,包括以下步骤:

从包含多个标记图像和至少一幅控制图像磁共振图像的灌注系列中,将所述标记图像和所述至少一幅控制图像配对以产生多个对并从每对产生一个初始处理的磁共振灌注图像;

通过关于至少一个图像质量标准分析每幅初始处理的磁共振灌注图像,对每幅初始处理的磁共振灌注图像进行质量控制检查,并且丢弃任何不满足该质量标准的初始处理的磁共振灌注图像,由此获得多幅可接受的磁共振灌注图像;并且

只将所述可接受的磁共振灌注图像自动组合以获得作为输出的结果磁共振灌注图像。

2. 根据权利要求1所述的方法,其中,每幅所述初始处理的磁共振灌注图像都呈现强度分布,并且采用该强度分布的平均和标准偏差作为所述质量标准。

3. 根据权利要求1所述的方法,其中,每幅所述初始处理的磁共振灌注图像都呈现能含量,并且采用所述能含量的均方根作为所述质量标准。

4. 根据权利要求1所述的方法,其中,每幅所述初始处理的磁共振灌注图像都包含边缘特征,并且采用边缘检测技术作为所述质量标准。

5. 根据权利要求4所述的方法,其中,该方法包括利用梯度运算实现所述边缘检测技术。

6. 根据权利要求4所述的方法,其中,该方法包括利用拉普拉斯运算实现所述边缘检测技术。

7. 根据权利要求1所述的方法,其中,该方法包括采用参考图像作为所述质量标准,并将每幅初始处理的磁共振灌注图像与该参考图像相比较。

8. 根据权利要求1所述的方法,其中,该方法包括完全自动地实现所述质量控制检查。

9. 根据权利要求1所述的方法,其中,该方法包括与用户交互地实现所述质量控制检查。

10. 根据权利要求1所述的方法,其中,该方法包括在获取所述系列之后离线地执行所述质量控制检查。

11. 根据权利要求1所述的方法,其中,该方法包括在获取所述系列时实时地执行所述质量控制检查。

12. 根据权利要求11所述的方法,其中,该方法包括在采集所述系列期间显示所述质量标准的表示。

13. 根据权利要求11所述的方法,其中,该方法包括在所述质量控制检查中如果发生预定数量的丢弃,则产生人可感知的指示。

14. 根据权利要求1所述的方法,其中,该方法包括通过在每对中从标记图像中减去控制图像,来从每对中产生初始处理的磁共振灌注图像。

15. 根据权利要求1所述的方法,其中,该方法包括在采集所述系列期间根据所述可接受的磁共振灌注图像的目录动态更新所述图像质量标准。

16. 一种用于产生磁共振灌注图像的磁共振设备,包括:

磁共振数据获取设备,被配置为与检查对象交互以获取包含多幅标记图像和至少一幅控制图像磁共振图像的灌注系列;

图像处理器,被配置为将所述标记图像和所述至少一幅控制图像配对以产生多幅对并

从每对中产生一幅初始处理的磁共振灌注图像；

质量控制模块，被配置为通过关于至少一个图像质量标准分析每幅初始处理的磁共振灌注图像，对每幅初始处理的磁共振灌注图像进行质量控制检查，并且丢弃任何不满足该质量标准的初始处理的磁共振灌注图像，由此获得多幅可接受的磁共振灌注图像；以及

图像计算机，被配置为仅自动组合所述可接受的磁共振灌注图像以获得作为输出的结果磁共振灌注图像。

17. 根据权利要求 16 所述的磁共振设备，其中，每幅所述初始处理的磁共振灌注图像都呈现强度分布，并且其中所述质量控制模块被配置为采用所述强度分布的平均和标准偏差作为所述质量标准。

18. 根据权利要求 16 所述的磁共振设备，其中，每幅所述初始处理的磁共振灌注图像都呈现能含量，并且其中所述质量控制模块被配置为采用所述能含量的均方根作为所述质量标准。

19. 根据权利要求 16 所述的磁共振设备，其中，每幅所述初始处理的磁共振灌注图像都包含边缘特征，并且其中，所述质量控制模块被配置为执行边缘检测技术作为所述质量标准。

20. 根据权利要求 19 所述的磁共振设备，其中，所述质量控制模块被配置为利用梯度运算来实现所述边缘检测技术。

21. 根据权利要求 19 所述的磁共振设备，其中，所述质量控制模块被配置为利用拉普拉斯运算来实现所述边缘检测技术。

22. 根据权利要求 16 所述的磁共振设备，其中，所述质量控制模块被配置为采用参考图像作为所述质量标准，并且将每幅初始处理的磁共振灌注图像与所述参考图像相比较。

23. 根据权利要求 16 所述的磁共振设备，其中，所述质量控制模块被配置为完全自动地执行所述质量控制检查。

24. 根据权利要求 16 所述的磁共振设备，其中，所述质量控制模块被配置为与用户交互地执行所述质量控制检查。

25. 根据权利要求 16 所述的磁共振设备，其中，所述质量控制模块被配置为在获取所述系列之后离线地执行所述质量控制检查。

26. 根据权利要求 16 所述的磁共振设备，其中，所述质量控制模块被配置为在采集所述系列时实时地执行所述质量控制检查。

27. 根据权利要求 26 所述的磁共振设备，其中，所述质量控制模块被配置为在采集所述系列期间显示所述质量标准的表示。

28. 根据权利要求 26 所述的磁共振设备，其中，所述质量控制模块被配置为如果在所述质量控制检查中发生预定数量的丢弃，则产生人可感知的指示。

29. 根据权利要求 16 所述的磁共振设备，其中，所述处理器被配置为通过在每对中从标记图像减去控制图像，产生所述初始处理的磁共振灌注图像。

30. 根据权利要求 16 所述的磁共振设备，其中，所述质量控制模块被配置为在获取所述系列期间根据所述可接受的磁共振灌注图像的图像目录更新所述质量控制标准。

用于产生灌注图像的磁共振方法和装置

技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于产生磁共振图像的方法和装置，具体来说用于产生磁共振灌注图像的方法和装置。

背景技术

[0002] 近年来磁共振技术越来越多地用于产生血管造影图像，因为相对其它医学成像模式例如 X 光透视或者计算机断层造影来说，其除了别的之外还具有如下优点，即患者和医疗人员不会遭受辐射照射。

[0003] 磁共振 (MR) 技术是可用来产生检查对象的内部图像的公知技术。为此目的将检查对象置于 MR 设备中的强静态均匀基本磁场中 (场强为 0.2 特斯拉到 7 特斯拉以及更高)，使检查对象的核自旋变得沿着基本磁场取向。将射频激励脉冲入射到检查对象中以激励核磁共振，测量 (探测) 激励的核磁共振并且在此基础上再现图像。对于测量数据的空间编码，将快速切换的梯度磁场叠加在基本磁场上。将获得的测量数据数字化并且作为复数值存储在 k 空间矩阵中。通过多维傅里叶变换可以从存储了这些值的 k 空间矩阵中再现相关的 MR 图像。

[0004] 磁共振可以被用来产生表示组织灌注的图像，该灌注是组织中的液体流。灌注研究可以在体内对器官功能进行分析。为此目的，在一些技术中将产生可通过磁共振成像探测的信号造影剂注射到检查对象中，并且在造影剂最佳地流入到感兴趣区域或解剖结构时采集磁共振数据。由于造影剂被注射到检查对象的血管系统，造影剂在磁共振图像中的出现就代表了感兴趣区域或解剖结构中的血流。对于头部、特别是大脑的磁共振图像，磁共振灌注技术特别有用，其中识别脑血流 (CBF)。在使用公知的动脉自旋标记 (ASL) 方法 (该方法不需要注射造影剂) 的其它磁共振灌注技术中，通常用灌注敏感的制剂 (preparation) 来采集图像 (标记图像)，并与非灌注敏感的图像 (控制图像) 的采集相交替。标记图像中的灌注信息仅代表由于流入到感兴趣区域中的标记的 (即磁共振标记的) 自旋而在获取的磁共振图像中图像对比度的小的变化。典型地，灌注信号仅占整个磁共振图像强度的一小部分。

[0005] 因此，相对灌注图像和定量灌注图像的提取和量化容易发生伪影。由于灌注信号量少，需要在分钟的时间框内采集多幅图像。这产生被采集的图像的时间序列，其中标记图像和控制图像互相交替。通过相减将这些标记图像和控制图像互相组合成对，从而得到可以被组合以形成结果的灌注图像的多幅减图像。通过组合多幅灌注图像，使得少量灌注信号在组合的图像中变得更容易看出。

[0006] 由于为获取这样的图像系列所需的时间长度，最严重的图像伪影源是患者的运动，大的 (肌肉) 运动或自然的运动例如呼吸和心跳。控制图像规定为可以从包含来自灌注的小信号调制的标记图像中理想地减去的静态的快照图像。如上面提到的，标记图像和控制图像之间的信号差仅占一小部分。由于信号对控制图像的份额的不稳定，很容易发生伪影，由此导致控制图像与真实的静态图像偏离。除了来自检查对象内部的非静态信号份

额,用来获取磁共振数据的扫描仪的不稳定性也会使得控制信号不是真的静态的。控制图像中的百分之一那么小的误差会导致影响灌注图像的、大约 100% 的错误改变的伪影。

[0007] 如上面提到的,用来最小化该问题的典型过程是产生多幅灌注图像,它们分别是交替的标记图像和控制图像。然后将多幅灌注图像平均。可以应用缩放比例因子或校准因子以获得灌注加权的或定量的灌注图像。更先进的技术使用灌注图像的时间系列的时间插值方法,以恢复不同图像中的时间分辨率。典型的过程是在进行平均之前针对运动校正原始图像系列。这伴随着将重复测量的图像体积与参考体积配准。只要可以完全配准后续的体积,这可以明显降低减法伪影。然而,如果在体积之内发生运动伪影,则这样的基于体积的配准失败,并且留下严重的减法伪影,导致错误的灌注图像。

发明内容

[0008] 本发明要解决的技术问题是,提出一种获取磁共振灌注图像的方法和装置,其中降低运动伪影的影响,提高结果的灌注图像的精度和质量。

[0009] 按照本发明上述技术问题通过一种用于磁共振灌注图像的方法和装置解决,其中在组合最初处理的图像以形成结果的灌注图像之前,对分别由对标记图像和控制图像的处理的组合(例如减)形成的最初处理的灌注图像进行质量控制分析。在质量控制分析中,丢弃不能满足预定的质量控制标准的任何初始处理的图像,并且在后续的平均中或者用于产生组合的灌注图像的的过程中不使用。因此呈现过多运动伪影的初始处理的图像对组合的灌注图像不提供份额,使得组合的灌注图像的整体质量得到明显提高。

[0010] 可以计算机化方式全自动地进行质量控制,或者可以通过用户交互地进行,从而用户可以自己决定进入组合过程以产生组合的灌注图像的图像质量水平。即使是自动地执行该过程,如果习惯地发生过多数量的不能接受的质量的初始处理的灌注图像,也可以通过报警或其它类型的指示通知用户或操作者,从而用户或操作者在设置用于产生磁共振数据的磁共振数据获取系统中可以采取校正步骤。

[0011] 为了允许用户或操作者采取这样的合适的校正步骤,可以在采集(产生)初始处理的灌注图像的同时实时执行质量控制分析。作为替换,还可以产生整组的初始处理的灌注图像并且然后离线进行质量控制分析。然而在该实施方式中,不能立即获得最终的组合的灌注图像,因为患者还在磁共振数据采集室中。

附图说明

[0012] 图 1 示意性示出了根据本发明构造和运行的磁共振成像系统的基本组件。

[0013] 图 2 示意性示出了根据本发明用于获得组合的灌注图像的方法,该方法采用对初始处理的灌注图像的质量控制检查。

[0014] 图 3 是说明在按照本发明的方法和装置中用于执行质量控制检查的实施例的流程图。

具体实施方式

[0015] 图 1 示意性示出了具有基本组件的磁共振设备 1 的设计。为了通过磁共振成像检查身体,应用关于其时间的和空间的特征互相尽可能精确匹配的不同的磁场。

[0016] 设置在射频屏蔽的测量室 3 中的强磁体（具有隧道形开口的典型的低温磁体 5）产生典型地为 0.2 特斯拉到 3 特斯拉以及更高的静态强基本磁场 7。待检查的身体或身体部位（此处未示出）置于患者卧榻 9 上并且定位于基本磁场 7 的均匀区域中。

[0017] 经过由射频天线（此处作为身体线圈 13 示出）发射的磁射频激励脉冲产生对身体核自旋的激励。通过由脉冲序列控制单元 17 控制的脉冲发生单元 15 产生射频激励脉冲。在通过射频放大器 19 放大之后它们被转发到射频天线。此处示出的射频系统仅仅是示意性表示。在磁共振设备 1 中典型地使用多个脉冲发生单元 15、多个射频放大器 19 和多个射频天线。

[0018] 此外，磁共振设备 1 具有用来在测量中辐射用于选择性的层激励和用于测量信号的空间编码的梯度磁场的梯度线圈 21。梯度线圈 21 由梯度线圈控制单元 23 控制，该梯度线圈控制单元和脉冲产生单元 15 一样，与脉冲序列控制单元 17 相连。

[0019] 由被激励的核自旋发射的信号通过身体线圈 13 和 / 或通过局部线圈 25 获取，通过相关的射频前置放大器 27 放大并且通过获取单元 29 进一步处理和数字化。

[0020] 如果既可以在发送模式下也可以在获取模式下运行线圈（例如身体线圈 13），则通过上游的发送接收双工器 39 调节正确的信号转播（relaying）。

[0021] 图像处理单元 31 由测量数据产生图像，该图像通过操作者控制面板 33 呈现给使用者或者被存储在存储单元 35 中。中央计算机 37 控制各系统组件。在此计算机 37 被构造为可以通过计算机 37 的合适的编程来执行按照本发明的方法。

[0022] 在图 2 中示出由图 1 中示出的设备 1 的计算机 37 的合适的编程执行的、按照本发明的方法的基本步骤。在图 2 中举例示出的用于进行利用 ASL 的灌注研究的实施方式中，产生一系列交替的标记 T 图像和控制 C 图像。其它的 ASL 获取方案也是可以的，并且也包括在本发明的方法和装置的范围中。例如，可以获取多幅标记图像 T 而只有一幅控制图像，或者由多幅标记图像“分享”各个控制图像（T1-C1、C1-T2、T2-C2、C2-T3 等等）。本发明方法和装置的基本思路是对于任意类型的初始处理的灌注图像执行质量控制。

[0023] 在图 2 中的示例实施方式中，将标记图像 T 和控制图像 C 成对地相减。如果需要或者想要，可以对减图像执行合适的缩放和 / 或加权。这产生大量初始处理的图像。除了简单的相减，也可以用其它方法产生初始处理的图像并且包括在本方法和装置的范围中。

[0024] 按照本发明，对初始处理的图像进行自动的或用户交互的质量控制。在图 2 中示出的实施例中，中央的初始处理的图像被确定为不满足可应用的质量控制标准，并因此通不过质量控制。这产生四幅可接受的图像，它们被组合以形成结果的灌注图像。排除不满足质量控制分析的初始处理的图像得到具有高图像质量并且没有遭受运动伪影的組合的灌注图像。

[0025] 基于图 2 中示出的过程的实施例如下。在用于使用动脉自旋标记的灌注研究的磁共振图像中，以 2 维或 3 维立体获取包含灌注信息的图像（标记图像）和控制图像的多种状态，并且为了平均多次重复该过程以提高最终的灌注图像中的信噪比和对比度 - 噪声比。使用动脉自旋标记方法交替地采集标记图像和控制图像，标记 - 控制 - 标记 - 控制，等等。将标记图像和控制图像对相减以获得仅包含灌注信息的减图像。该减图像可能会遭受运动伪影。

[0026] 然后对初始处理的图像进行上面描述的质量控制检查，该质量控制检查产生通过

质量控制的大量可接受的图像。只将可接受的图像加以组合以形成结果灌注图像。

[0027] 在图 3 的流程图中举例示出了质量控制的实施方式。质量控制过程使用对被分析的初始处理的图像与参考数据的计量 (metric) 的比较。参考数据可以是参考图像或者先验的确定的统计数据。如果比较 (质量 OK?) 表示在初始处理的图像中存在合适的质量水平, 则将其作为可接受的图像继续。

[0028] 可以在正在进行的采集过程期间动态构建和更新参考数据, 如图 3 中所示。

[0029] 在参考数据和被分析的图像之间的计量的比较可以基于强度分布的平均和 / 或标准偏差, 或者可以基于诸如初始处理的图像的能含量的均方根的能量分析, 或者可以是采用梯度运算或拉普拉斯运算的边缘检测技术, 或者可以是包含在存储的图像和初始处理的图像中的其它相互的信息。

[0030] 质量控制过程可以在正在进行的对图像系列的数据获取期间实时地进行, 或者可以使用图像系列离线地进行。

[0031] 可以全自动地或者与用户交互地进行质量控制。如果是与用户交互地进行, 用户可以手动地检查每个初始处理的图像以传递每幅对组合的灌注图像提供份额的图像。即使是以计算机执行的、没有用户交互的自动方式进行质量控制, 如果任何的、或者如果预定数量的初始处理的图像不能通过质量控制, 仍然可以通知用户。这可以指示用户在图像获取过程中需要作出调整。

[0032] 如同在图 3 中示出的, 在质量控制过程中, 可以分析被确定为不满足要求的图像质量水平的初始处理的图像, 以确定是否在图像处理中可以进行校正, 该校正将使得图像仍然适合于用作为包含在组合的灌注图像中的可接受的图像。如果不能进行校正, 则丢弃有问题的初始处理的图像。如果可以进行校正, 则进行校正并且得到可接受的图像。

[0033] 尽管所属领域的技术人员可以建议修改和改变, 发明人的意图是在本专利中体现对本领域贡献的范围内合理和适当的所有改变和修改。

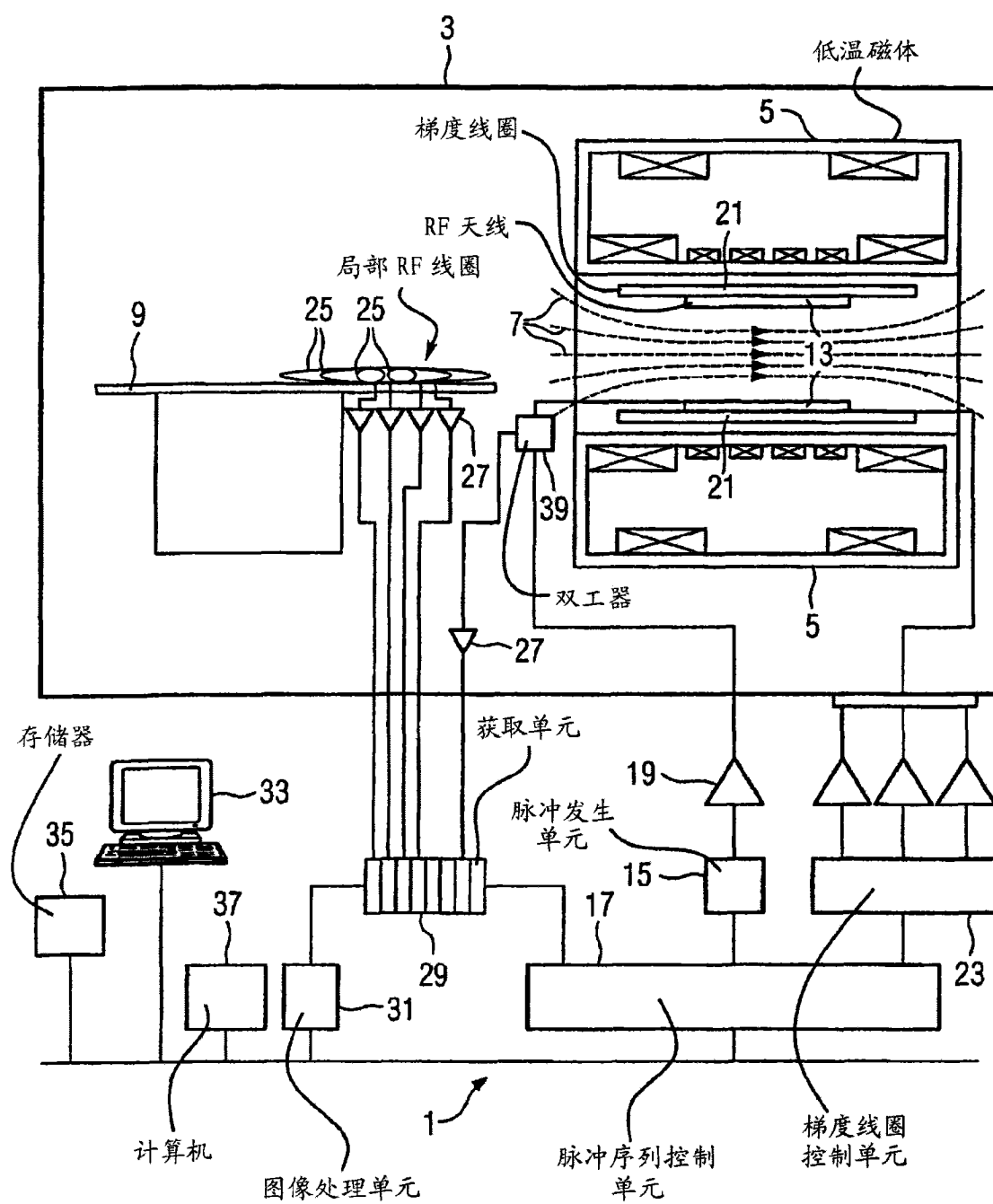


图 1

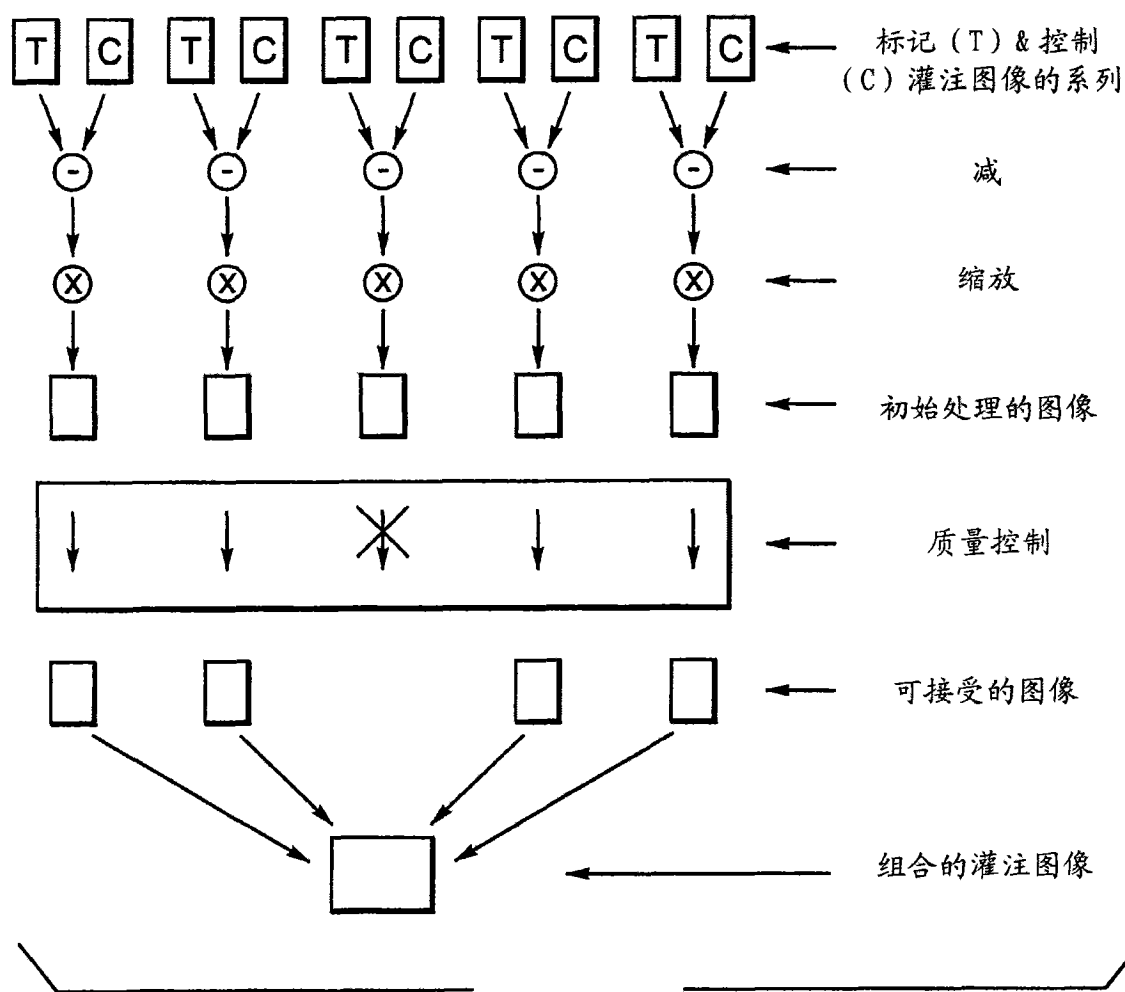


图 2

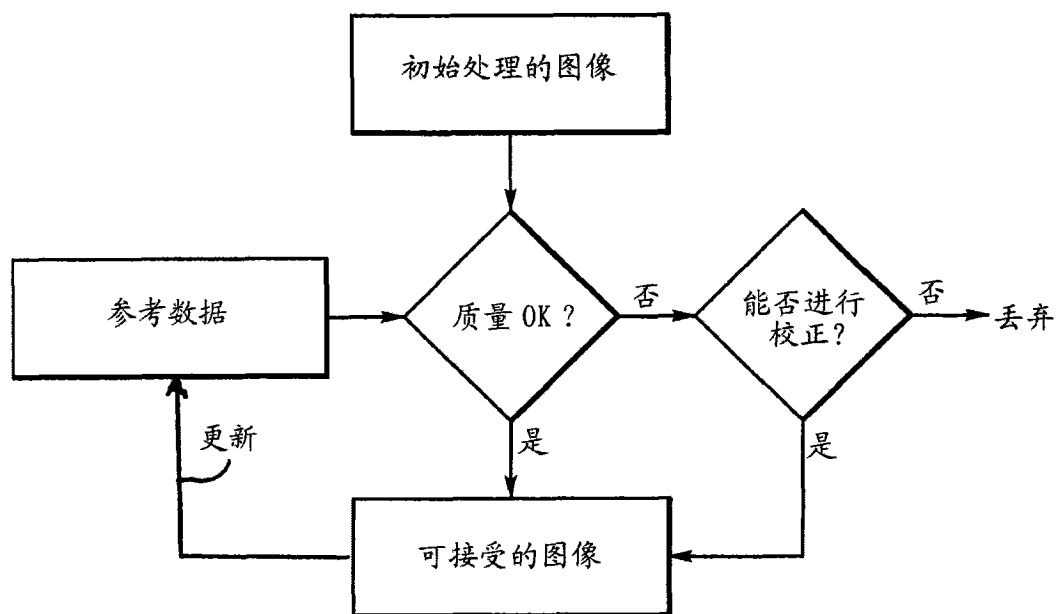


图 3