

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

G01N 23/04 (2006.01)

G06T 1/00 (2006.01)



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200710130137.9

[43] 公开日 2008年7月2日

[11] 公开号 CN 101210895A

[22] 申请日 2007.7.20

[21] 申请号 200710130137.9

[30] 优先权

[32] 2006.12.28 [33] CN [31] 200610169800.1

[71] 申请人 清华同方威视技术股份有限公司

地址 100084 北京市海淀区双清路同方大厦
A座2层

[72] 发明人 谢亚丽 苗齐田 李元景 彭 华

曹学光 温宏胜 刘耀红 宋全伟

顾建平 林 津 杨宏波 罗平安

[74] 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任公司

代理人 宋焰琴

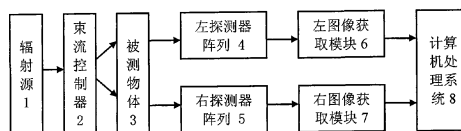
权利要求书4页 说明书9页 附图6页

[54] 发明名称

一种双视角扫描辐射成像的方法及系统

[57] 摘要

一种双视角扫描辐射成像的方法采用由同一辐射源发射的 X 射线，经过双缝准直器形成两束对称的或非对称的、成一定夹角的束流扇面，穿过被检物体，分别由左右探测器阵列接收后转换成电信号输入各自的图像获取系统，然后输入到计算机处理系统进行图像处理、显示。与方法对应的系统包括辐射源、束流控制器、两列互连的探测器阵列、与各自探测器阵列连接的图像获取系统以及计算机处理系统。本发明可以显示分别由探测器阵列所检测的透视图像，也可以显示由两者利用视差原理重建出不同深度的透视图像，方便、快捷、检验速度快，以低成本的方式实现了对不同深度物体的识别。



1、一种双视角扫描辐射成像方法，包括如下步骤：

- 1) 由射线源发射出的 X 射线产生两条成一定夹角的 X 射线；
- 2) 使上述两条成一定夹角的 X 射线经过被检物体，从而获得左右透视图像数据；
- 3) 对所述左、右透射图像进行分割；
- 4) 对所述分割的结果进行匹配；
- 5) 建成透视图在深度方向上的断层图，并重构断层图的灰度值。

2、根据权利要求 1 所述的双视角扫描辐射成像方法，其特征在于，所述步骤 1 中的 X 射线经过束流控制器形成的成一定夹角的 X 射线是成束流扇面穿过被检物体。

3、根据权利要求 1 所述的双视角扫描辐射成像方法，其特征在于，所述步骤 3 中是采用边缘提取算法对左、右视图进行分割。

4、根据权利要求 3 所述的双视角扫描辐射成像方法，其特征在于，所述步骤 3 中对左、右视图进行分割进一步包括以下步骤：

- 1) 提取图像的边缘；
- 2) 获得图像的封闭边缘；
- 3) 依据得到的封闭边缘进行视图的分割。

5、根据权利要求 1 所述的双视角扫描辐射成像方法，其特征在于，所述步骤 4 中对分割的结果进行匹配是根据左、右分割结果的几何特征进行匹配。

6、根据权利要求 1 所述的双视角扫描辐射成像方法，其特征在于，所述步骤 4 中对分割的结果进行匹配包括以下步骤：

- 1) 建立分割结果的对象；
- 2) 为以上对象属性集分配相应的权重。

7、根据权利要求 1 所述的双视角扫描辐射成像方法，其特征在于，所述步骤 5 中建成透视图在深度方向上的断层图是根据左、右视图匹配的结果以及对应的绝对视差值实现的。

8、根据权利要求 1 所述的双视角扫描辐射成像方法，其特征在于，所述步骤 5) 中重构断层图灰度值采用由外向内、灰度逐次剥离的方法进行物体的灰度重建，其中，先对与背景区域直接相邻的最外层的匹配好的对象灰度进行重构，并从原图上剥去，再对次外层的对象进行同样处理，重复以上过程直至所有匹配好的对象都已完成。

9、根据权利要求 6 所述的双视角扫描辐射成像方法，其特征在于，所述步骤 5 中重构断层图灰度值包括以下步骤：

- 1) 利用所述对象建立灰度重构备选对象集；；
- 2) 获取一对象的属性；
- 3) 确认获取的对象是否有与背景相邻边缘；
- 4) 获取的对象如有与背景相邻边缘，重构对象灰度；如果对象有物体遮挡，那么要重构遮挡物灰度；
- 5) 在图像中消去此对象；

重复步骤 2) 至步骤 5) 对对象集中的对象进行灰度重建直至所有对象的灰度重构完成。

10、根据权利要求 5 所述的双视角扫描辐射成像方法，其特征在于，所述提取图像的边缘的步骤是同时采用 Sobel 和 Canny 边缘检测算子来提取边缘。

11、根据权利要求 10 所述的双视角扫描辐射成像方法，其特征在于，所述 Sobel 边缘检测算子对数字图像 $\{f(i, j)\}$ 的每个像素考察上、下、左、右邻点灰度的加权差，近邻点权重大，次近邻点权重小。

12、根据权利要求 10 所述的双视角扫描辐射成像方法，其特征在于，使用所述 Canny 边缘检测算子提取边缘的步骤如下：

- 1) 利用高斯滤波器平滑图像；
- 2) 然后用一阶偏导的有限差分来计算梯度的幅值和方向；
- 3) 对梯度幅值进行非极大值抑制；
- 4) 利用双阈值算法检测和连接边缘。

13、根据权利要求 4 所述的双视角扫描辐射成像方法，其特征在于，所述步骤 2 中获得图像的封闭边缘是根据边缘像素在梯度幅度或梯度方向上的相似性将其连接的。

14、根据权利要求 4 所述的双视角扫描辐射成像的方法，其特征在于，所述步骤 3) 中依据得到的封闭边缘进行视图的分割包括：

采用形态学膨胀-腐蚀操作找到属于区域内部的点；

以此点为起点采用区域生长法将区域内的像素用数值“1”进行填充，而区域外的像素用数值“0”填充，得到每个封闭边缘内部区域的二值模板，完成图像分割。

15、根据权利要求 9 所述的双视角扫描辐射成像方法，其特征在于，所述步骤 3 中获取的对象如有与背景相邻边缘，重构对象灰度，如有遮挡物，同时重构遮挡物灰度；在对象集和图像中消去此对象。

16、一种双视角扫描辐射成像系统，包括辐射源（1），左探测器阵列（4），右探测器阵列（5），左图像获取系统（6），右图像获取系统（7）和计算机处理系统（8），其特征在于，

所述辐射源（1）为 X 射线发生器，用于产生两条成一定夹角的 X 射线；

所述左探测器阵列（4），接收 X 射线，并将其转换成电信号输入到左图像获取系统（6）；

所述右探测器阵列（5），接收 X 射线，并将其转换成电信号输入到右图像获取系统（7）；

所述左图像获取系统（6），接收左探测器阵列（4）发出的电信号，并从中获取左图像数据；

所述右图像获取系统（7），接收右探测器阵列（5）发出的电信号，并从中获取右图像数据。

所述计算机处理系统（8），接收来自左图像获取系统（6）和右图像获取系统（7）的左、右图像数据，并对所述左、右图像数据进行分割，对所述分割的结果进行匹配，从而建成透视图在深度方向上的断层图，并重构断层图的灰度值，显示由两者重建出不同深度的断层透视图。

17、根据权利要求 16 所述的一种双视角扫描辐射成像系统，其特征在于，还包括：

束流控制器（2），接收辐射源（1）发出的 X 射线，并发出两条对称的或非对称的、成一定夹角的 X 射线。

18、根据权利要求 17 所述的一种双视角扫描辐射成像系统，其特征在于，其中所述束流控制器(2)为双缝准直器。

19、根据权利要求 18 所述的一种双视角扫描辐射成像系统，其特征在于，其中所述双缝准直器上置有两条准直缝使辐射源发出的射线形成对称或者非对称的、成一定夹角的束流扇面。

20、根据权利要求 16 所述的一种双视角扫描辐射成像系统，其特征在于所述探测器阵列为“L”型探测器。

21、根据权利要求 16 所述的一种双视角扫描辐射成像系统，其特征在于：

所述计算机处理系统（8），还可以基于左、右图像数据分别在计算机显示器中显示所测物体图像。

一种双视角扫描辐射成像的方法及系统

技术领域

本发明涉及大型物体辐射检查系统的扫描辐射成像技术领域，尤其涉及一种用于大型集装箱辐射检查系统和安全领域检查系统中的双视角扫描辐射成像方法及系统。

背景技术

辐射成像技术借助于高能 X 射线的穿透能力，可以在非接触情况下对物体的内部进行透视，从而得到物体的透视图像。对于大型物体的检查，现有技术中，扫描辐射成像的工作原理均采用由辐射源发射 X 射线，X 射线穿过被检测物体由探测器接收后转换成电信号输入图像获取系统，由图像获取系统将图像信号输入计算机显示器显示所检测图像。一般情况下，辐射成像所形成的透视图像是 X 射线束流所穿透的全部物体的投影，不包含深度方向的信息，如果多个物体正好沿着射线入射的方向放置，则在所形成的扫描图像是沿扫描束流方向全部物体叠加形成的图像，这样不利于对隐藏于其它物体背后的物品进行检查。为了解决上述问题，在辐射成像领域中，一种比较成熟的主体重建技术是采用计算机断层扫描技术，但这种技术的缺点是：不仅设备复杂、成本高，而且无法对大型物体进行快速检查、通过率低。

发明内容

针对上述现有技术中存在的不足，本发明提供一种结构简单、成本低、检查速度快的双视角扫描辐射成像方法及系统。

为实现上述目的，本发明提供一种双视角扫描辐射成像方法，该方法包括以下步骤：

一种双视角扫描辐射成像方法，包括如下步骤：

- 1) 将射线源发射出的 X 射线通过束流控制器产生两条成一定夹角的 X 射线；

- 2) 使上述两条成一定夹角的 X 射线经过被检物体，产生左、右两幅透射图像；
- 3) 对所述左、右透射图像进行分割；
- 4) 对所述分割的结果进行匹配；
- 5) 建成透视图在深度方向上的断层图，并重构断层图的灰度值。

为实现上述目的，本发明还提供一种双视角扫描辐射成像系统，包括辐射源 1，束流控制器 2，左探测器阵列 4，右探测器阵列 5，左图像获取系统 6，右图像获取系统 7 和计算机处理系统 8，其特征在于，

所述辐射源 1 为 X 射线的发生器，产生两条成一定夹角的 X 射线；

所述左探测器阵列 4，接收 X 射线，并将其转换成电信号输入到左图像获取系统 6；

所述右探测器阵列 5，接收 X 射线，并将其转换成电信号输入到右图像获取系统 7；

所述左图像获取系统 6，接收左探测器阵列 4 发出的电信号，并从中获取左图像数据；

所述右图像获取系统 7，接收右探测器阵列 5 发出的电信号，并从中获取右图像数据；

所述计算机处理系统 8，接收来自左图像获取系统 6 和右图像获取系统 7 的左、右图像数据，并对所述左、右图像数据进行分割，对所述分割的结果进行匹配，从而建成透视图在深度方向上的断层图，并重构断层图的灰度值。

本发明采用的方法及系统，由于采用了上述的形式，利用同一辐射源仅增加一组探测器阵列和图像获取系统，即可形成带有深度信息的透视图像，消除了图像大部分的重叠，真实反映被检物体形状及本质，为物体的自动识别奠定了基础。同现有技术相比，本发明方便、快捷、检验速度快，以低成本的方式实现了对不同深度物体的识别；本发明的装置结构简单、成本低，可以在现有的固定式集装箱检查系统中直接改装，也可以在新建的固定式和移动式大型集装箱检测系统中应用。

附图说明

图 1 为根据本发明的双视角扫描辐射成像系统架构图；

图 2A 和图 2B 为根据本发明的双视角扫描辐射成像系统布置示意图的俯视图；

图 3 为根据本发明的双视角扫描辐射成像系统布置示意图的侧视图；

图 4 为根据本发明的双视角扫描辐射成像方法工作流程图；

图 5 为根据本发明的图像分割流程图；

图 6 为根据本发明的对三层重叠的左右视图进行分割处理后的效果图；

图 7 为根据本发明的透视图在深度方向上的双视角断层示意图；

图 8 为根据本发明的灰度重建流程图。

具体实施方式

下面结合说明书附图来说明本发明的具体实施方式。

图 1 为根据本发明的双视角扫描辐射成像系统架构图。如图 1 所示，本发明的双视角扫描辐射成像系统包括以下装置：

辐射源 1，X 射线的发生器，能够产生一束 X 射线。

束流控制器，接收辐射源 1 发出的 X 射线，并发出两条对称的或非对称的、成一定夹角的 X 射线。

左探测器阵列 4，接收 X 射线，并将其转换成电信号输入到左图像获取系统 6。

右探测器阵列 5，接收 X 射线，并将其转换成电信号输入到右图像获取系统 7。

左图像获取系统 6，接收左探测器阵列 4 发出的电信号，并从中获取左图像数据。

右图像获取系统 7，接收右探测器阵列 5 发出的电信号，并从中获取右图像数据。

计算机处理系统 8，接收来自左图像获取系统 6 和右图像获取系统 7 的左、右图像数据并进行处理，分别在计算机显示器中显示所测物体图像，也可以显示由两者重建出不同深度的断层透视图。

本发明中，辐射源 1 经束流控制器 2 发出两条对称的或非对称的、

成一定夹角的 X 射线，各条 X 射线束穿过被检物体 3 分别由左探测器阵列 4 和右探测器阵列 5 接收；然后转换成电信号分别输入至左图像获取系统 6 和右图像获取系统 7，左、右图像获取系统 6 和 7 中的图像数据经计算机处理系统 8 处理后可以分别在计算机显示器中显示所测物体图像，也可以显示由两者重建出不同深度的断层透视图像。

本发明一个优选的实施方式是采用双缝准直器作为束流控制器来对射线源发出的射线进行束流控制。

图 2 和图 3 分别为实施本发明的装置布置示意图的俯视图和侧视图，其中图 2A 为束流射线对称的情形，图 2B 为束流射线非对称的情形。如图 2 和图 3 所示，束流控制器上置有两条准直缝使辐射源发出的 X 射线形成对称或非对称的、有一定夹角的射线束流，左、右探测器阵列 4 和 5 分别正对由双缝准直器的准直缝限定的束流扇面，以对称的角度分别对被测物体进行扫描检查，并将各自的电信号传输给对应的左、右图像获取系统，然后由计算机处理系统 8 进行图像处理得出含有深度信息的断层透视图像。

图 4 为根据本发明的双视角扫描辐射成像方法工作流程图,参考图 4, 根据本发明的双视角扫描辐射成像方法具体实现过程详细描述如下:

首先，在步骤 401，一个射线源发射出两束射线，产生左、右两幅透射图像。双视角扫描辐射成像方法采用由同一射线源发射的 X 射线，X 射线经过双缝准直器后，形成两束成一定夹角的束流扇面，穿过被检物体。两束成一定夹角的束流扇面中的左束流由左探测器阵列接收后转成电信号输入左侧图像获取模块产生左视图，而右束流由右探测器阵列接收后转成电信号输入右侧图像获取模块产生右视图。由于左、右视图是由一个射线源发射的 X 射线经过双缝准直器产生的两束成一定夹角的束流扇面穿过被检物体而形成的，所以左、右视图的射线源的性质是一致的，且在左、右视图中存在视差。该视差值与两个束流的夹角以及被检物体在深度方向上的空间位置有关；

在步骤 402，对左、右视图进行分割。为了能够得到透视图在深度方向上的断层图，从而消除透视图像的重叠影响，需要对左、右透视图像进行图像分割。本发明采用边缘提取算法进行图像分割。边缘提取法

就是非连续性分割的典型方法之一。这种方法首先通过检测局部不连续性得到若干边缘，然后将它们连接。由于 X 射线透视图像在物体重叠时的固有特性，边缘提取方法在 X 射线透视图像分割中是可靠的。本发明同时采用 Sobel 和 Canny 边缘检测算子来提取边缘，然后将两个检测算子检测到的边缘进行综合。对最后得到的边缘进行边缘连接处理，形成封闭的区域，从而实现左右视图的分割。

图 5 示出了根据本发明的图像分割的具体流程图。参考图 5，根据本发明的图像分割实现过程详细描述如下：

首先，在步骤 501，提取边缘。本发明中同时采用 Sobel 和 Canny 边缘检测算子来提取边缘。Sobel 边缘检测算子对数字图像 $\{f(i, j)\}$ 的每个像素考察上、下、左、右邻点灰度的加权差，近邻点权重大，次近邻点权重小。其定义如下：

$$\begin{aligned} s(i, j) &= |\Delta_x f| + |\Delta_y f| \\ &= |(f(i-1, j-1) + 2f(i-1, j) \\ &\quad + f(i-1, j+1)) - (f(i+1, j-1) \\ &\quad + 2f(i+1, j) + f(i+1, j+1))| \\ &\quad + |(f(i-1, j-1) + 2f(i, j-1) \\ &\quad + f(i+1, j-1)) - (f(i-1, j+1) \\ &\quad + 2f(i, j+1) + f(i+1, j+1))| \end{aligned}$$

卷积算子为

$$\begin{pmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ -1 & -2 & -1 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 1 & 0 & -1 \\ 2 & 0 & -2 \\ 1 & 0 & -1 \end{pmatrix}$$

$\Delta_x f$ $\Delta_y f$

然后选取阈值 Th ，符合条件 $S(i, j) > Th$ 的点 (i, j) 即为阶跃状边缘点， $\{S(i, j)\}$ 为边缘图像。

Canny 边缘检测算法的一般步骤为：先利用高斯滤波器平滑图像；然后用一阶偏导的有限差分来计算梯度的幅值和方向；对梯度幅值进行非极大值抑制；最后利用双阈值算法检测和连接边缘。Canny 算子使用双阈值算法减少假边缘。即对非极大值抑制图像用两个阈值 Th_1 和 Th_2 二值化，且 $2Th_1 \approx Th_2$ ，得到两个阈值边缘图像 $N_1(i, j)$ 和 $N_2(i, j)$ 。 $N_2(i, j)$ 使用高阈值得到，含有很少的假边缘，但有间断。然后要在 $N_2(i, j)$ 中把边缘连

接成轮廓。算法在 $N_2(i, j)$ 中边缘的端点，在 $N_1(i, j)$ 图的相应 8 邻域位置寻找可以连接的边缘，这样，算法不断地在 $N_1(i, j)$ 中收集边缘，直到将 $N_2(i, j)$ 连接起来，形成轮廓为止。

在步骤 502，获得封闭边缘。综合 Sobel 和 Canny 边缘检测算子检测到的边缘，并进行边缘连接，使其封闭。

本发明初步的边缘图为对上述两算子所得二值边缘图像求逻辑“或”的结果。由于噪声等影响的存在，由上述方法获得的边缘一般仍是不连续的，所以还需要对它们进行连接。本发明根据边缘像素在梯度幅度或梯度方向上的连续性将其连接。例如，如像素 (s, t) 在像素 (x, y) 的邻域且它们的梯度幅度与梯度方向在给定的阈值下满足：

$$\begin{cases} |\nabla f(x, y) - \nabla f(s, t)| \leq T \\ |\nabla \varphi(x, y) - \nabla \varphi(s, t)| \leq A \end{cases}$$

其中 $\nabla f(x, y) = \begin{pmatrix} G_x \\ G_y \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \partial f / \partial x \\ \partial f / \partial y \end{pmatrix}$ ， $\varphi(x, y) = \arctan(G_x / G_y)$ ， T 是幅度阈值，

A 是角度阈值。这样，对所有的边缘像素都进行上述的判断和连接就可以得到一个闭合的边界。

在步骤 503，依据得到的封闭边缘进行视图的分割。因为闭合的边缘将图像分为内外两个区域，所以可以采用形态学膨胀-腐蚀操作找到属于区域内部的点。然后可以以此点为起点采用区域生长法将区域内的像素用数值“1”进行填充，而区域外的像素用数值“0”填充，得到每个封闭边缘内部区域的二值模板，完成图像分割。

以上流程首先用 Sobel 和 Canny 两种算子在原图上搜索边缘，获得两幅边缘图像；进而将两幅边缘图像合并为一幅，并对边缘断点进行连接；最后将封闭边缘的内部赋“1”值，对外部赋“0”值，得到对象模板。

继续参见图 4，在步骤 403，对分割的结果进行匹配。本发明根据左、右分割结果的几何特征进行匹配：

首先，我们建立分割结果的对象，这一对象的属性集

$\{P_k, k = A, B, \sim, F\}$ 包括:

P_A : 边缘长度 l ;

P_B : 边缘点坐标集合 $\{(x_i, y_i)\}$, $i = 1, 2, \dots, l$,

P_C : 面积

P_D : 重心坐标

$$\mu_x = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

$$\mu_y = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i$$

$x_i, y_i \in R$;

其中, R 为边缘内点集;

P_E : 周长与面积比 l/n ;

P_F : 对象高与宽

$$w = \max(x_i) - \min(x_i) \quad i = 1, 2, \dots, l。$$

$$h = \max(y_i) - \min(y_i)$$

其次为以上对象属性集 $\{P_k\}$ 分配相应的权重 $\{w_k\}$ 。不妨设左图对象属性集为 $\{P_{i,k}\}$, 其中 i 是左图中对象序号, 右图对象属性集为 $\{P_{j,k}\}$, 其中 j 是右图中对象序号, 这样就可以对下式:

$$E_{i,j} = \sum_{k=1}^l w_k |P_{i,k} - P_{j,k}|$$

进行计算, 适当选取阈值 Th_{mat} 当 $E_{i,j}$ 最小且有 $E_{i,j} < Th_{\text{mat}}$ 时, 相应的 i 和 j 即为左右图中相匹配的对象, 也就是分割结果的序号。

例如, 上例的匹配结果就是(a)与(b)匹配, (c)与(d)匹配, (e)与(f)匹配。对于匹配成功的物体, 可以将其在左、右视图中的位置相减, 得到绝对视差 pr_k :

$$pr_k = \mu_{L,x,k} - \mu_{R,x,k},$$

上式中 $\mu_{L,x,k}$ 为左视图中第 k 个匹配成功的对象的重心的横坐标, $\mu_{R,x,k}$ 为右视图中第 k 个匹配成功的对象的重心的横坐标;

在步骤 404, 建成透视图在深度方向上的断层图, 并重构断层图的灰度值。根据左、右视图匹配的结果以及对应的绝对视差值, 可以构建透视图在深度方向上的形状断层图, 并重构每个断层图的灰度值。这样, 透视图像中重叠的物体就分别属于不同的断层图, 从而消除了透视图像

的重叠影响。

图 8 示出了根据本发明的灰度重建的详细流程图。参考图 8，对根据本发明的灰度重建具体实现过程进行详细描述。

本发明在重构对象灰度时采用由外向内、灰度逐次剥离的方法进行物体的灰度重构。先对最外层（与背景区域直接相邻）的匹配好的对象灰度进行重构，并从原图上剥去，再对次外层的对象进行同样处理，重复以上过程直至所有匹配好的对象都已完成。

首先，在步骤 801，利用由步骤 404 得到的对象建立灰度重构备选对象集；

在步骤 802，获取一对象的属性。

在步骤 803，确认获取的对象是否有与背景相邻边缘。

在步骤 804，获取的对象如有与背景相邻边缘，重构对象灰度；如果对象有物体遮挡，那么要重构遮挡物灰度。

在步骤 805，在图像中消去此对象。

重复 802 至 805 步骤对对象集中的对象进行灰度重建直至所有对象的灰度重构完成。

经过处理的每一个对象，重构灰度时只会有两种区域：一种是与背景相邻的部分，一种是被其他物体遮挡住的部分。注意，对于原本无法与背景相邻的对象，在经过足够多次的遮挡物剥离后，遮挡物原本存在的区域必有变为背景值的部分，那么这部分区域也可视为新的背景区域，所以最终所有原本被完全遮挡的对象也将可以与背景值相邻。设重构出的物体灰度等于边缘外侧灰度减边缘内侧灰度，即

$$S_{obj} = (S_{out} - S_{in})。$$

然后从原图上消去重构好的对象。也就是在邻背景的对象区域内先一致加 S_{obj} 变为背景值 S_{out} ，而对于被其它物体遮挡的区域，其灰度则是原灰度加 S_{obj} 后再乘以一非线性校正系数 α_{rst} ，即

$$S_{rst} = \alpha_{rst} (S_{org} + S_{obj})。$$

图 6 为根据本发明的对三层重叠的左右视图进行分割处理后的效果图。如图 6 所示，(a)为左视图，(b)为右视图，左右视图分割的效果为：(c)为左视图第一对象的模板，(d)为右视图第一对象的模板，由图可见

这一组对象模板均为一较大矩形；(e)为左视图第二对象的模板，(f)为右图第二对象的模板，由图可见这一组对象模板均为一较小矩形；(g)为左视图第三对象的模板，(h)为右图第二对象的模板，由图可见这一组对象模板均为一椭圆形。

图 7 为根据本发明的透视图在深度方向上的双视角断层示意图。如图 7 所示，扫描方向（垂直向上）为 x 轴正向，以探测器排列方向（垂直于纸面向外）为 y 轴正向，以水平向右为 z 轴正向，以射线源 S 所在位置 O 为坐标原点，建立空间直角坐标系。断层为一系列与 $x-o-y$ 平面平行的空间平面，图中虚线所示为断层所在平面在 $x-O-z$ 平面上的投影。图中 L 为左射线束主束方向在 $x-O-z$ 平面上的投影， R 为右射线束主束方向在 $x-O-z$ 平面上的投影。 θ 为左、右射线束在 $x-O-z$ 平面上投影所成夹角。

断层深度即为断层所在平面与 $x-o-y$ 平面的距离，

断层深度 z 与视差 pr 的关系为：

$$\tan(\theta/2) = pr / z。$$

所有匹配好的对象将在相应深度的断层图中绘出，其断层深度为：

$$z = pr / \tan^{-1}(\theta/2) = (\mu_{x,i} - \mu_{x,j}) / \tan^{-1}(\theta/2)$$

其中 $\mu_{x,i}$ 和 $\mu_{x,j}$ 是匹配成功对象在左右图中的重心横坐标位置。

公式中视差与断层深度成正比，由图 7 所示，(a)、(b)图的物体视差最小，所以深度也最小，在第一层；(c)、(d)图的物体视差居中，所以深度也居中，在第二层；(e)、(f)图的物体视差最大，所以深度也最大，在第三层。

以上所述仅为本发明的优选实施例，并不用于限制本发明。本领域的技术人员在不脱离本发明宗旨的情况下，所进行的各种更改和变化均应包含在本发明的权利要求范围之内。

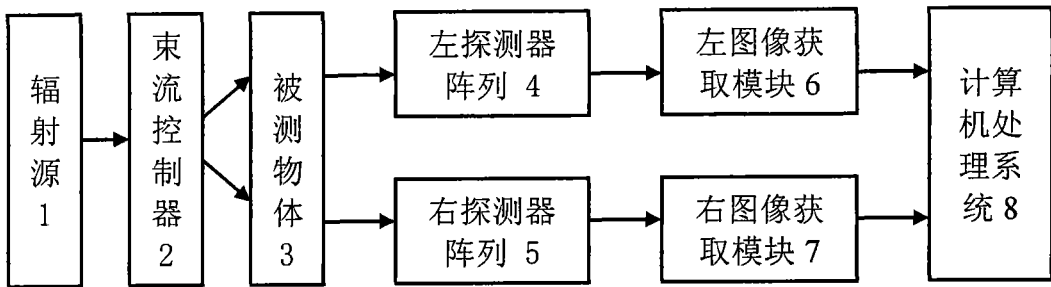


图 1

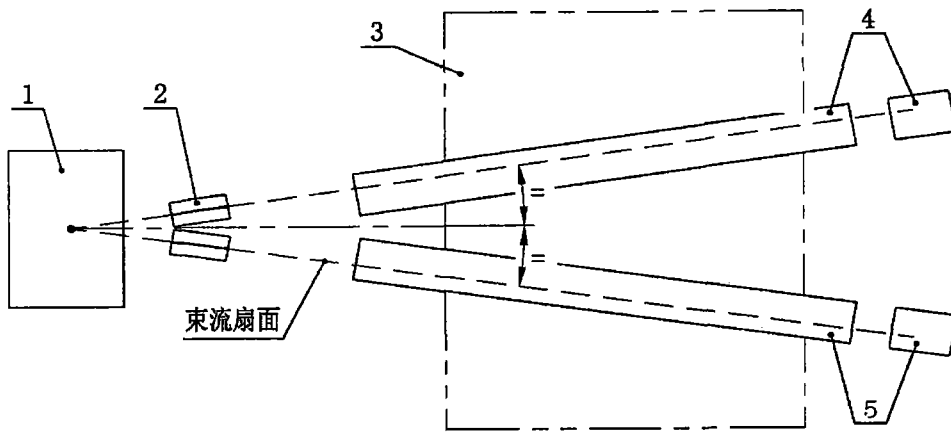


图 2A

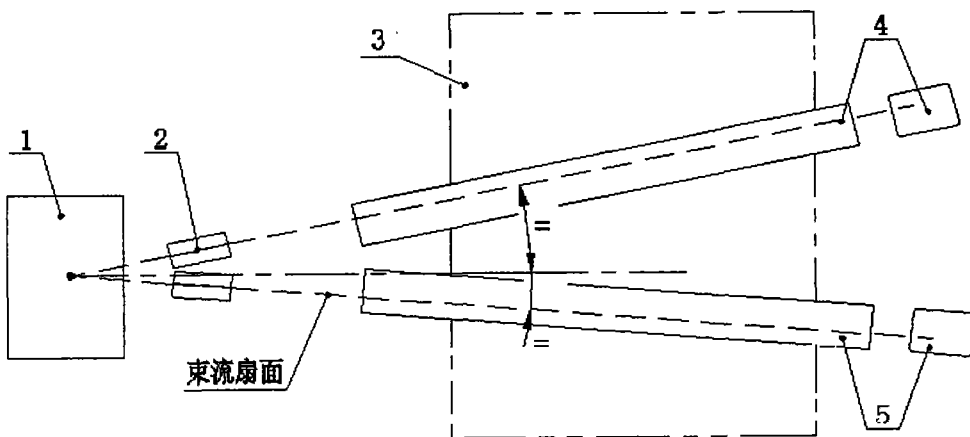


图 2B

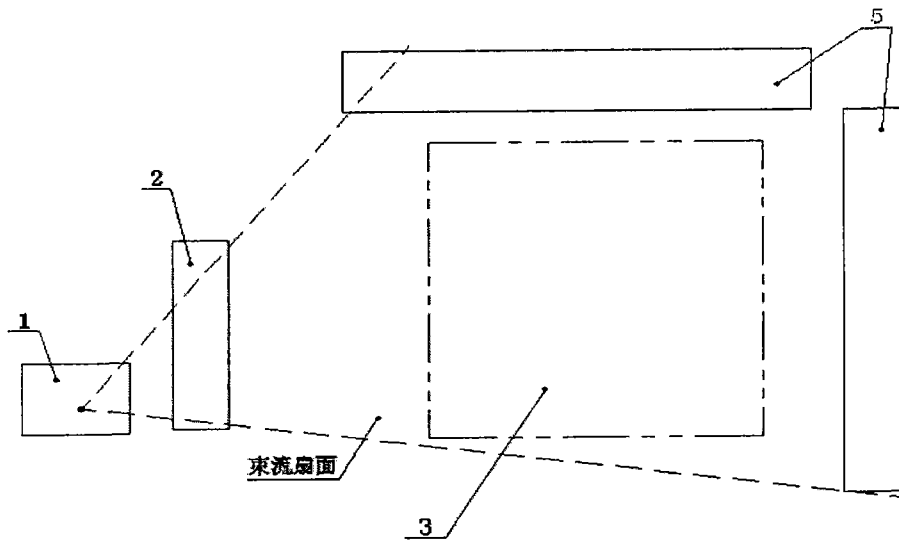


图 3

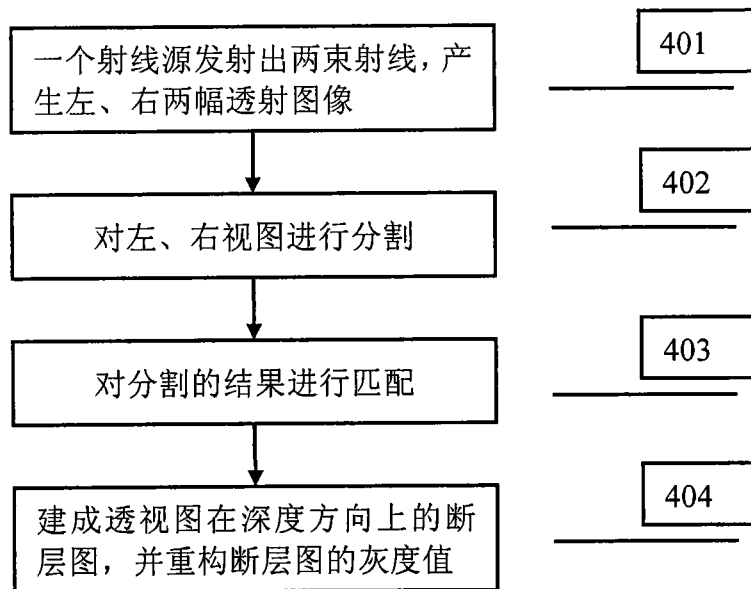


图 4

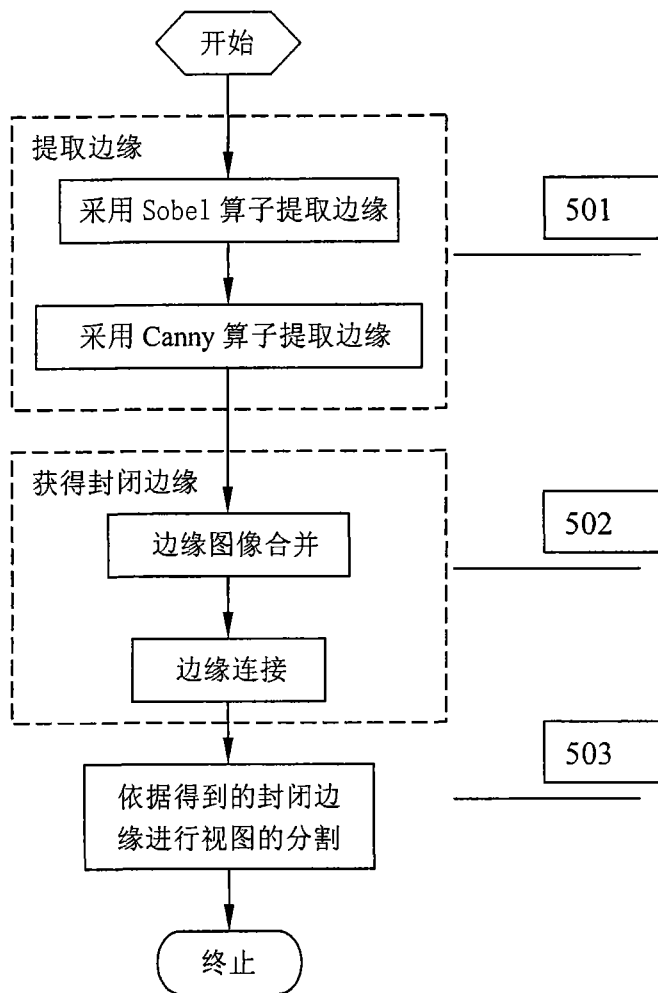
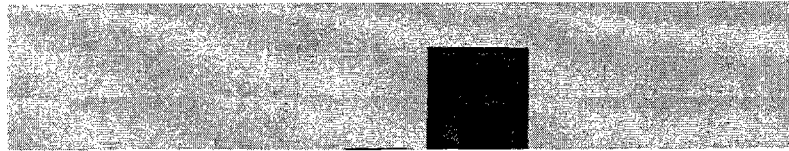
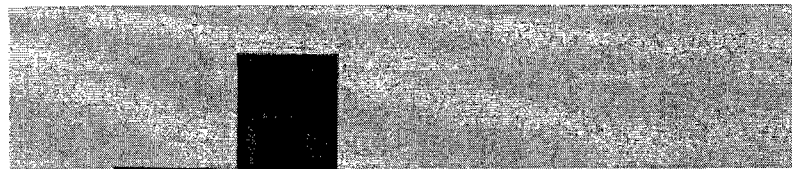


图 5



(a)



(b)



(c)



(d)



(e)



(f)



(g)



(h)

图 6

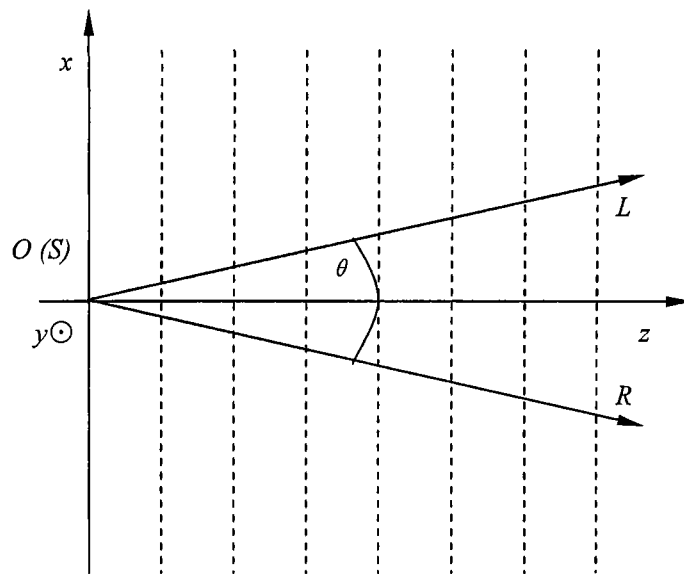


图 7

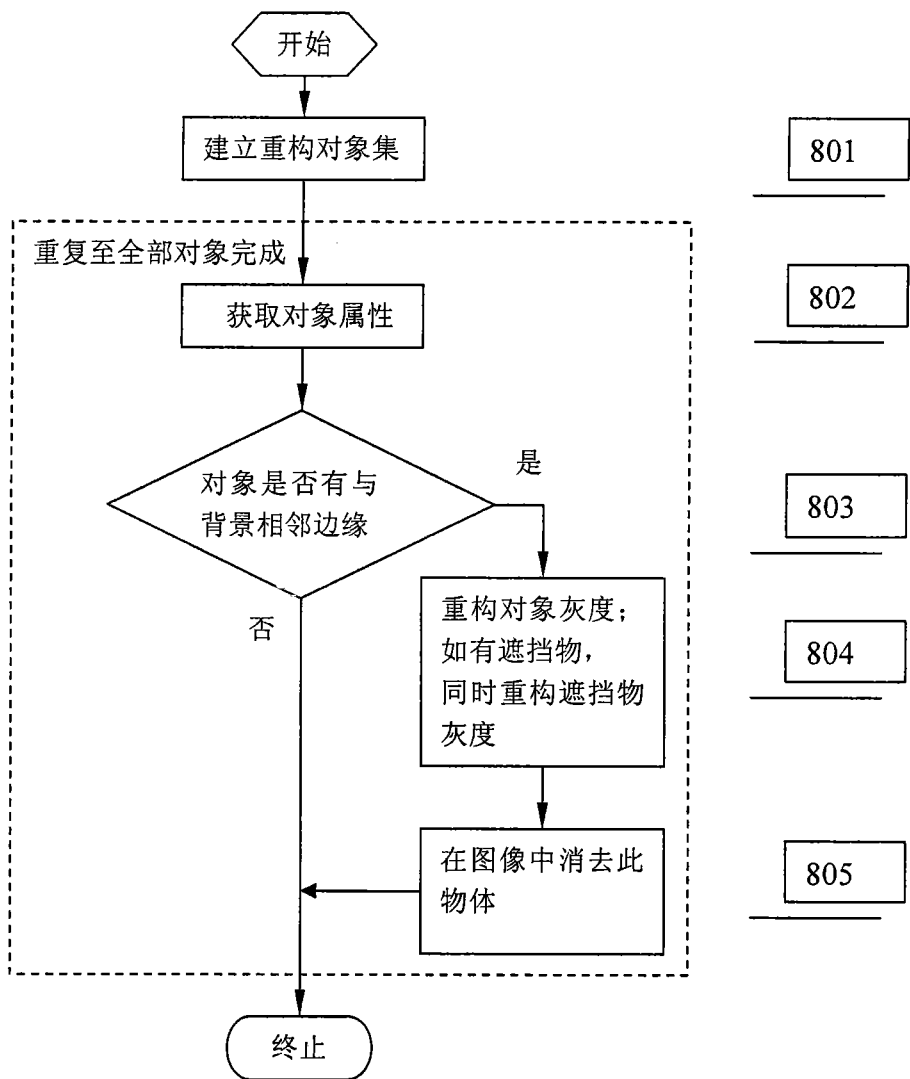


图 8