



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101023872 B

(45) 授权公告日 2010.05.26

(21) 申请号 200710078914.X

(22) 申请日 2007.02.16

(30) 优先权数据

2006-042759 2006.02.20 JP

(73) 专利权人 株式会社东芝

地址 日本东京都

专利权人 东芝医疗系统株式会社

(72) 发明人 大石悟

(74) 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专

利商标事务所 11038

代理人 吴丽丽

(51) Int. Cl.

A61B 6/00(2006.01)

G06T 5/50(2006.01)

(56) 对比文件

US 6267008 B1, 2001.07.31, 全文.

US 5647360 A, 1997.07.15, 说明书第4列第

51行-第56行,第5列第17行-第30行,第6

列第5-15行,第7列第25行-第9列第62行,图1,图2,图3.

US 5839440 A, 1998.11.24, 全文.

审查员 李尹岑

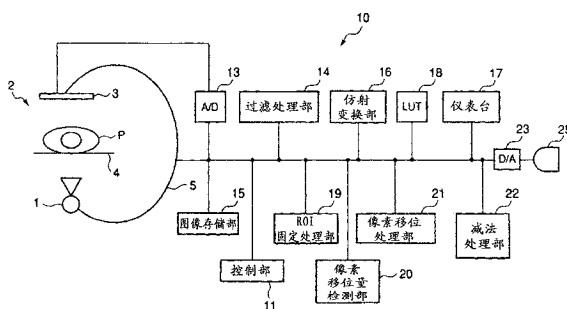
权利要求书 3 页 说明书 11 页 附图 10 页

(54) 发明名称

图像诊断装置和图像处理装置

(57) 摘要

本发明提供图像诊断装置、图像处理装置以及程序。图像诊断装置10具备:产生造影剂注入前后的掩膜图像和对比图像的摄像部(2);存储掩膜图像和对比图像的图像存储器(15);根据掩膜图像和对比图像设定关心区域的ROI辨认部(19);局限于关心区域检测掩膜图像和对比图像之间的像素移位量的像素移位量检测部(20);根据检测到的像素移位量使掩膜图像和对比图像至少一方移位进行减法计算的处理器(21、22)。



1. 一种图像诊断装置,其特征在于包括:

摄像部,通过在造影剂注入前后对受检体进行摄像而产生造影剂注入前的掩膜图像和造影剂注入后的对比图像;

图像存储部,存储上述掩膜图像和上述对比图像;

区域设定部,根据上述掩膜图像和上述对比图像设定关心区域;

像素移位量检测部,局限于上述已设定的关心区域,检测上述掩膜图像和上述对比图像之间的像素移位量;以及

减法处理部,根据上述检测出的像素移位量,使上述掩膜图像和上述对比图像的至少一方移位进行减法计算,

上述区域设定部把残存在上述掩膜图像和上述对比图像的减法图像上的运动现象发生区域作为上述关心区域进行设定,

上述区域设定部在上述减法图像上把和上述造影剂反极性出现的区域作为上述运动现象发生区域进行设定。

2. 如权利要求 1 所述的图像处理装置,其特征在于:

上述区域设定部在上述设定后的运动现象发生区域中,除去相当于头顶方向以及侧面方向的部分。

3. 如权利要求 1 所述的图像处理装置,其特征在于:

上述区域设定部具有:

把上述掩膜图像和多个对比图像之间的多个减法图像作为对象,对每一个像素计算以上述反极性出现的像素的像素值总和的单元;

把根据上述像素值总和的分布利用阈值处理设定的区域作为上述关心区域进行设定的单元。

4. 如权利要求 1 所述的图像处理装置,其特征在于:

上述区域设定部具有:

把上述掩膜图像和多个对比图像之间的多个减法图像作为对象,对每一个像素确定以上述反极性出现的像素的最大绝对值的单元;

把根据上述最大绝对值的分布利用阈值处理设定的区域作为上述关心区域进行设定的单元。

5. 如权利要求 1 所述的图像处理装置,其特征在于:

上述区域设定部具有:

把上述掩膜图像和多个对比图像之间的多个减法图像作为对象,对每一个像素计算以上述反极性出现的像素的像素值超过第 1 阈值的频度的单元;

把通过根据上述频度的分布利用第 2 阈值进行的阈值处理所设定的区域作为上述关心区域设定的单元。

6. 如权利要求 1 所述的图像处理装置,其特征在于:

上述区域设定部具有:

用规定的距离或者规定率扩展利用阈值处理所设定的区域的单元。

7. 如权利要求 1 所述的图像处理装置,其特征在于:

上述区域设定部具有:

从利用阈值处理所设定的区域中除去规定范围的单元。

8. 如权利要求 1 所述的图像处理装置,其特征还在于还包括:  
判断部,对每一个上述对比图像判断是否需要像素移位处理。

9. 如权利要求 8 所述的图像处理装置,其特征还在于:

上述判断部具有:

把上述掩膜图像和多个对比图像之间的多个减法图像作为对象,对每一个上述减法图像计算以和上述造影剂反极性出现的像素的像素值总和的单元;

根据上述像素值总和与规定的阈值的比较结果确定上述像素移位处理需要的对比图像的单元。

10. 如权利要求 8 所述的图像处理装置,其特征还在于:

上述判断部具有:

把上述掩膜图像和多个对比图像之间的多个减法图像作为对象,对每一个上述减法图像计算以和上述造影剂反极性出现的像素的像素值超过第 1 阈值的频度的单元,

根据上述频度和第 2 阈值的比较结果确定上述像素移位处理所需要的对比图像的单元。

11. 如权利要求 8 所述的图像处理装置,其特征还在于:

上述判断部具有:

把上述掩膜图像和多个对比图像之间的多个减法图像作为对象,对每一个上述减法图像计算以和上述造影剂反极性出现的像素的像素值总和的单元,

把上述多个减法图像作为对象,对每一个上述减法图像计算以和上述反极性出现的像素的像素值超过第 1 阈值的频度的单元;

根据上述像素值总和与第 2 阈值的比较结果、上述频度和第 3 阈值的比较结果确定上述像素移位处理需要的对比图像的单元。

12. 一种图像处理装置,其特征还在于包括:

摄像部,通过在造影剂注入前后对受检体进行摄像而产生造影剂注入前的掩膜图像和造影剂注入后的多个对比图像;

图像存储部,存储上述掩膜图像和上述多个对比图像;

区域设定部,根据上述掩膜图像和上述多个对比图像设定关心区域;

像素移位量检测部,局限于上述已设定的关心区域,检测上述掩膜图像和上述多个对比图像之间的像素移位量;以及

减法处理部,根据上述检测出的像素移位量,使上述掩膜图像和上述多个对比图像的至少一方移位进行减法计算,

上述区域设定部把残存在上述掩膜图像和上述多个对比图像的多个减法图像上的运动现象发生区域作为上述关心区域进行设定,

上述区域设定部在上述多个减法图像上把和上述造影剂反极性出现的区域作为上述运动现象发生区域进行设定,

上述像素移位量检测部针对上述多个对比图像的每一个检测像素移位量,或者检测针对上述多个对比图像共用的像素移位量。

13. 一种图像处理装置,其特征还在于包括:

摄像部,通过在造影剂注入前后对受检体进行摄像而产生造影剂注入前的掩膜图像和造影剂注入后的多个对比图像;

图像存储部,存储上述掩膜图像和上述多个对比图像;

区域设定部,根据上述掩膜图像和上述多个对比图像设定关心区域;

像素移位量检测部,局限于上述已设定的关心区域,检测上述掩膜图像和上述多个对比图像之间的像素移位量;以及

减法处理部,根据上述检测出的像素移位量,使上述掩膜图像和上述多个对比图像的至少一方移位进行减法计算,

上述区域设定部把残存在上述掩膜图像和上述多个对比图像的多个减法图像上的运动现象发生区域作为上述关心区域进行设定,

上述区域设定部在上述多个减法图像上把和上述造影剂反极性出现的区域作为上述运动现象发生区域进行设定,

上述像素移位量检测部具有:

帧群划分单元,把上述多个对比图像划分为多个帧群;

像素移位量检测单元,对上述帧群的每一个检测像素移位量。

14. 如权利要求 13 所述的图像处理装置,其特征在于:

上述帧群划分单元具有:

对上述掩膜图像和多个对比图像之间的多个减法图像的每一个计算以和上述造影剂反极性出现的像素值总和的单元;

根据上述像素值总和的变化决定上述帧群的划分位置的单元。

15. 如权利要求 13 所述的图像处理装置,其特征在于:

上述帧群划分单元具有:

对上述掩膜图像和多个对比图像之间的多个减法图像的每一个计算以和上述造影剂反极性出现的像素值超过第 1 阈值的像素数的单元;

根据上述像素值的变化决定上述帧群的划分位置的单元。

16. 如权利要求 13 所述的图像处理装置,其特征在于:

上述像素移位量检测单元当用上述帧群划分单元从上述多个减法图像中把从第 L 帧到第 N 帧决定为一个帧群的情况下,从第 L 帧到第 N 帧对每一个上述减法图像计算像素值总和,在确定具有最接近上述像素值总和的平均值或者中间值的像素值总和的帧的同时,针对从上述第 L 帧到第 N 帧的上述对比图像的每一个共通地辨认在与上述确定后的帧对应的对比图像和上述掩膜图像之间辨认的像素移位量。

17. 如权利要求 13 所述的图像处理装置,其特征在于:

上述像素移位量检测部具有:

在把第 L-1 帧的图像和第 L 帧的图像划分为帧群进行了判断时,计算在第 L 帧的减法图像中作为反极性出现的像素值的总和与在上述第 L 帧以后的减法图像中作为反极性出现的像素值的总和的差值的单元,

在上述差值超过了规定的阈值的帧是 N 帧时,把在上述第 L 帧的对比图像帧辨认过的像素移位量,针对从上述第 L 帧到第 N-1 帧的对比图像的每一个共通地进行辨认。

## 图像诊断装置和图像处理装置

[0001] 本申请基于 2006 年 2 月 20 日提交的在先日本专利申请 2006-042759 并要求其优先权益,在此以引用的方式包含其全部内容。

### 技术领域

[0002] 本发明涉及在受检体内注入造影剂,在该注入前后的图像间进行减法处理的图像诊断装置、图像处理装置以及程序。

### 背景技术

[0003] 在进行头部的 DSA 检查时,患者由于造影剂的急剧注入而出现缺氧,有烧热痛的现象。由于该烧热痛的原因患者活动,在减法图像(还称为 DSA 图像)上发生了运动现象。这种情况下手动进行像素移位,或者指定 ROI 半自动进行像素移位(特开 2004-12469)。

[0004] 运动现象的出现方式不一样,针对每帧其变化也很多。在这种情况下需要对每帧进行像素移位。此外也有容易引起运动现象的患者,用很多组(在每 1 次的造影中作为运动图像收集的图像群)进行补正的情况也不少。根据这样的背景如果是自动像素移位,为了进行补正需要相当多的劳动。

### 发明内容

[0005] 本发明的目的在于减轻操作者对于在造影剂注入前后的图像间进行减法处理时产生的主要由于受检体的身体移动引起的运动现象的像素移位处理的作业负担。

[0006] 本发明提供一种图像诊断装置,其特征在于包括:摄像部,通过在造影剂注入前后对受检体进行摄像而产生造影剂注入前的掩膜图像和造影剂注入后的对比图像;图像存储部,存储上述掩膜图像和上述对比图像;区域设定部,根据上述掩膜图像和上述对比图像设定关心区域;像素移位量检测部,局限于上述已设定的关心区域,检测上述掩膜图像和上述对比图像之间的像素移位量;以及减法处理部,根据上述检测出的像素移位量,使上述掩膜图像和上述对比图像的至少一方移位进行减法计算,上述区域设定部把残存在上述掩膜图像和上述对比图像的减法图像上的运动现象发生区域作为上述关心区域进行设定,上述区域设定部在上述减法图像上把和上述造影剂反极性出现的区域作为上述运动现象发生区域进行设定。

[0007] 本发明提供一种图像处理装置,其特征在于包括:摄像部,通过在造影剂注入前后对受检体进行摄像而产生造影剂注入前的掩膜图像和造影剂注入后的多个对比图像;图像存储部,存储上述掩膜图像和上述多个对比图像;区域设定部,根据上述掩膜图像和上述多个对比图像设定关心区域;像素移位量检测部,局限于上述已设定的关心区域,检测上述掩膜图像和上述多个对比图像之间的像素移位量;以及减法处理部,根据上述检测出的像素移位量,使上述掩膜图像和上述多个对比图像的至少一方移位进行减法计算,上述区域设定部把残存在上述掩膜图像和上述多个对比图像的多个减法图像上的运动现象发生区域作为上述关心区域进行设定,上述区域设定部在上述多个减法图像上把和上述造影剂反极

性出现的区域作为上述运动现象发生区域进行设定,上述像素移位量检测部针对上述多个对比图像的每一个检测像素移位量,或者检测针对上述多个对比图像共用的像素移位量。

[0008] 本发明提供一种图像处理装置,其特征在于包括:摄像部,通过在造影剂注入前后对受检体进行摄像而产生造影剂注入前的掩膜图像和造影剂注入后的多个对比图像;图像存储部,存储上述掩膜图像和上述多个对比图像;区域设定部,根据上述掩膜图像和上述多个对比图像设定关心区域;像素移位量检测部,局限于上述已设定的关心区域,检测上述掩膜图像和上述多个对比图像之间的像素移位量;以及减法处理部,根据上述检测出的像素移位量,使上述掩膜图像和上述多个对比图像的至少一方移位进行减法计算,上述区域设定部把残存在上述掩膜图像和上述多个对比图像的多个减法图像上的运动现象发生区域作为上述关心区域进行设定,上述区域设定部在上述多个减法图像上把和上述造影剂反极性出现的区域作为上述运动现象发生区域进行设定,上述像素移位量检测部具有:帧群划分单元,把上述多个对比图像划分为多个帧群;像素移位量检测单元,对上述帧群的每一个检测像素移位量。

[0009] 本发明另外的目的和特征将在以下的说明中得以阐明,并部分地从该说明而显而易见,或者可通过本发明的实施而得以了解。本发明的所述目的和特征可通过在下文中特别指出的手段及其组合而得以实现和获得。

## 附图说明

[0010] 附图包含在说明书中并构成其一部分,表明目前本发明优选的实施方式,并与上面所给出的概括说明和下面给出的其优选实施方式的详细说明一起用于阐述本发明的原理。

[0011] 图 1 是表示本发明的实施方式的 X 射线诊断装置的构成的图。

[0012] 图 2 是在本实施方式中表示像素移位处理的初始画面例子的图。

[0013] 图 3 是表示本实施方式的像素移位处理顺序的图。

[0014] 图 4A 是表示利用图 3 的 ROI 辨认处理 S01 检测的 ROI 例子的图。

[0015] 图 4B 是表示利用图 3 的 ROI 辨认处理 S01 把头盖底作为对象自动设定的 ROI 的例子图。

[0016] 图 5 是在本实施方式中像素移位处理的另一初始画面例子的图。

[0017] 图 6 是表示图 3 的像素移位处理顺序的变形例子的图。

[0018] 图 7 是表示在本实施方式中现象信号强度的分布的图。

[0019] 图 8 是表示在本实施方式中现象发生频度的分布的图。

[0020] 图 9 是表示图 3 的像素移位处理顺序的另一变形例子的图。

[0021] 图 10A 是表示在本实施方式中现象强度分布  $E_p(k)$  的图。

[0022] 图 10B 是表示在本实施方式中现象频度分布  $F_p(k)$  的图。

## 具体实施方式

[0023] 以下参照附图利用理想的实施方式说明本发明。而且,本发明包含能够收集造影图像和非造影图像的图像诊断装置。作为这种图像诊断装置,包含 X 射线诊断装置、超声波诊断装置、磁共振成像装置,还有 PET、SPECT,无论哪种都可以适用本发明。以下,以 X 射线

诊断装置为例说明。

[0024] 图 1 表示本实施方式所涉及的 X 射线诊断装置的构成。摄像部 (图像收集部) 2 具有: 夹着放置在床台平板 4 上的受检体 P 相对配置的 X 射线管 1 和 X 射线检测器 3。X 射线管 1 和 X 射线检测器 3 保持在 C 型臂 5 上, C 型臂被可多轴转动地、移动自由地安装在未图示的支撑机构上。X 射线检测器 3 采用具有闪烁器和光电二极管阵列的平板检测器 (FPD)。但是, X 射线检测器 3 也可以采用图像倍增器和电视摄像机的组合。未图示的注射器一并设置在床台顶板上, 用于向受检体内自动注入造影剂。从 X 射线检测器 3 输出的模拟的映像信号从模拟数字变换器 (A/D) 13 提供给图像处理装置 10。

[0025] 图像处理装置 10 含有模拟数字变换器, 同时含有: 控制部 11; 对在摄像部 2 中发生的, 在模拟数字变换器 13 中变换为数字信号的 X 射线图像数据适用高频强调过滤等的过滤处理的过滤处理部 14; 存储过滤处理前后的 X 射线图像数据的图像存储器 15; 对 X 射线图像数据适用图像放大·移动等的处理的仿射变换部 16; 仪器台 (操作台) 17; 进行灰度变换的一览表 (LUT) 18; ROI 辨认部 19; 像素移位量检测部 20; 像素移位处理部 21; 减法处理部 22; 数字模拟变换器 (D/A) 23; 显示器 25。

[0026] 而且, 在造影剂注入的前后反复拍摄的多个 X 射线图像中, 把在造影前, 正确地造影剂流入到摄像区域之前的 X 射线图像称为掩膜图像识别, 把在造影后, 正确地造影剂正确地流入到摄像区域后的 X 射线图像称为对比图像识别。因为把造影剂注入血管, 所以在对比图像中由于造影剂的浓度增强显现的血管为主的区域 (造影区域), 和浓度没有发生变化的区域 (非造影区域) 混合存在。另一方面, 在掩膜图像上造影区域实际上不存在, 非造影区域为主导。

[0027] ROI 辨认部 19 进行辨认用于消除位置偏移的移动量 (像素移位量) 的处理 (像素移位量检测处理) 的处理对象区域 (称为关心区域 ROI) 的辨认, 而位置偏移是因造影前的掩膜图像和造影后的对比图像之间主要由身体移动引起的偏移。像素移位量检测部 20 局限于经过检测的关心区域 ROI, 对造影后的对比图像和造影前的掩膜图像之间的位置偏移 (像素移位量) 进行检测。减法处理部 22 按照像素移位量移位掩膜图像和对比图像的至少一方并进行减法计算 (减法) 产生减法图像。减法图像经由数字模拟变换器 23 或者直接提供给显示器 25 进行显示。

[0028] 以下, 说明本实施方式的掩膜选择动作。

[0029] 在造影摄像中, 在造影剂的注入的前后重复进行 X 摄像。实际上和摄像开始大致同时注入造影剂。当 X 射线图像数据储存在图像存储器 15 中后, 则一般第 1 帧的图像作为掩膜图像, 把以后的帧作为对比图像。在 DSA (数字减法血管造影: digital subtraction angiograph) 中典型的是从对比图像中减去掩膜图像。减法图像作为造影区域, 即经过造影的血管区域保留作为被强调的图像显示在显示器 25 上。如果注入造影剂, 则特别是在头部的检查中患者由于急剧的造影剂注入而出现缺氧症状, 有引起烧热痛的现象。在由于该烧热痛使受检体身体移动时, 在减法图像 (还称为 DSA 图像) 上发生运动现象。当观察者判断为出现运动现象后, 为了进行运动现象补正执行像素移位。如图 2 所示, 在像素移位处理中依照手动比例在控制部 11 的控制下, 准备了手动、半自动、自动的 3 种。

[0030] 在手动中, 经由仪表台 17 如果按下标记为 [Manual] 的菜单键, 则键变成下陷的状态。在该状态期间, 由仪表台 17 以及像素移位处理部 21 进行的手动像素移位处理功能处于

有效。如果再次按下该键则键变成恢复原状那样的突出的状态,手动像素移位处理功能变成无效。有效期间在固定了对比图像的状态下,操作键盘的上下左右键(↑,↓,→,←)使掩膜图像在对应的方向上移位,以其结果为基础在减法处理部 22 中对在像素移位处理部 21 中移位后的掩膜图像和对比图像进行减法计算,产生减法图像,显示在显示器 25 的图像区域上。此外按下在画面上的手动键的横向上的键可以起同样作用。进而在图像区域上移动鼠标,在图像区域内一边按下鼠标右键一边通过移动鼠标使掩膜图像移位到对应的方向上,能够以其结果为基础显示减法图像。如果变成最佳的移位量,则为了确定该移位量按下标记为 [Execute] 的执行键。利用该执行键的操作,显示中的帧以适用了此后确定的移位量的结果为基础进行显示。进而为了在此后的帧的全部中适用该移位量,按下适用键。通过该适用键的操作,在显示中的帧后面的帧全部以适用了其后确定的移位量的结果为基础进行显示。

[0031] 在半自动模式中,如果按下标记为“Semi-Auto”的半自动键,则键变成键下陷的状态。在该状态期间半自动像素移位处理功能变成有效。如果再次按下该键,则键如变成原来那样突出的状态。半自动像素移位处理功能变成无效。当半自动像素移位处理功能变成有效后,首先表示关心区域 ROI 的标志表示在减法图像上。该 ROI 标志可以选择矩形、圆形等的形状,如果在 ROI 标志中选择圆形则把圆形的 ROI 标志显示在减法图像上。该 ROI 标志能够在和一般的图形描绘功能同样的用户界面中移动,放大、缩小。把该 ROI 标志设定成包含现象发生的区域,为了检测像素移位量按下执行键。当按下执行键后,在 ROI 中一边使标志图像在上下左右方向上各自稍许移位一边进行相关计算,把相关最高的移动量作为最佳的移位量辨认,能够以该移位量为基础显示减法图像。进而在此帧之后的全部帧为了适用该移位量按下适用键。通过该适用键的操作,在显示中的帧以后的帧全部以适用了此后确定的移位量的结果为基础进行显示。

[0032] 在自动模式中,如果按下自动键则键下陷并开始处理。如果处理结束则变成原来的状态。图 3 表示处理的具体的流程。此时,收集 (M+1) 帧的 X 射线图像,把 1 张作为掩膜图像,把 M 张作为对比图像,说明显示 M 张减法图像的情况。在此设掩膜图像是在默认状态下设定的帧,一般摄像开始后最初收集的第 1 帧作为掩膜图像设定。

[0033] 在控制部 11 的控制下,从图像存储器 15 中根据摄像顺序按顺序读出的对比图像在减法处理部 22 中和掩膜图像进行减法计算,逐个生成减法图像并连续地显示在显示器 25 上。观察者在显示着的减法图像上如果判断为运动现象多的情况下,在显示该减法图像的时刻通过仪表台 17 按下自动键。此时把该帧作为减法图像的第 k 个帧说明。如果按下自动键,则首先利用 ROI 辨认部 19 辨认关心区域 ROI,接着,在像素移位量检测部 20 中利用局限于该关心区域 ROI 的处理进行像素移位量的辨认,进而,按照检测出的相位移量在像素移位量处理部 21 中对掩膜图像进行像素移位,最后在减法处理部 22 中通过对比图像和经过像素移位的掩膜图像的减法计算产生减法图像。以下详细说明各步骤的内容。

[0034] 首先,在步骤 S00 中,按照从仪表台 17 输入的操作者的指令,控制部 11 判断像素移位处理是否可以适用。在适用像素移位处理时,进行以下的处理。

[0035] 在由 ROI 辨认部 19 进行的 ROI 辨认步骤 S01 中,使用减法图像求现象强度  $E_p(i, j)$  如下。

[0036]  $E_p(i, j) = f[S_k(i, j)]$  (1)



[0037]  $Sk(i, j)$  是第  $k$  帧的减法图像,  $f(x)$  定义如下。

$$[0038] \quad f(x) = \begin{cases} x : x \geq 0 \\ 0 : x < 0 \end{cases} \quad (2)$$

[0039] 以上述结果为基础如果  $E_p(i, j) > E$ , 则把该像素作为关注区域登记。这里  $E$  是预先决定的阈值。

[0040] 即, 用造影剂 ( 负极性 ) 和反极性 ( 典型的是正极性, 在此假设还包含零 ) 表现的像素的像素值对每个像素经过  $M$  张的减法图像求和, 该值作为膺象强度  $E_p(i, j)$  计算。膺象强度  $E_p(i, j)$  超过阈值  $E$  的像素群作为初始的 ( 一次的 ) 关心区域 ROI 被决定。通过减法处理以和造影剂的像素相反极性显现的像素几乎全部因身体运动而发生。身体运动通过减法处理, 产生与造影剂同极性的像素和与造影剂反极性的像素。把和造影剂的像素同极性出现的像素区别为其原因是因造影剂还是因身体移动而引起的情况容易发生错误。但是, 通过减法处理以和造影剂的像素反极性出现的像素其原因几乎全部是身体移动。因而设定以和造影剂的像素反极性出现的像素的方式在确定受到了身体移动的影响的区域的精度高。

[0041] 从一次决定的关心区域 ROI 中除去在一定范围外的区域。由此发生二次的关心区域 ROI。这是因为在临床上关注的区域一般在图像中心附近, 在该区域上的运动膺象成为首要的问题的缘故。

[0042] 在此如图 4A 所示把图像全体 ( $N \times N$ ) 的中央的  $0.7N \times 0.7N$  的区域作为关注区域。把该关注区域和一次的关心区域 ROI 重叠的区域设定为二次的关心区域 ROI。换句话说, 通过从一次的关心区域 ROI 除去中央的  $0.7N \times 0.7N$  的区域以外的环形区域, 决定二次的关心区域 ROI。

[0043] 进而把二次的关心区域 ROI 在上下左右上进行一定范围扩展 ( 膨胀处理 ), 决定最终的关心区域 ROI。以下, 把最终的关心区域 ROI 只称为关心区域 ROI。这是因为膨胀处理在膺象引起的区域的附近存在与膺象有关的信息 ( 例如在正极性 ( 非造影 ) 的膺象区域附近有负极性 ( 造影 ) 的膺象, 或者通过阈值处理过小地评价膺象等 ) 的概率高的缘故。在此关注任意的像素, 在半径 10 个像素以内如果有膺象区域, 则把该像素作为膺象区域。

[0044] 进而, 在头部图像的例子中, 如图 4B 所示, 把包含头盖底的至少一部分的区域作为二次的或者最终的关心区域 ROI 设定是有效的。其原因是因为头盖底部分骨头错综复杂, 由于运动膺象的影响, 在减法图像上发生许多残留像素的缘故。实际上, 从图像中心开始, 作为从头顶朝向下颚的方向典型的是朝向  $Y$  轴的负方向, 把只移动规定距离  $\Delta P$  ( 规定数的像素 ) 的位置设定为关心区域 ROI 的中心。

[0045] 接着在由像素移位量检测处理部 20 进行的像素移位量检测处理步骤 S02 中, 局限于经过检测的关心区域 ROI, 从掩膜图像上的同一位置开始在一定范围内的搜索区域内, 一边仔细地移动掩膜图像一边重复进行对比图像的相关计算。其结果把计算结果最低的位置判定为对应位置, 把向该位置的移动向量作为像素移动量数据存储。在此相关计算能够如以下所述那样进行。

$$[0046] \quad CR(\Delta i, \Delta j) = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N [r\{C_k(i, j) - M(i + \Delta i, j + \Delta j)\}]^2 \quad (3)$$

[0047] 在此  $C_k(i, j)$ 、 $M(i + \Delta i, j + \Delta j)$  分别是第  $k$  帧的对比图像、掩膜图像。 $N$  是图像的矩阵尺寸,  $(\Delta i, \Delta j)$  是移位向量。 $CR(\Delta i, \Delta j)$  是相关计算的结果, 一边使  $\Delta i, \Delta j$  分别在  $-\Delta \sim \Delta$  之间移位一边求相关计算结果, 把结果为最小的移位向量作为位置偏移检测。相关计算的范围是  $-\Delta \sim \Delta$ , 计算的间隔 ( $\Delta i, \Delta j$  的间隔) 是  $\delta$ 。此外  $r(x)$  定义如下。

[0048]

$$r(x) = \begin{cases} r: ROI内 \\ 0: ROI外 \end{cases} \quad (4)$$

[0049] 在此  $(\Delta i_0, \Delta j_0)$  作为是  $CR(\Delta i, \Delta j)$  变成最小的移位向量来说明以下的处理。在由像素移位处理部 21 进行的像素移位的步骤 S03 中, 使掩膜图像移位  $(\Delta i_0, \Delta j_0)$  向量。在减法的步骤 S04 中, 对对比图像  $C_k(i, j)$  和移位后的掩膜图像  $M(i + \Delta i_0, j + \Delta j_0)$  进行减法计算, 顺序显示减法图像。

[0050] 观察者接受该结果, 当按下执行键后在减法图像的附带区域上作为第  $k$  帧的最佳像素移位量登记  $(\Delta i_0, \Delta j_0)$ 。登记后的像素移位量在下次同一图像显示时使用适用了该像素移位量的结果进行显示。当观察者不接受该结果的情况下, 当按下删除键后删除该结果 (S07)。当观察者接受该结果后, 进而在后续的帧中也适用同样的像素移位量的情况下 (S06), 在步骤 S5 中按下适用键。

[0051] (第 1 变形例)

[0052] 虽然在以上说明中设置自动键, 但如图 5 所示当在半自动键下关心区域 ROI 变成全体的情况下, 也可以适用自动设定 ROI 的本算法。

[0053] (第 2 变形例)

[0054] 图 6 的流程图表示第 2 变形例的处理顺序。在上述的说明中, 只对显示帧进行了关心区域的最佳化, 但对  $M$  张的对比图像全体也可以设定共用的最佳的关心区域 ROI。

[0055] 和上述一样, 在自动模式中, 如果按下自动键则键陷下并开始处理。如果处理结束则恢复原状。此时, 收集  $M+1$  的图像, 把 1 张作为掩膜图像, 把  $M$  张作为对比图像, 说明有关显示  $M$  张的减法图像的情况。在此掩膜图像假设是以默认状态设定的帧, 一般把第一帧设定为掩膜图像。首先使用  $M$  张的减法图像进行 ROI 辨认。此后对每张对比图像进行像素移位量检测, 以检测出的移位量为基础的掩膜图像的像素移位、对比图像和补正掩膜图像的减法计算。对对比图像全部  $M$  帧分别独立执行上述步骤。以下详细说明各步骤的内容。

[0056] 在 ROI 辨认的步骤 S11 中, 使用已制成的  $M$  帧的减法图像如以下那样求厖象强度  $E_p(i, j)$  和厖象频度  $F_p(i, j)$ 。

$$[0057] \quad E_p(i, j) = \sum_{k=1}^M f[S_k(i, j)] \quad (5)$$

$$[0058] \quad F_p(i, j) = \sum_{k=1}^M g[S_k(i, j) - S] \quad (6)$$

[0059]  $S_k(i, j)$  是第  $k$  帧的减法图像,  $S$  是在  $S_k(i, j)$  中区别膺象和噪声的常数, 预先被求得。接着  $f(x)$ 、 $g(x)$  定义如下。

$$[0060] \quad f(x) = \begin{cases} x: x \geq 0 \\ 0: x < 0 \end{cases} \quad (7)$$

$$[0061] \quad g(x) = \begin{cases} 1: x \geq 0 \\ 0: x < 0 \end{cases} \quad (8)$$

[0062] 和上述一样, 膺象强度  $E_p(i, j)$  通过把以造影剂 ( 负极性 ) 和反极性 ( 典型的是正极性, 在此还包含零 ) 出现的像素的像素值在对每个像素经过  $M$  张减法图像进行求和来求得。

[0063] 另一方面, 膺象频度  $F_p(i, j)$  把掩膜图像和  $M$  张的对比图像之间的  $M$  张的减法图像作为对象, 对每个像素求用正极性表现的像素的像素值超过规定的阈值的频度 ( 像素数 ) 。

[0064] 以上述结果为基础把  $E_p(i, j) > E$ , 并且  $F_p(i, j) > F$  的像素群作为关心区域 ROI 决定。在此  $E$ 、 $F$  是预先决定的阈值。而且在此表示了对正像素值进行求和的单元, 和计算在每个像素中超过了阈值的像素数 ( 频度 ) 的单元的组合的例子。但是代替对正信号求和的单元, 也可以组合对每个像素计算正信号的最大值的单元和对每个像素计算超过了阈值的频度的单元, 进而也可以是 3 个单元内的某一个单独使用。

[0065] 在关心区域 ROI 内, 在一定范围外的区域从登记区域中删除。这是因为临床上关注的区域一般在图像中心附近, 在该区域上的运动膺象成为首要的问题的缘故。在此如图 4 所示, 把图像全体的  $0.7N \times 0.7N$  以外的区域作为关注区域外, 在该范围外的膺象区域从区域中删除。

[0066] 进而把登记后的关心区域 ROI 在上下左右上扩展一定范围。这是因为在膺象引起的区域的附近存在与膺象有关的信息 ( 例如在正极性的膺象附近有负的膺象, 或者通过阈值处理过小地评价膺象等 ) 的概率高的缘故。在此关注任意的像素, 在半径 10 个像素以内如果有膺象区域, 则把该像素作为膺象区域。

[0067] 从像素移位量检测步骤 S13 到减法处理步骤 S15 的处理经过变量  $N$  的初始化步骤 S12、变量  $N$  的增加步骤 S16 以及变量  $N$  是否达到了对比图像张数  $M$  的判定步骤 S17, 对每张对比图像重复实施。在像素移位量检测的步骤 S13 中, 从图像上的同一位置开始在一定范围内的搜索区域内一边仔细移动一边顺序进行相关计算。其结果把计算结果最低的位置判定为对应位置, 存储向该位置的移动向量。在此相关计算能够如以下那样记述。

$$[0068] \quad CR(\Delta i, \Delta j) = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N [r\{C_k(i, j) - M(i + \Delta i, j + \Delta j)\}]^2 \quad (9)$$

[0069] 在此  $C_k(i, j)$ 、 $M(i + \Delta i, j + \Delta j)$  分别是第  $k$  帧的对比图像、掩膜图像。 $N$  是图像的矩阵尺寸,  $(\Delta i, \Delta j)$  是移位向量。 $CR(\Delta i, \Delta j)$  是相关计算的结果, 一边使  $\Delta i, \Delta j$  分别在  $-\Delta$  到  $\Delta$  之间移位一边求相关计算结果, 把结果为最小的移位向量作为位置偏移检测。相关计算的范围是  $-\Delta \sim \Delta$ , 计算的间隔 ( $\Delta i, \Delta j$  的间隔) 是  $\delta$ 。此外  $r(x)$  定义如下。

[0070]

$$r(x) = \begin{cases} r: ROI内 \\ 0: ROI外 \end{cases} \quad (10)$$

[0071] 在此  $(\Delta i_k, \Delta j_k)$  作为是  $CR(\Delta i, \Delta j)$  变成最小的移位向量来说明以下的处理。在像素移位的步骤中对掩膜图像进行  $(\Delta i_k, \Delta j_k)$  向量移位。在减法的步骤中, 对对比图像  $C_k(i, j)$  和补正后的  $M(i + \Delta i_k, j + \Delta j_k)$  进行减法计算。顺序显示经过减法计算的图像。

[0072] 观察者接受该结果, 当按下执行键后 (S18), 在减法图像的附带区域上登记各帧的最佳移位  $(\Delta i_k, \Delta j_k)$  (S19), 自动键恢复原状。经过登记的移位量在下次同一图像显示时使用适用了有关移位量的结果进行显示。当观察者不接受该结果的情况下, 当按下删除键后该结果复位 (S20)。

[0073] (第 3 变形例)

[0074] 在以上说明中的基本原则是从膺象发生区域中辨认关心区域 ROI, 但也可以以造影剂注入区域为基础辨认 ROI。在 ROI 辨认的步骤中, 使用已制成的  $M$  张的减法图像如以下那样求造影剂注入信号强度  $E_m(i, j)$  和造影剂注入信号频度  $F_m(i, j)$ 。

$$[0075] \quad E_m(i, j) = \sum_{k=1}^M INVf[S_k(i, j)] \quad (11)$$

$$[0076] \quad F_m(i, j) = \sum_{k=1}^M INVg[S_k(i, j) + S] \quad (12)$$

[0077]  $S_k(i, j)$  是第  $k$  帧的减法图像,  $S$  是在  $S_k(i, j)$  中区别造影剂注入信号和噪声的常数, 预先被求得。接着  $INVf(x)$ 、 $INVg(x)$  定义如下。

$$[0078] \quad INVf(x) = \begin{cases} 0: x \geq 0 \\ x: x < 0 \end{cases} \quad (13)$$

$$[0079] \quad INVg(x) = \begin{cases} 0: x \geq 0 \\ 1: x < 0 \end{cases} \quad (14)$$

[0080] 以上述的结果为基础如果  $E_m(i, j) < G$ , 并且  $F_m(i, j) > H$ , 则把该像素作为造影剂注入区域登记。这里  $G, H$  是预先决定的阈值。最终如图 4 所示, 在图像全体的  $0.7N \times 0.7N$  的区域中, 把省略了造影剂注入区域的区域作为 ROI 登记。而且在本实施方式中表示对负

信号进行求和的单元,和计算在每个像素中超过了阈值的频度的单元的组的例子。但是代替对负信号求和的单元,也可以组合对每个像素计算负信号的最小值投影的单元和对每个像素计算超过了阈值的频度的单元,进而也可以是 3 个单元内的某一个单独使用。

[0081] (第 4 变形例)

[0082] 以上是从膺象发生区域、造影剂注入区域的某一方中辨认关心区域 ROI,但也可以组合两者。具体地说从膺象发生区域中除去造影剂注入区域。

[0083] (第 5 变形例)

[0084] 以上对每个帧计算像素移位量。如果对每个帧计算最佳的像素移位量,则能够进行精度非常好的补正。但是相反计算量跳跃式增加,在要求速率的临床方面也存在使用方便性差的情况。因而代替对每个帧计算最佳像素移位量,把帧作为以许多张为单位的帧群,计算最适合每个帧群的像素移位量。

[0085] 每个帧的膺象信号强度如以下那样求得。

$$[0086] \quad E_p(k) = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N f[S_k(i, j)] \quad (15)$$

$$[0087] \quad F_p(k) = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N g[S_k(i, j) - S] \quad (16)$$

[0088]  $S_k(i, j)$  是第  $k$  帧的减法图像,  $S$  是在  $S_k(i, j)$  中区别膺象和噪声的常数,预先被求得。接着  $f(x)$ 、 $g(x)$  定义如下。

$$[0089] \quad f(x) = \begin{cases} x: x \geq 0 \\ 0: x < 0 \end{cases} \quad (17)$$

$$[0090] \quad g(x) = \begin{cases} 1: x \geq 0 \\ 0: x < 0 \end{cases} \quad (18)$$

[0091] 膺象信号强度以及膺象发生频度的分布如图 7、图 8 所示。如果假设  $E_p$ 、 $F_p$  区分帧群的间隔,则把直到和  $E_p(1)$  的误差超过  $E_p$  的最初的帧,或者直到和  $F_p(1)$  的误差超过  $F_p$  的最初的帧的其中一方的最快的帧作为帧群。如果把超过它的帧作为  $s$  帧,则直到和  $E_p(s)$  的误差超过  $E_p$  的最初的帧,或者直到和  $F_p(s)$  的误差超过  $F_p$  的最初的帧的其中一方的帧变成下一帧群。在此,虽然使用膺象信号强度以及膺象发生频度双方决定帧群,但也可以只使用其中一方判断。

[0092] 通过上述处理把从 1 帧到  $(s-1)$  帧判断为单一的帧群。此时假设在膺象信号强度  $E$  以及膺象发生频度  $F$  内,膺象信号强度最先超过了阈值,如果把  $E_p(1)$  和  $E_p(s-1)$  的平均值,或者最接近中央值的帧作为  $r$ ,则把第  $r$  帧的最佳的像素移位量 ( $\Delta i_r, \Delta j_r$ ) 适用到掩膜图像,和从第 1 帧到第  $(s-1)$  帧的对比图像进行减法计算。在此平均值起到在全部的帧中减小误差的作用。但是一般膺象大多急剧变化,因而认为使用了中央值的一方作为运动

图像全体减少臆象。

[0093] 接着假设从 s 帧到 (t-1) 帧判断为帧群, 在臆象信号强度以及臆象发生频度内, 假设臆象发生频度最先超过了阈值。如果假设最接近  $F_p(s)$  和  $F_p(t-1)$  的例如中央值的帧为 u, 则把第 u 帧的最佳像素移位量 ( $\Delta i_u, \Delta j_u$ ) 适用到掩膜图像, 和从第 s 帧到第 (t-1) 的对比度图像进行减法计算。

[0094] (第 6 变形例)

[0095] 以上使用臆象信号强度 E 以及臆象发生频度 F 区分帧群。该方法具有计算量少这一优点, 但在例如在向右方向移位后, 急速向相反方向只以前面的移位量的一倍移位的情况下, 虽然实际上臆象的发生场所变化, 但可以得到作为臆象的总量没有变化的情况。为例解决这种问题, 最好是还根据臆象的分布进行计算。

$$[0096] \quad D_p(k) = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N \{f[S_k(i, j)] - f[S_{k-1}(i, j)]\}^2 \quad (N=2 \sim M) \quad (19)$$

$$[0097] \quad f(x) = \begin{cases} x : x \geq 0 \\ 0 : x < 0 \end{cases} \quad (20)$$

[0098]  $D_p$  是前后一对的减法图像的差值, 除去其负值表示正值以及零的绝对值总和。如果假设  $D_p$  区分帧群的间隔, 则把直到和  $D_p(1)$  的误差超过  $D_p$  的最初的帧作为帧群。通过上述的处理把从 1 帧到 (s-1) 帧作为帧群判断。如果假设最接近  $D_p(1)$  和  $D_p(s-1)$  的中央值的帧为 v, 则把第 v 帧的最佳像素移位量 ( $\Delta i_v, \Delta j_v$ ) 适用到掩膜图像, 和从第 1 帧到第 (s-1) 帧的对比图像进行减法计算。

[0099] (第 7 变形例)

[0100] 以上是把帧群的平均的帧作为代表性的像素移位量设定。作为后处理能够期待进行臆象平滑化的结果。但是另一方面从实时性 (即时性) 的观点出发, 例如在第一帧群中到第 s 帧为止不能决定像素移位量, 实时性很差。因而在需要实时性时, 希望把帧群的最初的帧中的像素移位量作为代表性的像素移位量处理。

[0101] (第 8 变形例)

[0102] 以上唯一地决定帧群。但是这必须允许在某种程度上的臆象。另一方面停止帧群这种考虑方法, 如果进行每个帧的处理则需要花费大量的计算时间。因而作为折中的方案, 考虑最初用帧群处理, 处理结束后, 分割成帧群。

[0103] 具体地说在第一帧群的处理结束后, 把帧群分割成 2 部分, 因为第一阶段的帧群的第一帧群是从第 1 帧到第 (s-1) 帧, 所以把帧群分割为从第 1 帧到第 (s-1)/2 帧, 和从第 (s-1)/2+1 帧到第 (s-1) 帧, 再次计算最适宜各自的像素移位量。以再次计算的像素移位量为基础执行掩膜图像的像素移位、减法, 从结束的像素群帧开始顺序反映到显示上。同样地对第二帧群也进行处理。如果这样对第二阶段的帧群全部进行处理, 则进一步分割它, 对第三帧群也同样进行处理。该处理直到变成帧单位为止继续。而且也可以都不持续到帧单位, 而是在满足了最小臆象强度  $E_{pmin}$ 、最小臆象频度  $F_{pmin}$ 、 $D_{pmin}$  之一, 或者满足了其组合的时刻结束。

[0104] (第 9 变形例)

[0105] 和上述相同的部分省略说明。图 9 表示本变形例的动作顺序。在上述实施方式中像素移位的开始由观察者决定,但在此对摄像图像自动判定。

[0106] 在摄像程序中设置判断是否自动进行像素移位的开关,如果该开关变成开状态则进行如下的处理。在断开时则如通常那样。

[0107] 此时,收集  $M+1$  的图像,把 1 张作为掩膜图像,把  $M$  张作为对比图像,说明有关显示  $M$  张的减法图像的情况。在此,掩膜图像假设是以默认状态设定的帧,一般把第一帧设定为掩膜图像。首先使用  $M$  张的减法图像求每一帧的厡象强度  $E_p(k)$  和厡象频度  $F_p(k)$ 。对求得的计算值分别进行针对  $E_{pmin}$ 、 $F_{pmin}$  的阈值处理。无论是哪一方,超过的帧都判断为需要像素移位(在图 10A,图 10B 中说明只使用厡象强度的例子)。在此使用厡象强度和厡象频度双方进行是否需要的判断,但可以是任何一方。

[0108] 如果判断为需要进行像素移位处理的帧是一个,则进行和实施方式 2 一样的处理。但是进行处理的只是判断为需要的帧。如果没有判断为需要的帧则不进行处理。处理中自动键处于陷下的状态,进而执行、删除、适用键变成灰色显示(gray out)状态。处理结束后,执行、删除、适用键恢复原来的状态。如果观察者判断为处理结果良好并按下执行键,则处理确定,登记像素移位量,自动键恢复原样。使用在以下的显示中计算出的像素移位量进行显示。如果不需要处理则自动键自动地恢复原样。

[0109] (第 10 变形例)

[0110] 以上自动地适用处理。但是在摄像程序中,在判断是否自动进行像素移位的开关上设定半自动,补正与否也可以由观察者判断。这种情况下,补正与否用在实施方式 3 中记述的自动的方法判断,在后台执行处理。但是观察者判断是否适用它。具体地说处于像素移位栏帧中的自动键是原来的突出状态,但是在后台把和实施方式 3 同样的处理执行到像素移位量的辨认(不执行像素移位和减法)。如果观察者按下自动键,则把此前计算的结果作为基础执行像素移位和减法。处理的确定用执行键进行。

[0111] (第 11 变形例)

[0112] 以上是自动地进行像素移位。但是在观察者用手动键、半自动键执行了像素移位的帧中,从自动处理中精简,使观察者决定的处理结果优先。

[0113] 而且,本发明并不限于上述实施方式自身,在实施阶段中在不脱离其主要内容的范围内能够改变构成要素并具体化。此外,通过在上述实施方式中公开的多个构成要素的适宜的组合,能够形成各种发明。例如,可以从实施方式所示的全构成要素帧删除几个构成要素。进而,也可以适宜地组合涉及不同的实施方式的构成要素。

[0114] 另外的特征和变形可由本领域技术人员容易地想到。因此,本发明在其更宽的方面并不限于这里所描述和表示的特定细节和代表性实施方式。从而,在不脱离由附加的权利要求及其等同物所规定的概括性发明概念的精神和范围内,可进行各种各样的变形。





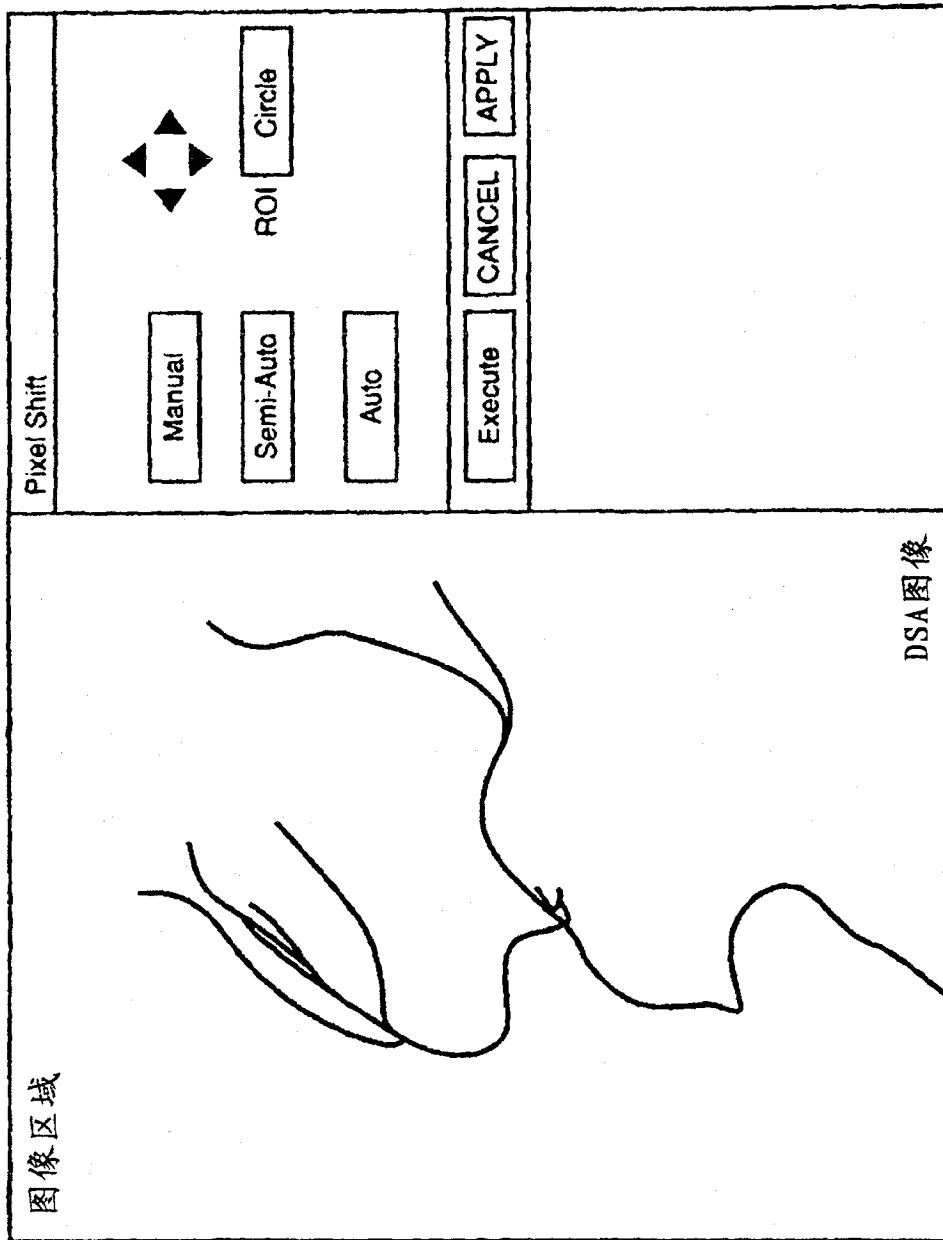


图 2

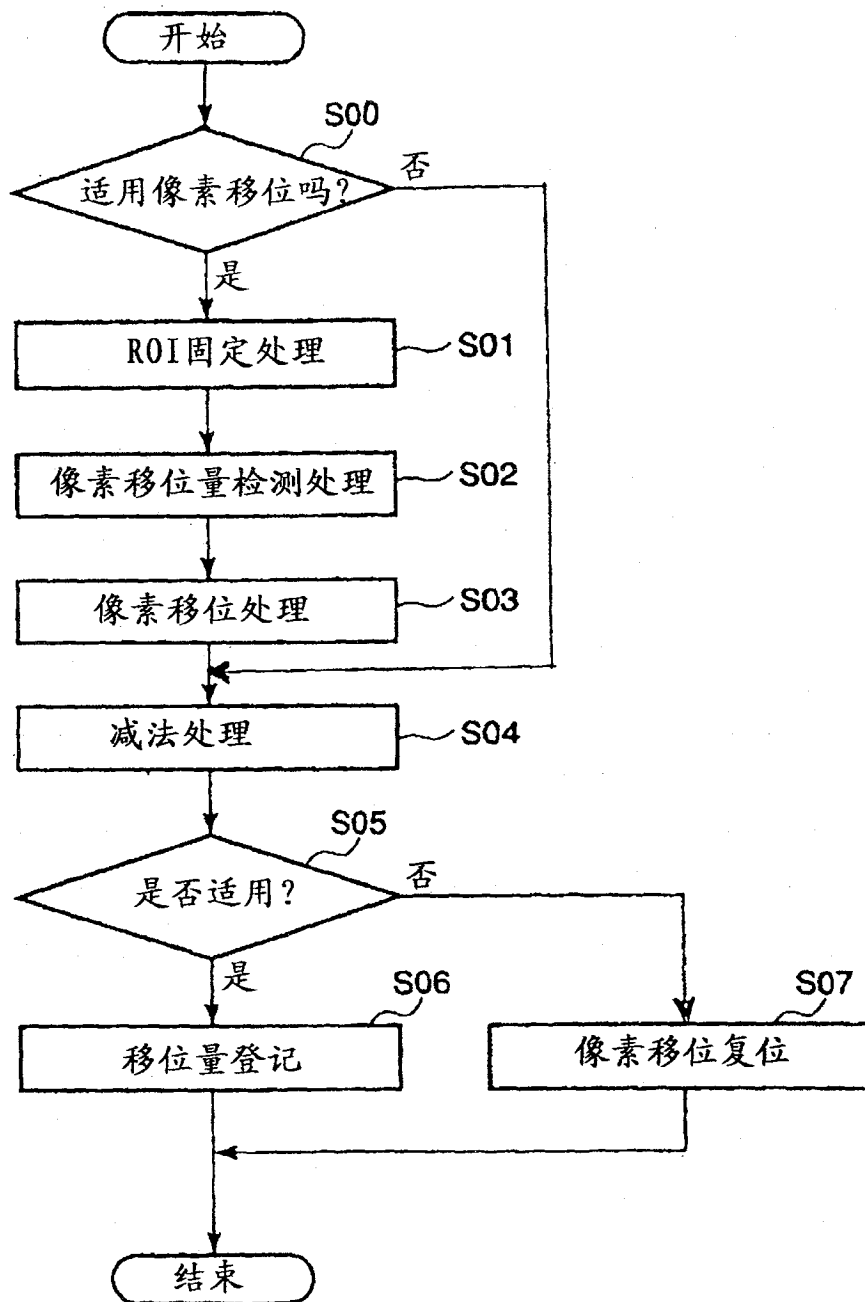


图 3

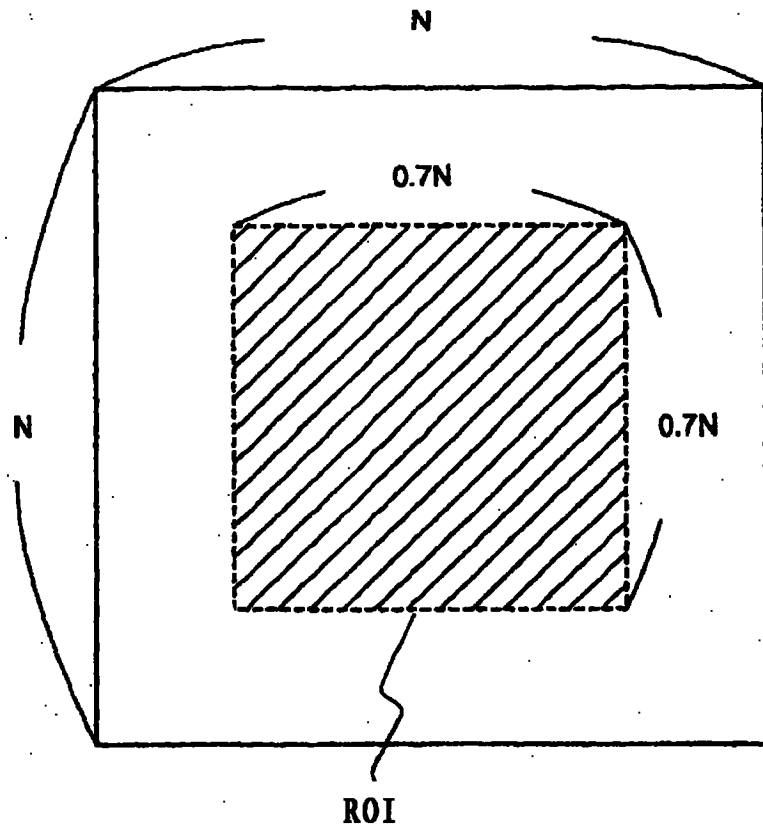


图 4A

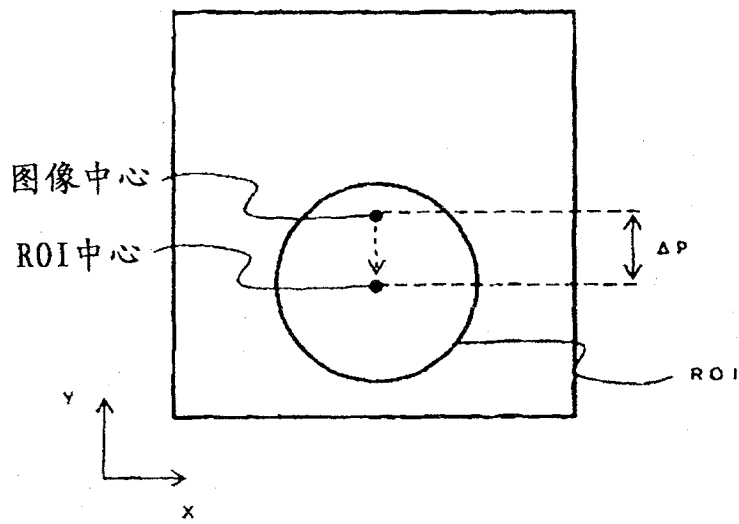


图 4B

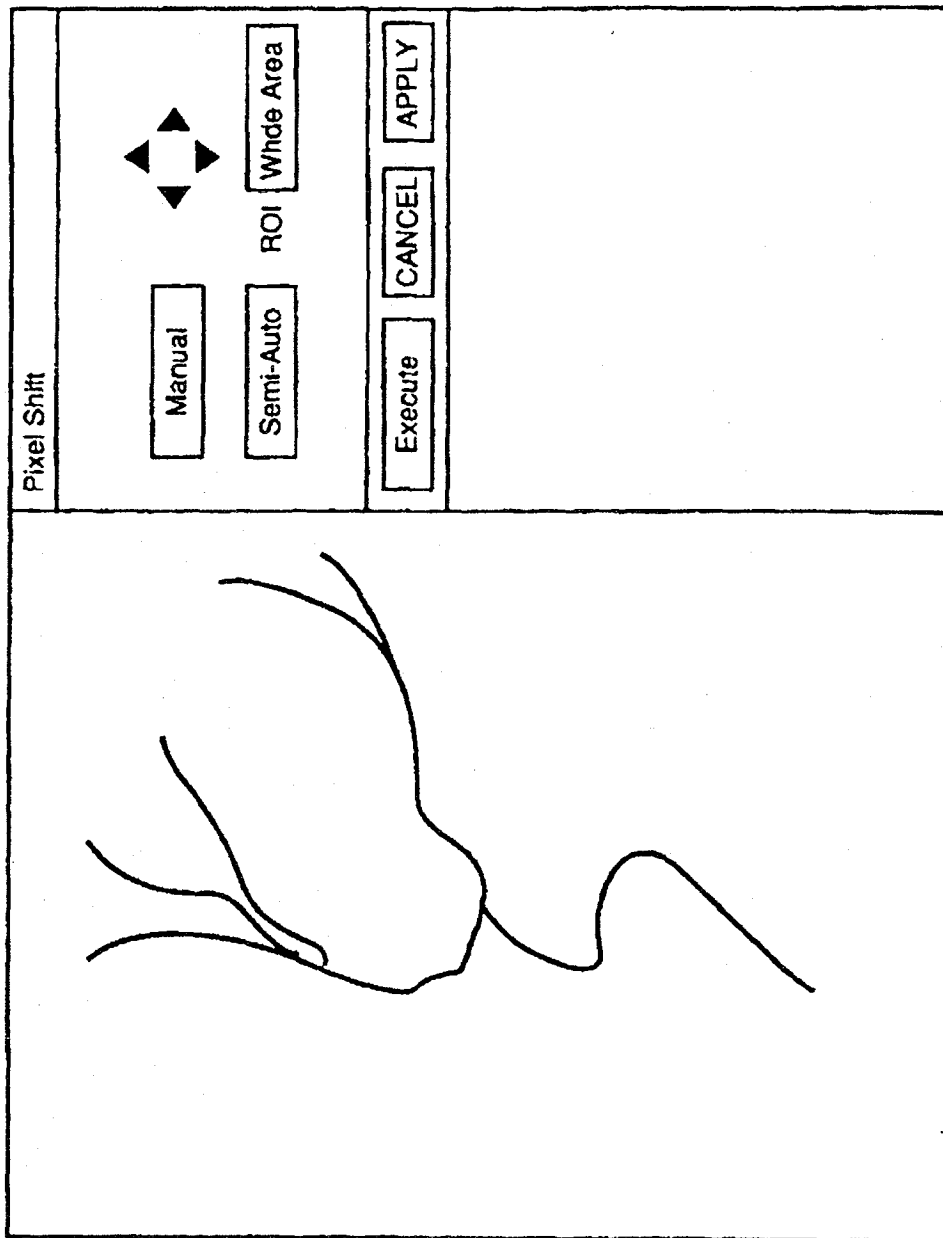


图 5

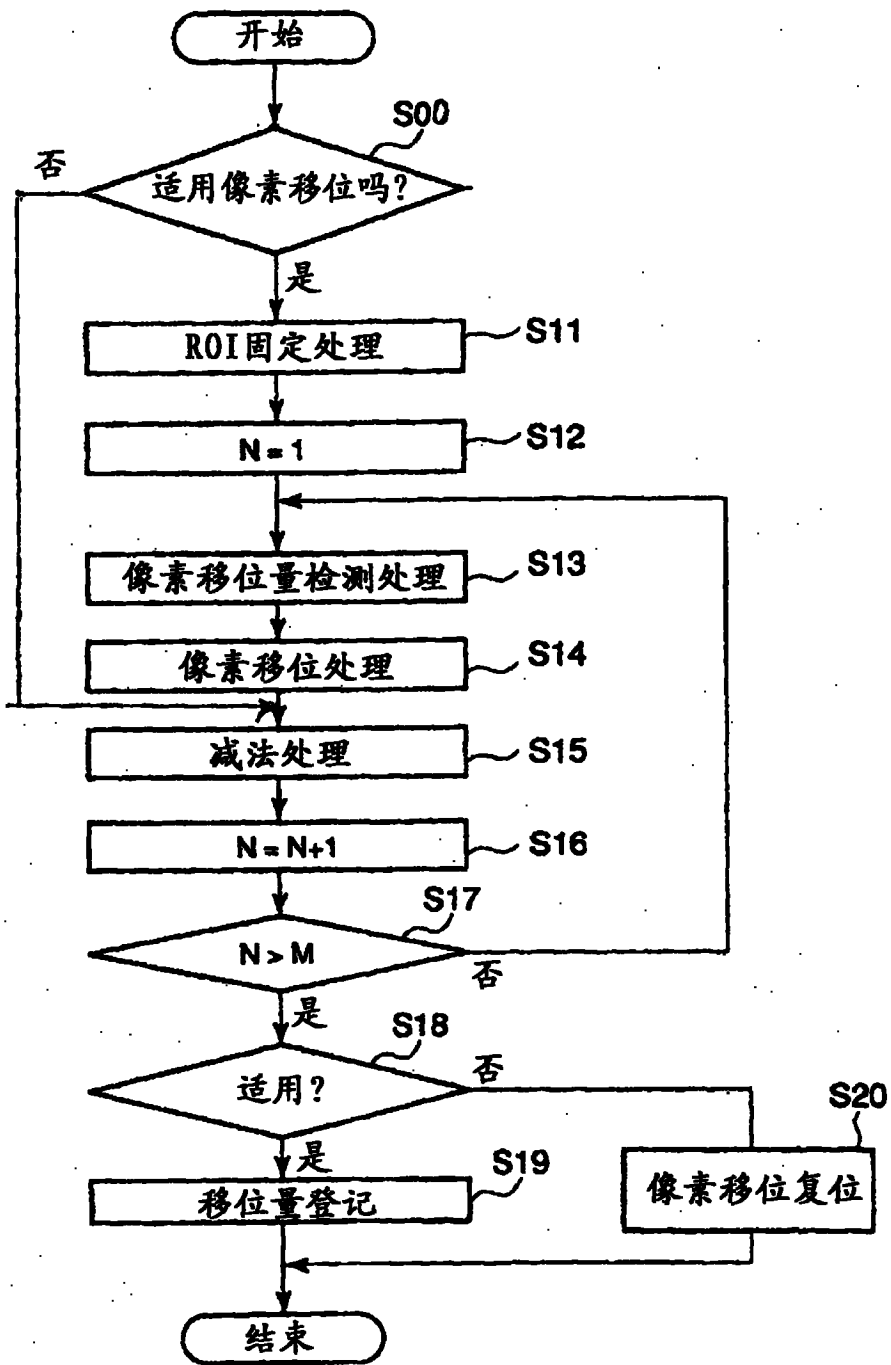


图 6

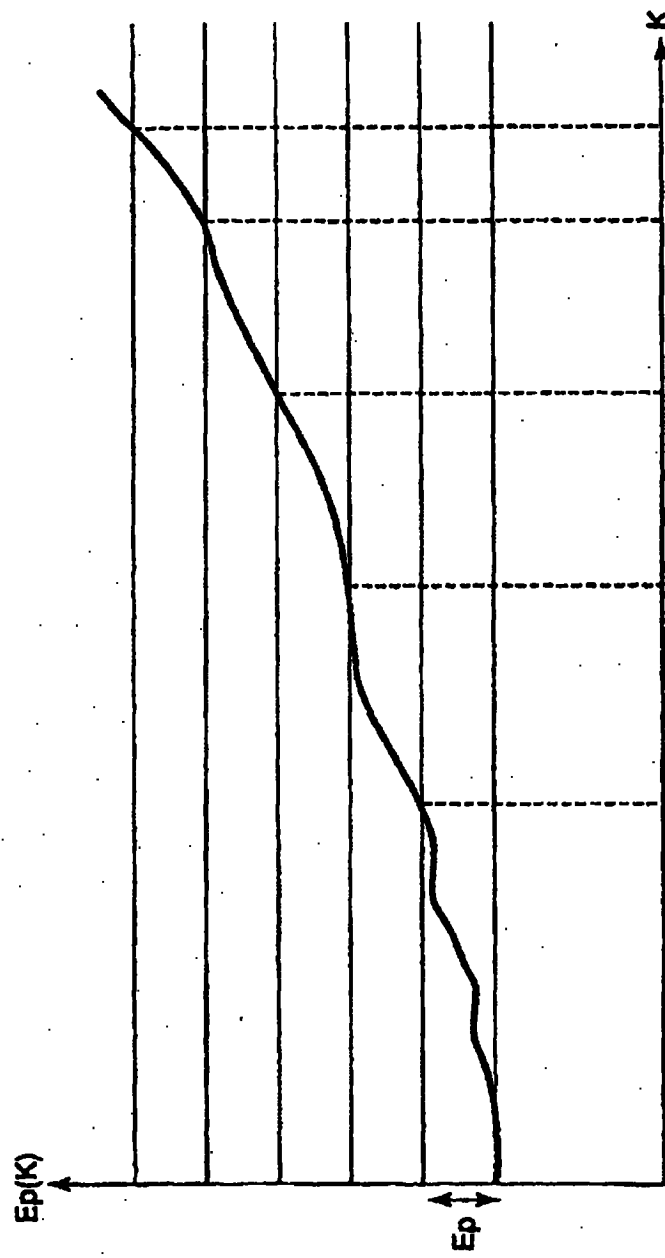


图 7

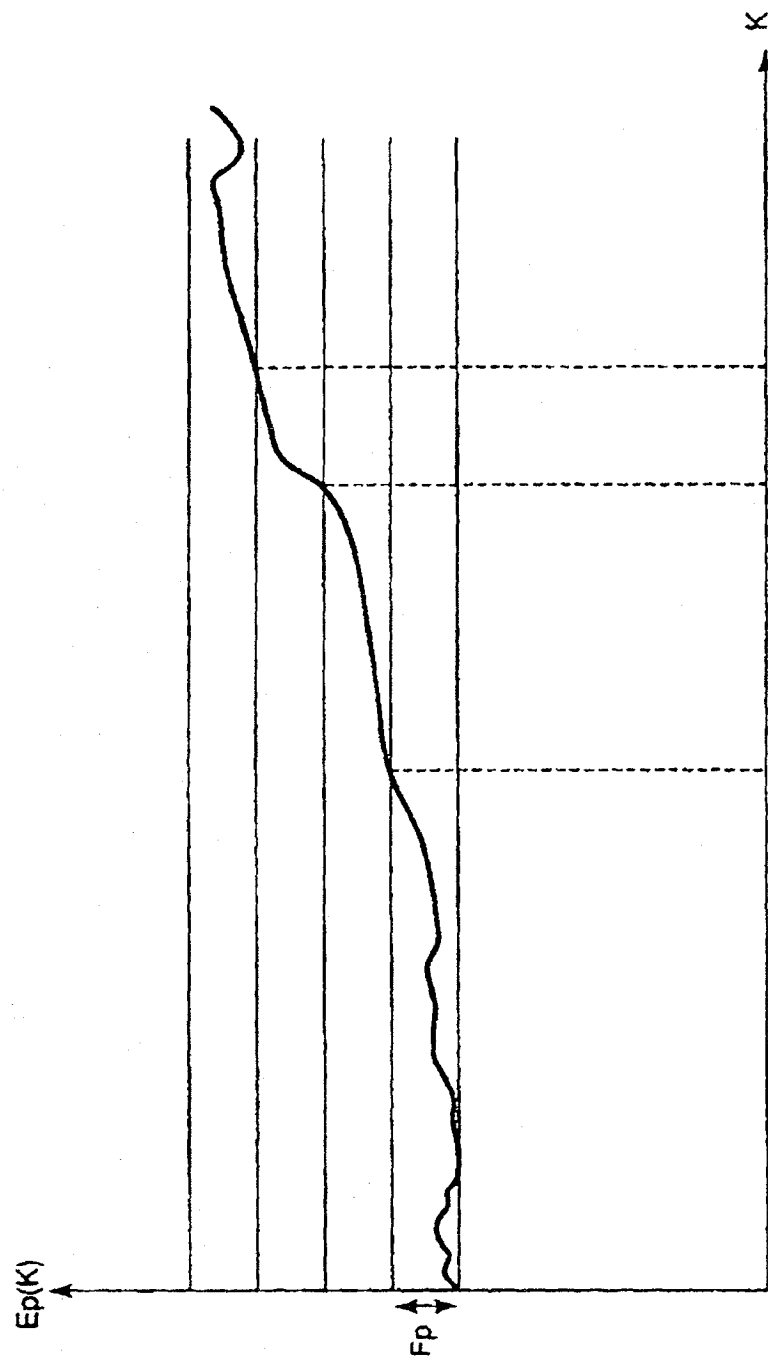


图 8

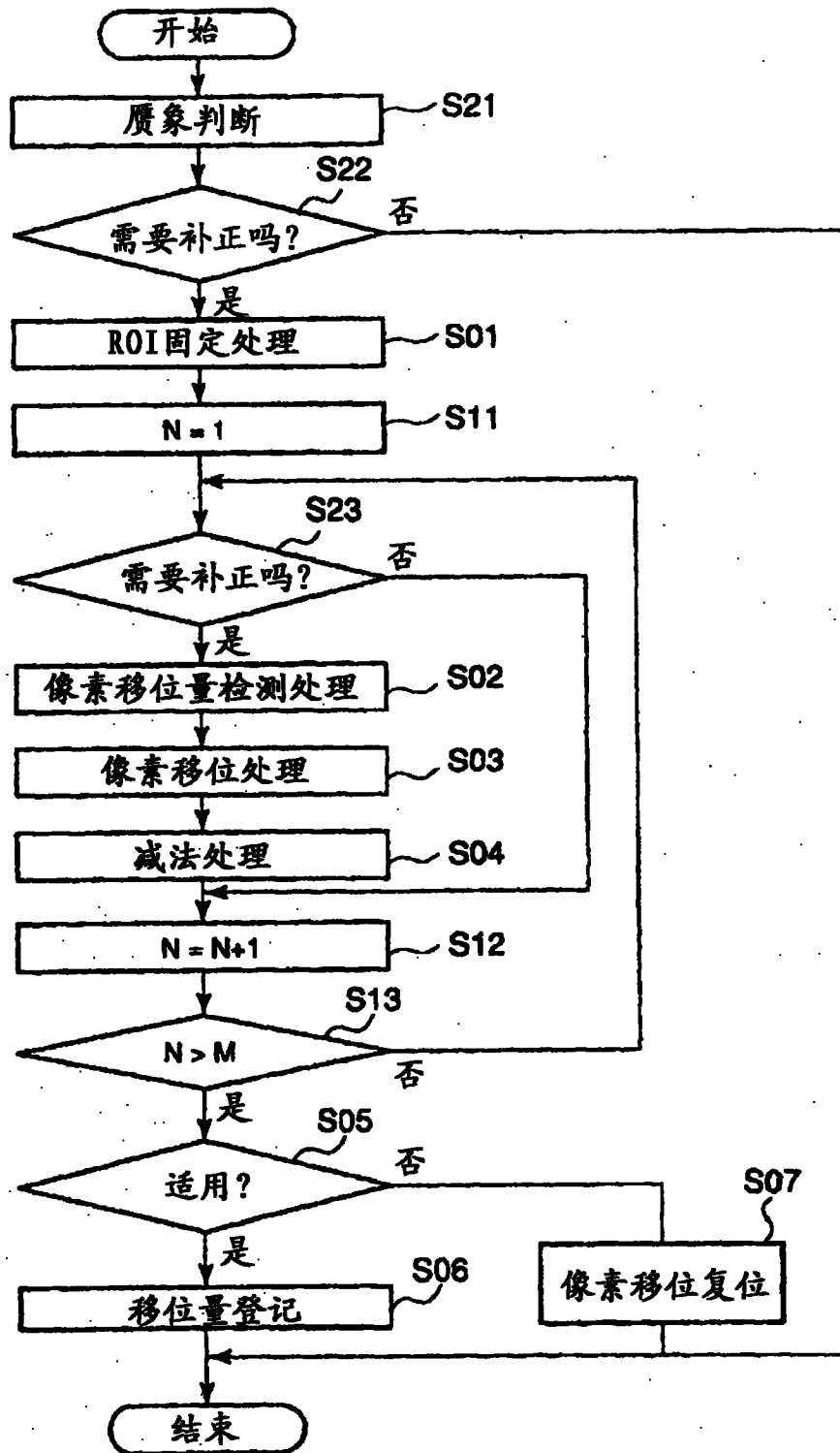


图 9



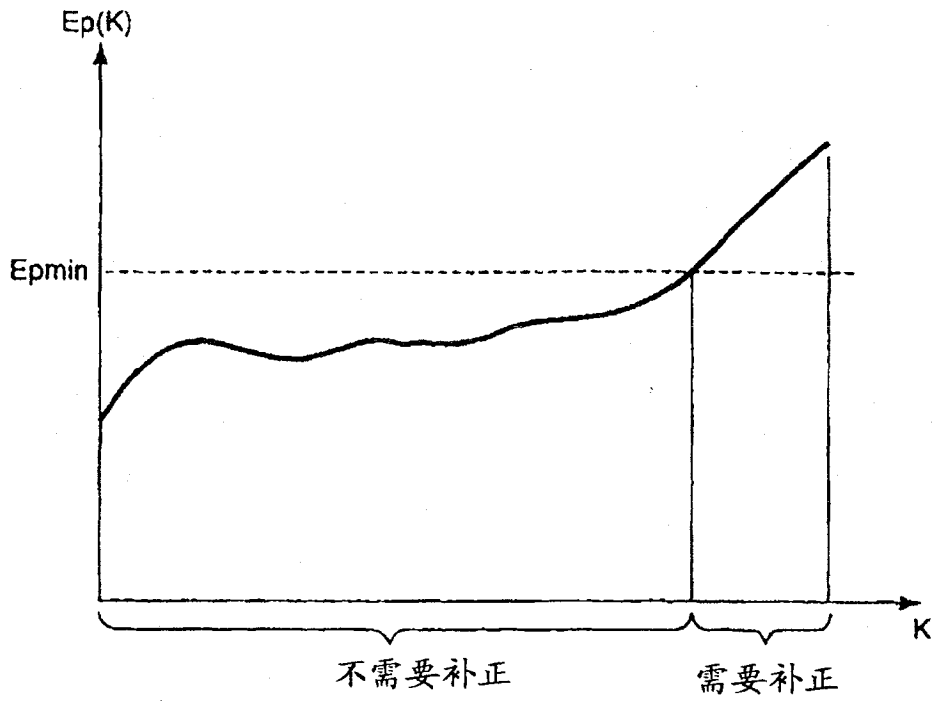


图 10A

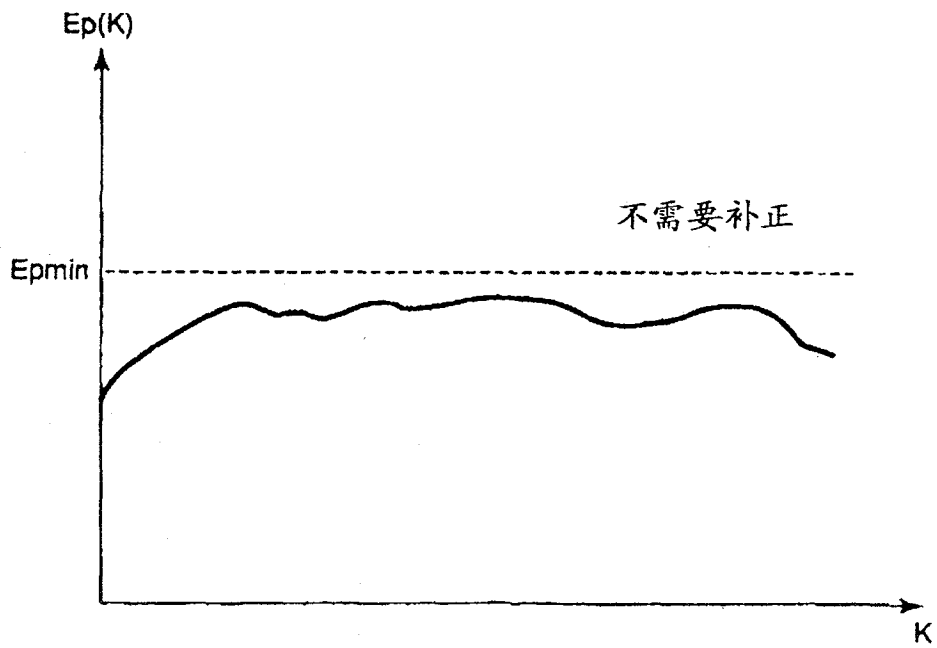


图 10B