(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国 际 局

(43) 国际公布日
2014 年 7 月 3 日 (03.07.2014)

WIPO | PCT

(10) 国际公布号
WO 2014/101600 A1

(51) 国际专利分类号:
G06T 15/00 (2011.01) *G01N 23/04* (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2013/087662

(22) 国际申请日: 2013 年 11 月 22 日 (22.11.2013)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
201210581858.2 2012 年 12 月 27 日 (27.12.2012) CN

(71) 申请人: **清华大学 (TSINGHUA UNIVERSITY)** [CN/CN]; 中国北京市海淀区清华园 1 号, Beijing 100084 (CN)。 **同方威视技术股份有限公司 (NUCTECH COMPANY LIMITED)** [CN/CN]; 中国北京市海淀区双清路同方大厦 A 座 2 层, Beijing 100084 (CN)。

(72) 发明人: **陈志强 (CHEN, Zhiqiang)**; 中国北京市海淀区双清路同方大厦 A 座 2 层, Beijing 100084 (CN)。 **张丽 (ZHANG, Li)**; 中国北京市海淀区双清路同方大厦 A 座 2 层, Beijing 100084 (CN)。 **赵自然 (ZHAO, Ziran)**; 中国北京市海淀区双清路同方大厦 A 座 2 层, Beijing 100084 (CN)。 **李强 (LI, Qiang)**; 中国北京市海淀区双清路同方大厦 A 座 2 层, Beijing 100084 (CN)。 **顾建平 (GU, Jianping)**; 中国北京市海淀区双清路同方大厦 A 座 2 层, Beijing 100084 (CN)。 **黄清萍 (HUANG, Qingping)**; 中国北京市海淀区双清路同方大厦 A 座 2 层, Beijing 100084 (CN)。

(74) 代理人: **中科专利商标代理有限责任公司 (CHINA SCIENCE PATENT & TRADEMARK AGENT LTD.)**; 中国北京市海淀区西三环北路 87 号 4-1105 室, Beijing 100089 (CN)。

(81) **指定国** (除另有指明，要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。

[见续页]

(54) **Title**: METHOD AND DEVICE FOR CREATING THREE-DIMENSIONAL MODEL

(54) **发明名称** : 三维模型创建方法和设备

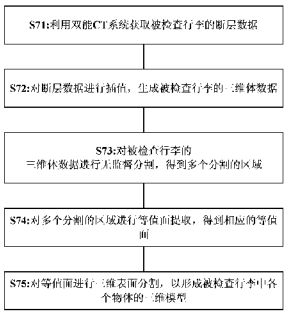


图 7 /Fig. 7

S71: Utilization of the dual-energy CT system to acquire the tomographic data of the inspected baggage
S72: Interpolation of the tomographic data, generation of the three-dimensional volume data of the inspected baggage
S73: Unsupervised segmentation of the three-dimensional volume data of the inspected baggage, acquisition of the multiple segmented areas
S74: Isosurface extraction of the multiple segmented areas, acquisition of the corresponding isosurfaces
S75: Three-dimensional surface segmentations of the isosurfaces for formation the three-dimensional models of the objects in the inspected baggage

(57) **Abstract**: Disclosed are a method and device for creating a three-dimensional model. The method comprises the steps of: utilizing a CT imaging system to acquire tomographic data of a piece of inspected baggage; interpolating the tomographic data, generating three-dimensional volume data of the inspected baggage; unsupervisedly segmenting the three-dimensional volume data of the inspected baggage, acquiring multiple segmented areas; isosurface extracting the multiple segmented areas, acquiring corresponding isosurfaces; three-dimensional surface segmenting the isosurfaces, and forming three-dimensional models of objects in the inspected baggage. Utilization of the solution allows for increased accuracy in creating the three-dimensional models of the objects in the inspected baggage, thus providing an improved basis for subsequent shape feature extraction and security inspection, and thus reducing missed inspection.

(57) **摘要**: 公开了一种创建物体的三维模型的方法和设备。该方法包括步骤：利用 CT 成像系统获取被检查行李的断层数据；对断层数据进行插值，生成被检查行李的三维体数据；对被检查行李的三维体数据进行无监督分割，得到多个分割的区域；对多个分割的区域进行等值面提取，得到相应的等值面；对等值面进行三维表面分割，形成被检查行李中各个物体的三维模型。利用上述方案，能够较为准确地建立被检查行李中物体的三维模型，从而为后续的形状特征提取和安全检查提供较好的基础，从而减少漏检。

WO 2014/101600 A1

(84) **指定国** (除另有指明，要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第 21 条(3))。

三维模型创建方法和设备

技术领域

本发明涉及一种对物体的安全检查，具体涉及三维模型创建方法和设备。

背景技术

透视成像是安检领域的重要手段，典型应用过程为：设备对行李物品进行透视扫描并成像，图检员经过判图，手工标注嫌疑物区域，并对区域做出语义描述，如“打火机”、“一瓶酒”等等。这一过程过分依赖人的因素，在真正危险物以极小概率出现、图检员经验有限、疲劳等因素影响下，会导致漏检，造成严重后果。

解决这一问题的典型手段以自动辅助检测为主，以增加设备与安检员交互为辅。自动检测虽然为主要手段，但效果不尽人意。其典型技术如爆炸物检测、高密度报警等不能充分满足应用需求。究其原因，一方面是技术条件所限，如 DEDR（Dual Energy Digital Radiography）中的透视重叠造成物体混叠，另一方面也是学界的研究较少，较新的技术如 DECT（Dual Energy Computed Tomography）需要新的检测算法支持所致。

DECT 是解决这一问题的优势技术，它由 DR、CT 技术发展而来，在获取扫描物三维结构信息的同时，可以得到物体内部的有效原子序数与等效电子密度，因此具备了进行三维数据理解的条件。但现有的研究目标往往是某特定物体的目标检测，且主要依赖密度、原子序数信息，缺乏对“物体”信息的认识。

发明内容

为了更为准确地对被检查物体进行安全检查。提出了三维模型创建方法和设备。

在本发明的一个方面，提供了一种在 CT 成像系统中创建被检查行李中物体的三维模型的方法，包括步骤：利用所述 CT 成像系统获取被检查行李的断层数据；对所述断层数据进行插值，生成所述被检查行李的三维体数据；对所述被检查行李的三维体数据进行无监督分割，得到多个分割的区域；对所述多个分割的区域进行等值面提取，得到相应的等值面；对所述等值面进行三维表面分割，形成所述被检查行李中各个物体的三维模型。

在本发明的另一方面，提供了一种在 CT 成像系统中创建被检查行李中物体的三维模型的设备，包括：利用所述 CT 成像系统获取被检查行李的断层数据的装置；对所

述断层数据进行插值，生成所述被检查行李的三维体数据的装置；对所述被检查行李的三维体数据进行无监督分割，得到多个分割的区域的装置；对所述多个分割的区域进行等值面提取，得到相应的等值面的装置；对所述等值面进行三维表面分割，以形成所述被检查行李中各个物体的三维模型的装置。

利用上述方案，能够较为准确地建立被检查行李中物体的三维模型，从而为后续的形状特征提取和安全检查提供较好的基础，从而减少漏检。

附图说明

下面的附图表明了本技术的实施方式。这些附图和实施方式以非限制性、非穷举性的方式提供了本技术的一些实施例，其中：

图 1 是根据本发明实施例的 CT 系统的结构示意图；

图 2 是根据本发明实施例的计算机数据处理器的结构示意图；

图 3 是根据本发明实施例的控制器的结构示意图；

图 4 是描述从 View1、View2、View3 三个视角做深度投影的示意图；

图 5 是描述根据在 CT 成像系统中对被检查物体进行检查的方法的流程图；

图 6 是描述根据本发明另一实施例的在 CT 成像系统中显示物体的方法的流程图；

图 7 是描述根据本发明另一实施例的在 CT 成像系统中创建行李中物体的三维模型的方法的流程图。

具体实施方式

下面将详细描述本发明的具体实施例，应当注意，这里描述的实施例只用于举例说明，并不用于限制本发明。在以下描述中，为了提供对本发明的透彻理解，阐述了大量特定细节。然而，对于本领域普通技术人员显而易见的是：不必采用这些特定细节来实行本发明。在其他实例中，为了避免混淆本发明，未具体描述公知的结构、材料或方法。

在整个说明书中，对“一个实施例”、“实施例”、“一个示例”或“示例”的提及意味着：结合该实施例或示例描述的特定特征、结构或特性被包含在本发明至少一个实施例中。因此，在整个说明书的各个地方出现的短语“在一个实施例中”、“在实施例中”、“一个示例”或“示例”不一定都指同一实施例或示例。此外，可

以以任何适当的组合和/或子组合将特定的特征、结构或特性组合在一个或多个实施例或示例中。此外，本领域普通技术人员应当理解，这里使用的术语“和/或”包括一个或多个相关列出的项目的任何和所有组合。

针对现有技术中的仅仅使用被检查行李中物体的物理属性信息进行安全检查的不足之处，本发明的实施例提出了一种在 CT 成像系统中对行李进行检查的方法。利用 CT 成像系统获取被检查行李的断层数据后，从被检查行李的断层数据生成被检查行李中至少一个物体的三维体数据。然后基于三维体数据计算物体在三个方向上的第一深度投影图像、第二深度投影图像和第三深度投影图像，其中第三深度投影图像的投影方向与第一和第二深度投影图像的投影方向正交。接下来，计算第一、第二和第三深度投影图像各自的对称性度量值、两两之间的相似性度量值以及占空比和高宽比。至少基于第一到第三深度投影图像各自的对称性度量值、两两之间的相似性度量值以及占空比和高宽比来生成所述被检查物体的形状特征参数。利用基于形状特征参数的分类器对所述形状特征参数进行分类，得到体现所述物体的形状的量词描述。输出至少包括所述物体的所述量词描述的语义描述。这样，通过对 CT 成像系统获得的物体的数据进行处理得到了物体的形状特征，并且以其语义描述的方式输出，使得图检员能够直观、准确地得到被检查行李中物体的具体描述，从而降低了漏检率。

根据本发明的另一实施例，为了降低漏检率，提供了一种在 CT 成像系统中显示物体的方法。在利用 CT 成像系统获取被检查行李的断层数据后，从断层数据生成被检查行李中各个物体的三维体数据。然后，针对每个物体，基于三维体数据确定至少包括所述物体的量词描述的语义描述。接收用户对某个物体的选择，在显示所选择物体的三维图像的同时，呈现该物体的语义描述。这样，当被检查行李通过 CT 成像设备进行检查时，不但在屏幕上输出被检查行李中物体的图像，而且针对图检员所选择的物体输出其语义描述，从而直观地呈现物体的描述，降低了漏检率。

根据本发明的另一实施例，为了能够更为准确地提取被检查行李中物体的形状特征，本发明的实施例提供了一种在 CT 成像系统中创建被检查行李中物体的三维模型的方法。利用该 CT 成像系统获取被检查行李的断层数据后，对所述断层数据进行插值，生成所述被检查行李的三维体数据。然后对所述被检查行李的三维体数据进行无监督分割，得到多个分割的区域，接下来对多个分割的区域进行等值面提取，得到相应的等值面。然后对等值面进行三维表面分割，形成各个物体的三维模型。这样的得到的被检查行李中物体的三维模型能够较为准确地对被检查行李中物体的三维表面进行描

述，为后续的三维形状特征的提取提供了较好的基础，因此能够提高安全检查的准确率。

图 1 是根据本发明实施方式的 CT 设备的结构示意图。如图 1 所示，根据本实施方式的 CT 设备包括：机架 20、承载机构 40、控制器 50、计算机数据处理器 60 等。机架 20 包括发出检查用 X 射线的射线源 10，诸如 X 光机，以及探测和采集装置 30。承载机构 40 承载被检查行李 70 穿过机架 20 的射线源 10 与探测和采集装置 30 之间的扫描区域，同时机架 20 围绕被检查行李 70 的前进方向转动，从而由射线源 10 发出的射线能够透过被检查行李 70，对被检查行李 70 进行 CT 扫描。探测和采集装置 30 例如是具有整体模块结构的探测器及数据采集器，例如平板探测器，用于探测透射被检液态物品的射线，获得模拟信号，并且将模拟信号转换成数字信号，从而输出被检查行李 70 针对 X 射线的投影数据。控制器 50 用于控制整个系统的各个部分同步工作。计算机数据处理器 60 用来处理由数据采集器采集的数据，对数据进行处理并重建，输出结果。

如图 1 所示，射线源 10 置于可放置被检物体的一侧，探测和采集装置 30 置于被检查行李 70 的另一侧，包括探测器和数据采集器，用于获取被检查行李 70 的透射数据和/或多角度投影数据。数据采集器中包括数据放大成形电路，它可工作于（电流）积分方式或脉冲（计数）方式。探测和采集装置 30 的数据输出电缆与控制器 50 和计算机数据处理器 60 连接，根据触发命令将采集的数据存储在计算机数据处理器 60 中。

图 2 示出了如图 1 所示的计算机数据处理器 60 的结构框图。如图 2 所示，数据采集器所采集的数据通过接口单元 68 和总线 64 存储在存储器 61 中。只读存储器（ROM）62 中存储有计算机数据处理器的配置信息以及程序。随机存取存储器（RAM）63 用于在处理器 66 工作过程中暂存各种数据。另外，存储器 61 中还存储有用于进行数据处理的计算机程序。内部总线 64 连接上述的存储器 61、只读存储器 62、随机存取存储器 63、输入装置 65、处理器 66、显示装置 67 和接口单元 68。

在用户通过诸如键盘和鼠标之类的输入装置 65 输入的操作命令后，计算机程序的指令代码命令处理器 66 执行预定的数据处理算法，在得到数据处理结果之后，将其显示在诸如 LCD 显示器之类的显示装置 67 上，或者直接以诸如打印之类硬拷贝的形式输出处理结果。

图 3 示出了根据本发明实施方式的控制器的结构框图。如图 3 所示，控制器 50 包括：控制单元 51，根据来自计算机 60 的指令，来控制射线源 10、承载机构 40 和探

测和采集装置 30；触发信号产生单元 52，用于在控制单元的控制下产生用来触发射线源 10、探测和采集装置 30 以及承载机构 40 的动作的触发命令；第一驱动设备 53，它在根据触发信号产生单元 52 在控制单元 51 的控制下产生的触发命令驱动承载机构 40 传送被检查行李 70；第二驱动设备 54，它根据触发信号产生单元 52 在控制单元 51 的控制下产生的触发命令机架 20 旋转。

探测和采集装置 30 获得的投影数据存储在计算机 60 中进行 CT 断层图像重建，从而获得被检查行李 70 的断层图像数据。然后计算机 60 例如通过执行软件来从断层图像数据提取被检查行李 70 中至少一个物体的三维形状参数，进而进行安全检查。根据其他实施例，上述的 CT 成像系统也可以是双能 CT 系统，也就是机架 20 的 X 射线源 10 能够发出高能和低能两种射线，探测和采集装置 30 探测到不同能量水平下的投影数据后，由计算机数据处理器 60 进行双能 CT 重建，得到被检查行李 70 的各个断层的等效原子序数和等效电子密度数据。

图 4 示出了根据本发明实施例的方法中各个视角的定义的示意图。图 5 是描述根据在 CT 成像系统中对行李进行检查的方法的流程图。在步骤 S51，利用 CT 成像系统获取被检查行李的断层数据。例如基于上述的 CT 设备或者其他的 CT 设备对被检查行李进行双能 CT 检查，得到断层数据，这里的断层数据通常包括断层密度图数据和断层原子序数图数据。但是，在其他的实施例中，例如单能 CT 的情况下，得到的是线性衰减系数图像数据。

在步骤 S52，从断层数据生成被检查行李中至少一个物体的三维体数据。例如，对断层数据进行层间插值，从而得到被检查行李的三维体数据。再如，在得到一系列连续断层下的 DECT 密度图、原子密度图后，要对两者分别进行三维插值，使得图像在断层内、断层间的分辨率一致。三维插值的公知算法较多，如商业将软件 Intel IPP(Intel Integrated Performance Primitives)函数库，开源软件 Kitware VTK(Visualization Toolkit)函数库，均提供这一功能。插值之后，二维断层数据转换为三维体数据。

在步骤 S53，基于所述三维体数据计算所述物体在三个方向上的第一深度投影图像、第二深度投影图像和第三深度投影图像，其中第三深度投影图像的投影方向与第一和第二深度投影图像的投影方向正交。根据另一实施例，第一深度投影图像与第二深度投影图像的投影方向尽量正交（例如大致正交），分别逼近该物体投影面积最大的和最小的方向。

深度投影 Depth Buffer 也叫 Z-Buffering，是三维表面显示的基本技术。判断物体

之间的遮挡关系，并将没有遮挡的部分显示到屏幕上。这一技术是目前 3DOR 所使用的典型技术，但往往涉及数十个投影，复杂度较高。如图 4 所示，在本实施例中，仅使用 3 个深度投影图。第一个投影定义为I_1，其目的是为了得到“主视图”，此处以面积最大的投影来逼近它。如图二中 XOY 平面所示投影即为I_1。第二个投影定义为I_2，其目的是为了得到“俯视图”，此处以面积最小的投影来逼近。如图二中 XOZ 平面所示投影即为I_2。图二中这两个投影方向正交，但实际上未必满足这一条件，因此这两个投影方向所成的角度也作为特征之一。第三个投影定义为I_3，其目的是为了得到“侧视图”。在得到I_1、I_2的投影方向后，以正交于他们的投影方向再次投影，即可得到I_3，如图 4 中 YOZ 面上的投影即为I_3。

需要注意的是，图 4 中 X、Y、Z 方向可以正向、反向投影出 6 个图像。由于在三维表面分割过程中，细节已经去掉，所以正反两向投影很相似。为降低算法复杂度，这里只使用 3 个投影。

为得到面积最大或最小投影，可以采用遍历所有旋转角度的方法来实现，但这样复杂度过高。此处借鉴 Rectilinearity 算法，使用遗传算法快速估计前两个投影方向。

I_1~I_3图像的对称性可以反映物体的自相似性，是重要的形状特征。为了便于计算，此处将I_1~I_3进行 PCA(Principal Component Analyze，主成分分析)对齐，使得二维图像在 x 轴散度最大化，也即图像的上下对称性最强。下文所指I_1~I_3指经过对齐处理的图像。

在步骤 S54，计算第一深度投影图像、第二深度投影图像和第三深度投影图像各自的对称性度量值、两两之间的相似性度量值以及占空比和高宽比。

在一些实施例中，提取I_1~I_3的对称性、两两相似性、占空比、宽高比作为形状特征中的一个或多个或者他们的任意组合，作为形状特征参数。另外，前述I_1、I_2投影方向之间夹角也反映了物体形状，也作为特征参量之一。还有，物体体积反映物体大小，也作为特征之一。

设深度投影图像的灰度取值范围在[0,1]间。其中灰度值 0 代表无限远，非 0 值表示面片与观测的距离，越近值越大。上述特征的获取方法可以为：

i) 求I_1~I_3的上下对称性f_1^S~f_3^S。设I_1~I_3上下翻转得到图像I_1'~I_3'，则可定义上下对称性f_i^S为：

$$f_i^S = \sum |I_i - I_i'| / \sum (I_i > 0 | I_i' > 0) \qquad (1)$$

即以图像上下翻转后与原图像的平均灰度差异为标准求取上下对称性。

ii) 求I_1、I_2、I_3的占空比f_i^D与高宽比f_i^R

深度投影图像大小是视口所定义，不反映物体属性。求对齐后的深度投影高宽比、占空比，能较好的描述物体宏观特性。求I_i的外包围矩形框，易求其高宽比f_i^R。再在其中统计非 0 像素个数，除以包围框面积，则得到其占空比f_i^D。

iii) 求I_1、I_2、I_3之间两两相似性f_i^B。

在 ii)中已得I_1、I_2的包围框，将包围框中的图像裁出，得到I_1^R、I_2^R，将I_2^R缩放到和I_1^R一样大小，得到$I_2^{R'}$。将$I_2^{R'}$上下翻转得到$I_2^{R''}$。此时可得f_1^B为：

$$f_1^B = max\left(\left(\sum|I_1^R - I_2^{R'}|/\sum(I_1^R > 0|I_2^{R'} > 0)\right),\left(\sum|I_1^R - I_2^{R''}|/\sum(I_1^R > 0|I_2^{R''} > 0)\right)\right) \quad (2)$$

相似性求法类似与式(3)中的对称性，不同处在于图像经过了大小归一化。且取f_1^B为$(I_1^R, I_2^{R'})$与$(I_1^R, I_2^{R''})$相似性值中较大的一个。同理，可得I_2、I_3之间的相似性f_2^B，还有I_3、I_1之间的相似性f_3^B。

iv) 在深度投影过程中，已知投影I_1、I_2的两个方向，求其夹角θ作为特征。模型体积V反映物体的大小，也作为特征。

将上述步骤所述的各个形状特征参量组合，形成 14 维形状特征矢量F：

$$F = \{f_1^S, f_2^S, f_3^S, f_1^D, f_2^D, f_3^D, f_1^D, f_2^D, f_3^D, f_1^R, f_2^R, f_3^R, \theta, V\} \quad (3)$$

在步骤 S55，至少基于第一到第三深度投影图像各自的对称性度量值、两两之间的相似性度量值以及占空比和高宽比来生成所述被检查行李中物体的形状特征参数。例如，在一些实施例中， 基于上述从 i）到 iv）中计算的对称性值、相似性值、占空比和高宽比以及投影I_1和I_2两个方向的夹角中的一个或者多个来形成形状特征参数。

在步骤 S56，利用基于形状特征参数的分类器对所述形状特征参数进行分类，得到体现所述物体的形状的量词描述。

在得到特征矢量F后，构造分类器的过程符合模式识别一般过程，可以使用各种不同类型的分类器，如线性分类器、支持向量机、决策树、神经网络、集成分类器等等。经过训练后，即可实现对未知目标的形状分类识别。实施例采用 RF(Random Forest，随机森林)实现分类器。许多公知函数库包含 RF 算法，如开源工具 Opencv 即有实现函数，此处不再赘述其过程。

需要说明的是，在训练集上，通过人工判图，需要将第五步中得到的物体标注为“袋、片、块、瓶、罐、管、根、包、盒、个”其中之一。这里简单说明这几个谓词常元的区别。

“袋”是指扁包装，高宽比是其重要特征。比如软包牛奶、扁袋装匀质食品类物品等；

“片”是指厚度很低的物体，高宽比是其重要特征。薄书、箱包填充物、刀具均在此范围；

“块”指相似度较低、占空比较低的物体，比如塑料袋装的匀质物体，如果不是扁包装的话就会形成“块”；

“瓶”指类似矿泉水瓶的物品，主、侧投影相似性、占空比、高宽比都是其重要特征；

“罐”指类似易拉罐装物品，与瓶较类似，但占空比、高宽比更大；

“根”是指较长的物体，高宽比是其重要特征。比如香肠、木材、铁管，均在此范围；

“管”是比“根”短，具有好的对称性的物体，比如类似洗面奶、胶水等；

“盒”是指有一定厚度的，长方形物品，比“块”占空比大。占空比、高宽比是其主要特征，比如肥皂、许多化妆品、食品都有类似特征；

“包”指较大的物体，体积是其重要特征。比如计算机、很大很厚的书，较大的、可判断为其它形状的物体不在此类；

“个”是泛指“其它”物体。

可以看到，上述分类方式与一般理解有所区别。比如图 4 所示的杯子，以上述谓词限定则可能为“罐”。这样定义是为安检具体应用联系，比如固体爆炸物，一般会以“袋”、“片”、“块”的形式出现，液体则以“瓶”、“罐”、“管”为主，而管制器械“片”、“根”形式较多。其它几个如“包”、“盒”、“个”是对常见形状做的补充。

在步骤 S57，输出至少包括所述物体的所述量词描述的语义描述。

在得到被检查行李中各个物体的语义描述后，可通过多种方式与用户交互。比如在结果中直接显示物体轮廓，提醒用户注意；或者在用户点击时在屏幕上提取出物体并显示描述信息，方便用户进一步理解与标注物体。另外，在特定场合，对物体语义进行限制，突出显示满足特定语义的物体，可以降低图检员劳动强度，提高工作效率。

已经获知了物体的位置、重量，又获知了物体的形状，所以只需要再统计平均原子序数和电子密度（或者单能 CT 情况下的线性衰减系数）即可完成描述。之后，各

个谓词信息都已得到，将其整理即得到物体语义描述即“形状+重量+密度+原子序数+位置”

图 6 是描述根据本发明另一实施例的在 CT 成像系统中显示物体的方法的流程图。根据该实施例，通过自动检测与描述，实现被检查行李中物体的自动辅助检测。物体描述结果是对人工检测的必要补充，也是加强人机交互的一种手段，在减少漏检这一重要问题上有很强的应用价值。

在步骤 S61，利用 CT 成像系统获取被检查行李的断层数据。

在步骤 S62，从所述断层数据生成被检查行李中各个物体的三维体数据。然后，在步骤 S63，针对每个物体，基于所述三维体数据确定至少包括所述物体的所述量词描述的语义描述。

在步骤 S64，接收用户对某个物体的选择，在显示所选择物体的三维图像的同时，呈现该物体的语义描述。

例如，将检测到的所有物体位置标注在显示窗口中，当图检员使用鼠标等工具选择位置在某物体范围内时，显示物体完整的语义描述。此外，图检员可以用鼠标等工具选取物体，选取后可以进一步详细标注物体，增加语义描述内容。还可以对语义描述做出限定，只显示符合限定的物体。比如限定只提示形状为“瓶”且重量在 200 克以上的物体，嫌疑物体的位置可以在二维、三维图像中表示，辅助图检员进行判图。此外，物体在被选中时可以高亮显示，也可以屏蔽其它所有内容，只显示物体内容。备选地，将上述实施例一些限制加强，比如加强体数据阈值限定、物体形状限制，则可用作特定物体如爆炸物、违禁品的自动检测。

在其他实施例中，产生被检查行李中各个物体的语义描述的过程可以参考上结合图 5 描述的实施例。

根据本发明的实施例，在进行深度投影之前，还可以创建被检查行李中物体的三维模型，以进一步提取形状特征和进行安全检查。图 7 是描述根据本发明的另一实施例在 CT 成像系统中创建被检查行李中物体的三维模型的方法的流程图。

如图 7 所示，在步骤 S71，利用 CT 成像系统获取被检查行李的断层数据。在步骤 S72，对断层数据进行插值，生成被检查行李的三维体数据。例如，在双能情况下，三维体数据包括密度体数据和原子序数体数据。在单能情况下，三维体数据包括线性衰减系数。

在得到一系列连续断层下的 DECT 密度图、原子密度图后，要对两者分别进行

三维插值，使得图像在断层内、断层间的分辨率一致。三维插值的公知算法较多，如商业将软件 Intel IPP(Intel Integrated Performance Primitives)函数库，开源软件 Kitware VTK(Visualization Toolkit)函数库，均提供这一功能。插值之后，二维断层数据转换为三维体数据。下文未特指的情况下，所述“体数据”包括密度体数据与原子序数体数据。

其次，对体数据进行阈值限定，去掉应用不关心的杂物比如衣服等物品的干扰。在具体应用中，这一步骤可以省略，但计算量会增大，得到的“物体”结果数量会很多，导致结果可用性差。

之后，使用三维双边滤波(bilateral filter)进行体数据滤波。实施例使用快速算法，也可以使用 ITK(Insight Segmentation and Registration Toolkit)函数库实现。

在步骤 S73，对三维体数据进行无监督分割，得到多个分割的区域。

对于二维分割算法来说，往往基于 4/8 邻域、梯度信息等实现分割，此处则需要将相关处理扩展到三维，比如 4 邻域扩展为 6 邻域；其次，分割所涉及的是密度、院子序数两部分体数据，可采取两者的加权和，或者每个体素以二维矢量表示，得到统一的分割结果；再有，分割需要达到欠分割的效果。优选的，我们使用 Statistical Region Merging(SRM)算法，并将其扩展到三维处理实现目的。SRM 是一种自下而上 merging 分割算法，实施例采取的扩展包括：

1) 将原子序数、密度连接为矢量，即体数据每个体素为二维变量。以两矢量的差值矢量模值代替灰度差；

2) 用三维梯度代替二维梯度；用区域体素的体积代替二维中区域像素面积；

经过上述处理，即可实现 DECT 数据的无监督分割。另外 SRM 分割结果复杂度由复杂度参数限定。设置较低的复杂度值即可达到欠分割效果。

在步骤 S74，对多个分割的区域进行等值面提取，得到相应的等值面。

对步骤 S73 所得的各个分割区域进行等值面提取，可得相应的等值面。在实施例中使用 Marching Cubes 算法。

在步骤 S75，对等值面进行三维表面分割，以形成各个物体的三维模型。

由于步骤 S73 步得到的是欠分割结果，多个材料特征类似的、位置紧密相连的物体无法分割开。因此需要用表面分割细化三维分割结果。例如可以使用曲面分割(Mesh Segmentation)算法。将曲面分割为多个凸曲面。该算法为有监督算法，需要指定

分割结果个数。在实际应用时，可以通过类似 K-Means 聚类的无监督改进思路，先计算或迭代得到分割个数。但经过我们的实验，类似方法难于得到好的效果，因此我们设定分割个数为 10。对于 10 个分割结果，此处借鉴所述星凸假设进行曲面 Merge。假设分割结果曲面 A 的中心为 a，曲面 B 的中心为 b，若 a、b 的连线在第三步所得整体表面内部(或在外部的体素所占比例小于某阈值)，则将 A、B 连接起来。对 10 个分割结果两两进行这个连接过程，可得到最终的分割结果。

根据本发明的实施例，还可以对分割后的结果进行处理，包括填洞、平滑、模型限定三个步骤。前两个步骤均为图形学中基本操作，可使用开源软件 Kitware VTK(Visualization Toolkit)函数库实现，此处不再赘述。之后，将模型体素化，填充以密度体数据值，统计表面的面积、体积、重量。模型限定指的是去掉较小的物体，包括型面积、体积、重量等取值较小的物体。限定原因有两方面。其一，去掉噪声物体，使得结果更有实际意义；其二，很多物体的局部细节被省略，使下一步形状识别更准确。具体限定阈值，与 DECT 的分辨率相关，根据实际情况设置，比如重量可以设置为 50 克。

以上的详细描述通过使用示意图、流程图和/或示例，已经阐述了检查物体的方法、显示方法、创建三维模型的方法和设备的众多实施例。在这种示意图、流程图和/或示例包含一个或多个功能和/或操作的情况下，本领域技术人员应理解，这种示意图、流程图或示例中的每一功能和/或操作可以通过各种结构、硬件、软件、固件或实质上它们的任意组合来单独和/或共同实现。在一个实施例中，本发明的实施例所述主题的若干部分可以通过专用集成电路（ASIC）、现场可编程门阵列（FPGA）、数字信号处理器（DSP）、或其他集成格式来实现。然而，本领域技术人员应认识到，这里所公开的实施例的一些方面在整体上或部分地可以等同地实现在集成电路中，实现为在一台或多台计算机上运行的一个或多个计算机程序（例如，实现为在一台或多台计算机系统上运行的一个或多个程序），实现为在一个或多个处理器上运行的一个或多个程序（例如，实现为在一个或多个微处理器上运行的一个或多个程序），实现为固件，或者实质上实现为上述方式的任意组合，并且本领域技术人员根据本公开，将具备设计电路和/或写入软件和/或固件代码的能力。此外，本领域技术人员将认识到，本公开所述主题的机制能够作为多种形式的程序产品进行分发，并且无论实际用来执行分发的信号承载介质的具体类型如何，本公开所述主题的示例性实施例均适用。信号承载介质的示例包括但不限于：可记录型介质，如软盘、硬盘驱动器、紧致盘（CD）、数字通用盘

（DVD）、数字磁带、计算机存储器等；以及传输型介质，如数字和/或模拟通信介质（例如，光纤光缆、波导、有线通信链路、无线通信链路等）。

虽然已参照几个典型实施例描述了本发明，但应当理解，所用的术语是说明和示例性、而非限制性的术语。由于本发明能够以多种形式具体实施而不脱离发明的精神或实质，所以应当理解，上述实施例不限于任何前述的细节，而应在随附权利要求所限定的精神和范围内广泛地解释，因此落入权利要求或其等效范围内的全部变化和改型都应为随附权利要求所涵盖。

权利要求

1、一种在 CT 成像系统中创建被检查行李中物体的三维模型的方法，包括步骤：

利用所述 CT 成像系统获取被检查行李的断层数据；

对所述断层数据进行插值，生成所述被检查行李的三维体数据；

对所述被检查行李的三维体数据进行无监督分割，得到多个分割的区域；

对所述多个分割的区域进行等值面提取，得到相应的等值面；

对所述等值面进行三维表面分割，形成所述被检查行李中各个物体的三维模型。

2、如权利要 1 所述的方法，在对所述被检查行李的三维体数据进行无监督分割之前，还包括步骤：

对所述被检查行李的三维体数据进行阈值限定，去掉杂物数据；

对所述被检查行李的三维体数据进行滤波。

3、如权利要求 1 所述的方法，对所述等值面进行三维表面分割的步骤包括：

将等值面分割成多个曲面；

如果两个曲面的中心的连线在等值面内，则将两个曲面连接起来。

4、如权利要求 1 所述的方法，还包括对三维表面分割后的结果进行填洞、平滑和模型限定处理。

5、如权利要求 1 所述的方法，其中所述 CT 成像系统具体为双能 CT 成像系统，所述被检查行李的三维体数据包括电子密度体数据和原子序数体数据。

6、如权利要求 1 所述的方法，其中所述 CT 成像系统具有为单能 CT 成像系统，所述被检查行李的三维体数据包括线性衰减系数体数据。

7、一种在 CT 成像系统中创建被检查行李中物体的三维模型的设备，包括：

利用所述 CT 成像系统获取被检查行李的断层数据的装置；

对所述断层数据进行插值，生成所述被检查行李的三维体数据的装置；

对所述被检查行李的三维体数据进行无监督分割，得到多个分割的区域的装置；

对所述多个分割的区域进行等值面提取，得到相应的等值面的装置；

对所述等值面进行三维表面分割，形成所述被检查行李中各个物体的三维模型的装置。

8、如权利要 7 所述的设备，还包括：

对所述被检查行李的三维体数据进行阈值限定，去掉杂物数据的装置；

对所述被检查行李的三维体数据进行滤波的装置。

9、如权利要求 7 所述的设备，对所述等值面进行三维表面分割的装置包括：

将等值面分割成多个曲面的装置；

如果两个曲面的中心的连线在等值面内，则将两个曲面连接起来的装置。

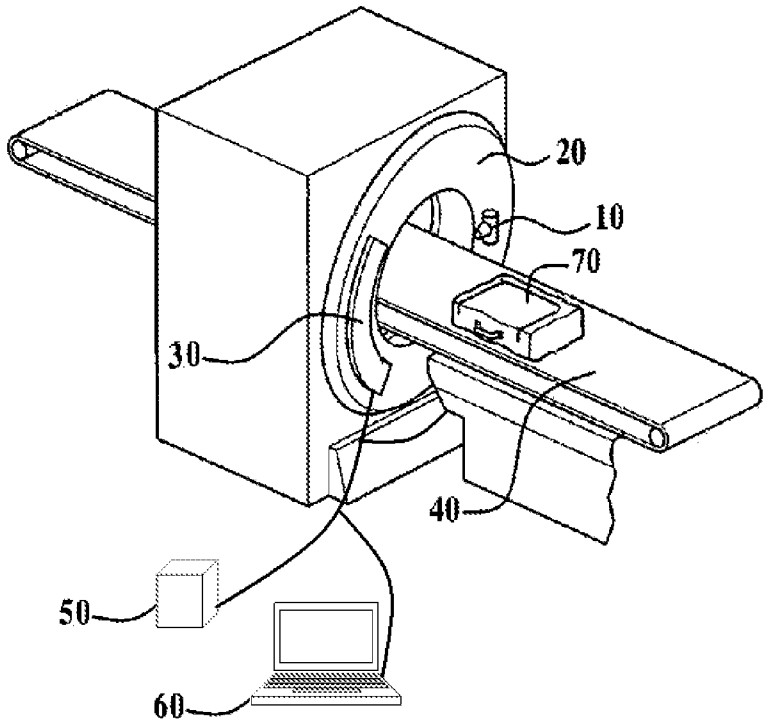

20
10
70
30
40
50
60

图 1

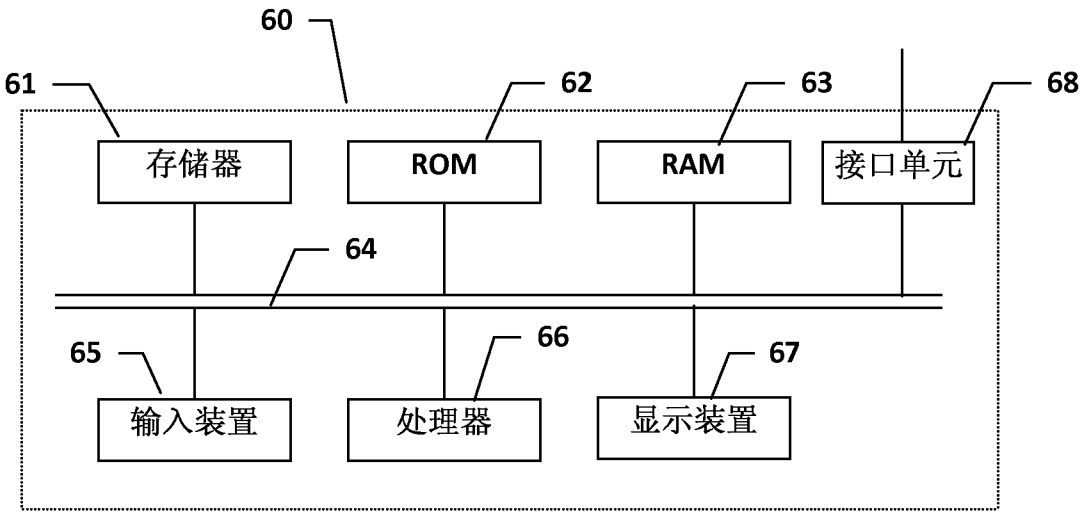

60
61
62
63
68
存储器
ROM
RAM
接口单元
64
65
66
67
输入装置
处理器
显示装置

图 2

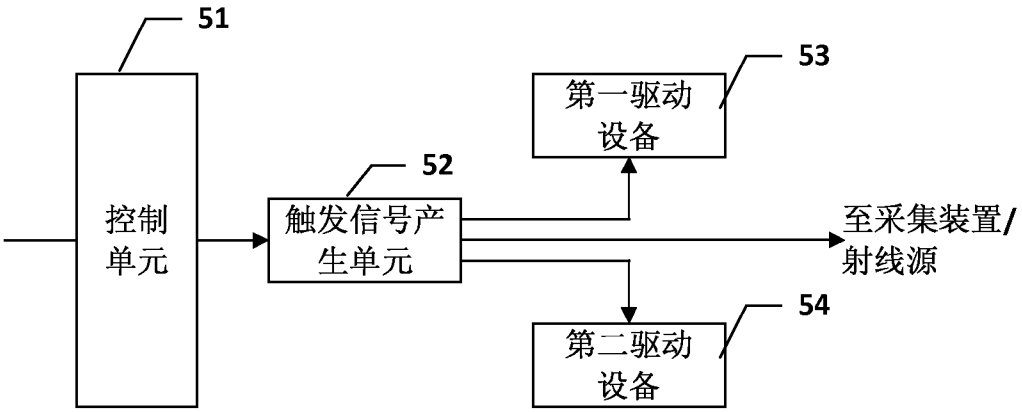


图 3

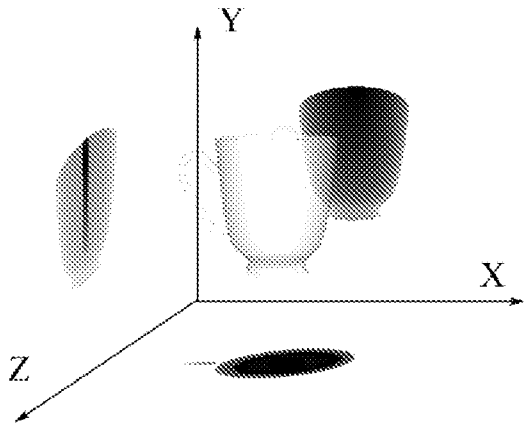


图 4

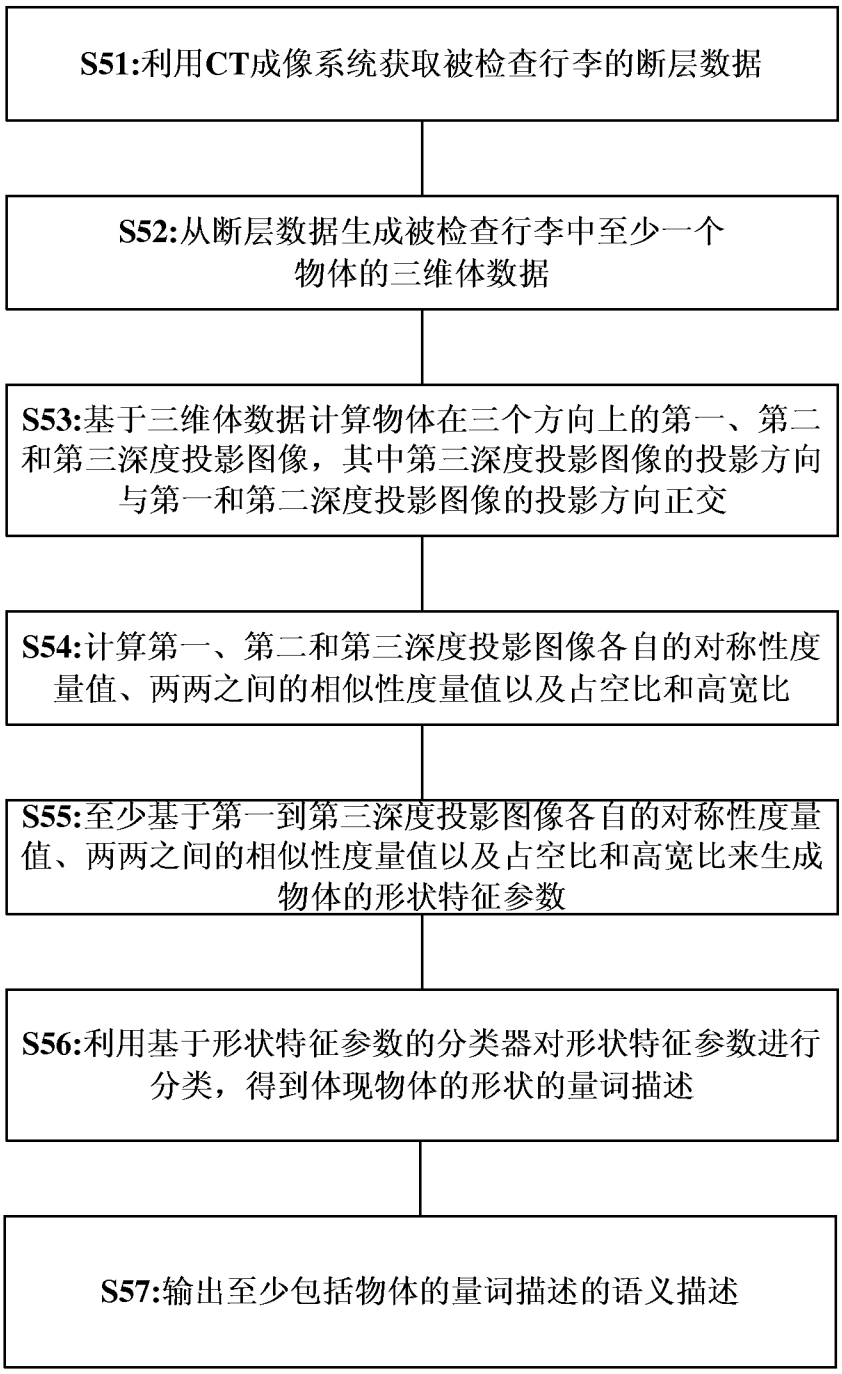

S51:利用CT成像系统获取被检查行李的断层数据
S52:从断层数据生成被检查行李中至少一个物体的三维体数据
S53:基于三维体数据计算物体在三个方向上的第一、第二和第三深度投影图像，其中第三深度投影图像的投影方向与第一和第二深度投影图像的投影方向正交
S54:计算第一、第二和第三深度投影图像各自的对称性度量值、两两之间的相似性度量值以及占空比和高宽比
S55:至少基于第一到第三深度投影图像各自的对称性度量值、两两之间的相似性度量值以及占空比和高宽比来生成物体的形状特征参数
S56:利用基于形状特征参数的分类器对形状特征参数进行分类，得到体现物体的形状的量词描述
S57:输出至少包括物体的量词描述的语义描述

图 5

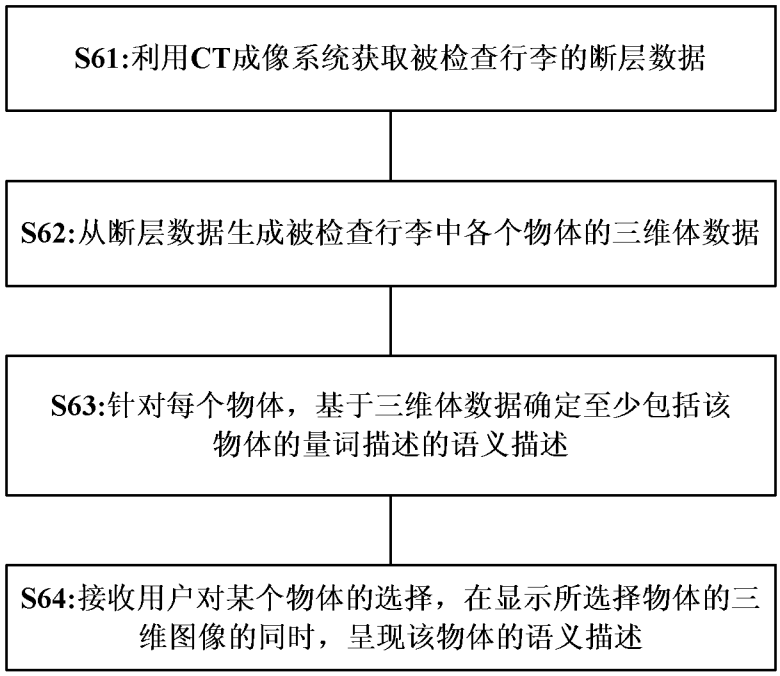

S61:利用CT成像系统获取被检查行李的断层数据
S62:从断层数据生成被检查行李中各个物体的三维体数据
S63:针对每个物体，基于三维体数据确定至少包括该物体的量词描述的语义描述
S64:接收用户对某个物体的选择，在显示所选择物体的三维图像的同时，呈现该物体的语义描述

图 6

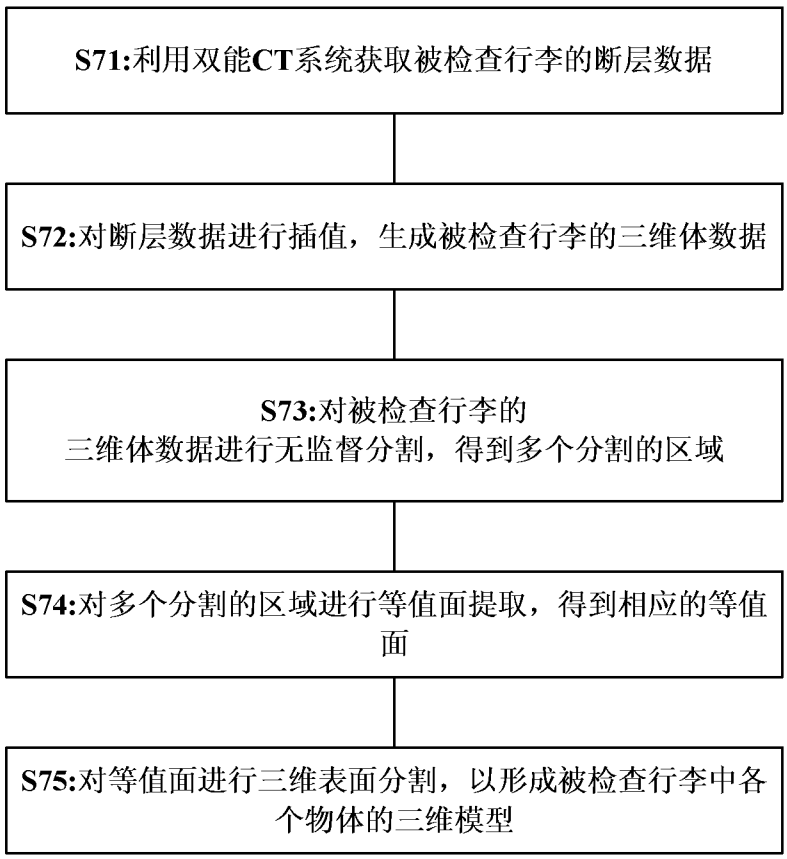

S71:利用双能CT系统获取被检查行李的断层数据
S72:对断层数据进行插值，生成被检查行李的三维体数据
S73:对被检查行李的三维体数据进行无监督分割，得到多个分割的区域
S74:对多个分割的区域进行等值面提取，得到相应的等值面
S75:对等值面进行三维表面分割，以形成被检查行李中各个物体的三维模型

图 7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2013/087662

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

See the extra sheet

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC: G06T/-; G01N 23/-

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNABS, CNTXT, CNKI, DWPI: perspective, CT, imag+, check, examin+, detect+, baggage?, luggage?, package?, goods, object?, section+, slic+, segment+, interpolat+, iso w surface, surface, three w dimensional, reconstruction, 3D

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	ZHANG Yong, Research on 3D Reconstruction System for RPM Based on Medical Images, China outstanding master's degree thesis full-text database, Information technology, 15 June 2012(15.06.2012) 2012 number 6,chapter 4, ISSN 1674-0246	1-9
A	CN 101900694 A (UNIV TSINGHUA et al.) 01 December 2010 (01.12.2010) the whole document	1-9
A	CN 102608135 A (UNIV TSINGHUA et al.) 25 July 2012 (25.07.2012) the whole document	1-9
A	US 7062009 B2 (ANALOGIC CORP.) 13 June 2006 (13.06.2006) the whole document	1-9
A	US 6426987 B2 (KANAGAWA & CO., LTD.) 30 July 2002 (30.07.2002) the whole document	1-9

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&"document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
17 February 2014 (17.02.2014)	27 February 2014 (27.02.2014)

Name and mailing address of the ISA
State Intellectual Property Office of the P. R. China
No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao
Haidian District, Beijing 100088, China
Facsimile No. (86-10) 62019451

Authorized officer
SUN, Zehong
Telephone No. (86-10) 62412082

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2013/087662

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 101900694 A	01.12.2010	CN 101900694 B	30.05.2012
CN 102608135 A	25.07.2012	None	
US 7062009 B2	13.06.2006	US 2004165695 A1	26.08.2004
US 6426987 B2	30.07.2002	JP 3442346 B2	02.09.2003
		JP 2001340330 A	11.12.2001
		US 2001048731 A1	06.12.2001

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2013/087662

CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER:

G06T 15/00 (2011.01) i

G01N 23/04 (2006.01) i

国际检索报告

国际申请号
PCT/CN2013/087662

A. 主题的分类

参见附加页

按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和 IPC 两种分类

B. 检索领域

检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)

IPC: G06T/-; G01N23/-

包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献

在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称，和使用的检索词（如使用）)

CNABS,CNTXT,CNKI,DWPI:透视,CT,成像,安检,检查,行李,物品,断层,断面,分割,插值,三维,3D,等值面,曲面,perspective,imag+,check,examin+,detect+,baggage?,luggage?,package?,goods,object?,section+,slic+,segment+,interpolat+,iso w surface, surface, three w dimensional, reconstruction

C. 相关文件

类　型*	引用文件，必要时，指明相关段落	相关的权利要求
X	张勇 面向快速原型制造的医学图像三维重建系统研究 中国优秀硕士学位论文全文数据库 信息科技辑 15.6 月 2012 (15.06.2012) 2012 年第 6 期，第 4 章，ISSN 1674-0246	1-9
A	CN101900694A (清华大学等) 01.12 月 2010 (01.12.2010) 全文	1-9
A	CN102608135A (清华大学等) 25.7 月 2012 (25.07.2012) 全文	1-9
A	US7062009B2 (ANALOGIC CORP) 13.6 月 2006 (13.06.2006) 全文	1-9
A	US6426987B2 (KANAGAWA & CO LTD) 30.7 月 2002 (30.07.2002) 全文	1-9

☐ 其余文件在 C 栏的续页中列出。　　☒ 见同族专利附件。

* 引用文件的具体类型：

"A" 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件

"E" 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利

"L" 可能对优先权要求构成怀疑的文件，或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件（如具体说明的）

"O" 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件

"P" 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件

"T" 在申请日或优先权日之后公布，与申请不相抵触，但为了理解发明之理论或原理的在后文件

"X" 特别相关的文件，单独考虑该文件，认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性

"Y" 特别相关的文件，当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时，要求保护的发明不具有创造性

"&" 同族专利的文件

国际检索实际完成的日期	国际检索报告邮寄日期
17.2 月 2014 (17.02.2014)	**27.2 月 2014 (27.02.2014)**
ISA/CN 的名称和邮寄地址： 中华人民共和国国家知识产权局 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路 6 号 100088 传真号：　(86-10)62019451	受权官员 孙泽竑 电话号码：(86-10) **62412082**

国际检索报告

关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2013/087662

检索报告中引用的专利文件	公布日期	同族专利	公布日期
CN101900694A	01.12.2010	CN101900694B	30.05.2012
CN102608135A	25.07.2012	无	
US7062009B2	13.06.2006	US2004165695A1	26.08.2004
US6426987B2	30.07.2002	JP3442346B2	02.09.2003
		JP2001340330A	11.12.2001
		US2001048731A1	06.12.2001

国际检索报告

国际申请号
PCT/CN2013/087662

主题的分类：

G06T15/00 (2011.01) i

G01N23/04 (2006.01) i