

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200910050294.8

G01B 11/00 (2006.01)

G01B 11/02 (2006.01)

G01B 11/06 (2006.01)

G01B 11/03 (2006.01)

[43] 公开日 2009年11月11日

[11] 公开号 CN 101576372A

[22] 申请日 2009.4.30

[21] 申请号 200910050294.8

[71] 申请人 上海理工大学

地址 200093 上海市杨浦区军工路516号

[72] 发明人 王殊轶 张敏燕 周颖 葛斌

孟青云 郭世俊 谢海明 尹勋超

高艳华 韩露

[74] 专利代理机构 上海申汇专利代理有限公司

代理人 吴宝根

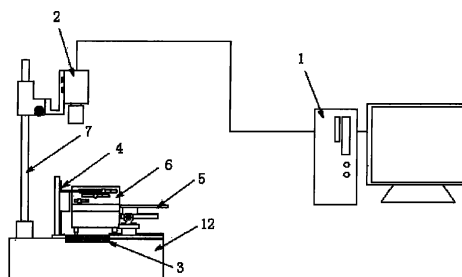
权利要求书3页 说明书9页 附图3页

[54] 发明名称

手术器械使用部位尺寸自动检测装置及其检测方法

[57] 摘要

本发明涉及一种手术器械使用部位尺寸自动检测装置及其检测方法，摄像机由 CMOS 图像传感器和 CMOS 摄像头组成，检测平台上面通过导轨底座固定连接斜齿立柱导轨，立柱导轨的斜齿槽连接固定导轨滑块，导轨滑块前面固定连接摄像机架，摄像机架上面固定摄像机；摄像机下面固定标定量块夹具，标定量块夹具前面安装有宽度检测夹具，左连安装有高度/厚度检测夹具；摄像机正下方平台上放置光源灯，摄像机镜头中心、标定量块夹具中心、标定量块以及检测部位的中心在同一垂直线上；摄像机与计算机通过 USB2.0 通用串行总线接口连接。本发明的检测方法的步骤是：1. 图像采集，2. 系统标定，3. 图像处理：使用部位自动定位；亚像素边缘检测。



1. 一种手术器械使用部位尺寸自动检测装置，包括计算机（1），摄像机（2），检测平台（12），其特征在于，还包括光源灯（3）、标定量块夹具（4）、宽度检测夹具（5）、高度/厚度检测夹具（6）、摄像机固定装置（7）、标定量块；

所述摄像机（2）由 CMOS 图像传感器和 CMOS 摄像头组成；所述摄像机固定装置（7）包括摄像机架（8）、导轨滑块（9）、导轨（10）、导轨底座（11），检测平台（12）上面通过导轨底座（11）固定连接斜齿立柱导轨（10），立柱导轨（10）的斜齿槽连接固定导轨滑块（9），导轨滑块（9）前面固定连接摄像机架（8），摄像机架（8）上面固定摄像机（2）；检测平台（12）上面，摄像机（2）下面固定标定量块夹具（4），标定量块夹具（4）前面安装有宽度检测夹具（5），左连安装有高度/厚度检测夹具（6）；摄像机（2）正下方平台（12）上放置光源灯（3），摄像机（2）镜头中心、标定量块夹具（4）中心、标定量块（13）以及检测部位的中心在同一垂直线上；

所述摄像机（2）与计算机（1）通过 USB2.0 通用串行总线接口连接。

2. 根据权利要求 1 所述的手术器械使用部位尺寸自动检测装置，其特征在于，所述计算机（1）操作系统为 WindowsXP+SP2，所用软件为基于 Visual C++ 6.0 的检测软件。

3. 根据权利要求 1 所述的手术器械使用部位尺寸自动检测装置，其特

征在于，所述CMOS图像传感器的最高分辨率为2048*1536，像素尺寸为 $3.2\mu\text{m} \times 3.2\mu\text{m}$ ，光学尺寸为1/2 inch，信噪比 $>42\text{dB}$ ，动态范围 $>60\text{dB}$ ，敏感度在550nm的光源下为 $1\text{V}/\text{lux}\cdot\text{sec}$ 。

4. 根据权利要求1所述的手术器械使用部位尺寸自动检测装置，其特征在于，所述CMOS摄像头的光学镜头的焦距为55mm，图像最大尺寸： $8.8\text{mm} \times 6.6\text{mm}$ ，光圈：F2.8-F32C，焦点：0.14m-Inf，工作距离： $140\text{mm}-\text{Inf}$ ，光学放大率0.5x。

5. 根据权利要求1所述的手术器械使用部位尺寸自动检测装置，其特征在于，所述光源灯（5）为LED高亮度背面光源。

6. 根据权利要求1所述的手术器械使用部位尺寸自动检测装置，其特征在于，所述计算机（1）数据输出口接显示器或打印机。

7. 一种手术器械使用部位尺寸自动检测方法，其特征在于，具体检测步骤如下：

（一）图像采集

CMOS传感器采集原始图像，并将原始图像进行开运算，即先腐蚀再膨胀，以消除噪声点；

（二）系统标定

使用标定量块进行系统标定，得出每像素代表的实际宽度；

（三）图像处理

A. 使用部位自动定位

采用基于二分查找法的自动定位方法来定位手术器械的顶部位置得到手术器械顶端的纵坐标P。

手术器械的使用部位位于其顶端向下3mm处，利用下面公式得出使用部位的纵坐标Q:

$Q=3\text{mm}/K+P$ ，其中：K为单个像素所代表的实际物理尺寸，

以Q为纵坐标的横线方向进行亚像素精度一维边缘提取，两边缘间的距离即为使用部位尺寸；

B. 亚像素边缘检测

1) 粗定位

选用满足 Canny 准则且能以递归方式实现的最理想边缘滤波器 Deriche 边缘滤波器:

$$d'_\sigma(x) = -\alpha^2 x e^{-\alpha|x|}$$
$$e'_\sigma(x) = -2\alpha \sin(\alpha x) e^{-\alpha|x|}$$

对 Deriche 边缘滤波器而言则是 α 越小对应的平滑程度越大；

2) 精定位

采用拟合抛物线求最大值的方法来实现对边缘点的亚像素精度提取：首先检测出边缘幅度的局部最大区域，然后在最大值附近找到三个点，通过此三个点来拟合一条抛物线，此抛物线的最大值就是亚像素精度的边缘位置。

手术器械使用部位尺寸自动检测装置及其检测方法

技术领域

本发明涉及一种用于自动检测手术器械使用部位尺寸的仪器，尤其是一种基于机器视觉原理的手术器械使用部位尺寸自动检测装置及其检测方法。

背景技术

手术器械的尺寸检测在手术器械质量控制中是一个应用十分普遍且有实际应用价值的问题。目前，国内的手术器械生产企业主要采取人工测量方法，如借助游标卡尺、千分尺等工具进行手术器械的尺寸检测。这种传统的人工视觉检测耗时、劳动密集及效率低，且人为误差不可避免。

发明内容

本发明是要提供一种手术器械使用部位尺寸自动检测装置及其检测方法，该装置和方法能够有效地检测手术器械的正面、侧面从顶端向下 3mm 处的宽度值，弯型手术器械的弯侧顶端到对侧距离等量值，以此快速准确的检测产品是否符合设计要求，并且具有高精度、速度快、无接触的特点。

本发明的技术方案是：

一种手术器械使用部位尺寸自动检测装置，包括计算机，摄像机，检测平台，光源灯、标定量块夹具、宽度检测夹具、高度/厚度

检测夹具、摄像机固定装置、标定量块；

摄像机由 CMOS 图像传感器和 CMOS 摄像头组成；所述摄像机固定装置包括摄像机架、导轨滑块、导轨、导轨底座，检测平台上面通过导轨底座固定连接斜齿立柱导轨，立柱导轨的斜齿槽连接固定导轨滑块，导轨滑块前面固定连接摄像机架，摄像机架上面固定摄像机；检测平台上面，摄像机下面固定标定量块夹具，标定量块夹具前面安装有宽度检测夹具，左连安装有高度/厚度检测夹具；摄像机正下方平台上放置光源灯，摄像机镜头中心、标定量块夹具中心、标定量块以及检测部位的中心在同一垂直线上；摄像机与计算机通过 USB2.0 通用串行总线接口连接。

计算机操作系统为 WindowsXP+SP2，所用软件为基于 Visual C++ 6.0 的检测软件。

CMOS 图像传感器的最高分辨率为 2048*1536，像素尺寸为 $3.2\mu\text{m} \times 3.2\mu\text{m}$ ，光学尺寸为 1/2 inch，信噪比 >42dB，动态范围 >60dB，敏感度在 550nm 的光源下为 1V/lux-sec。

CMOS 摄像头的光学镜头的焦距为 55mm，图像最大尺寸：8.8mm*6.6mm，光圈：F2.8-F32C，焦点：0.14m-Inf，工作距离：140mm-Inf，光学放大率 0.5x。

光源灯为 LED 高亮度背面光源。

计算机数据输出口接显示器或打印机。

一种手术器械使用部位尺寸自动检测方法，具体检测步骤如下：

（一）图像采集

CMOS 传感器采集原始图像，并将原始图像进行开运算，即先腐蚀再膨胀，以消除噪声点；

（二）系统标定

使用标定量块进行系统标定，得出每像素代表的实际宽度；

（四）图像处理

（1）使用部位自动定位

采用基于二分查找法的自动定位方法来定位手术器械的顶部位置得到手术器械顶端的纵坐标P。

手术器械的使用部位位于其顶端向下3mm处，利用下面公式得出使用部位的纵坐标Q：

$$Q=3\text{mm}/K+P \quad , \quad \text{其中：} K \text{为单个像素所代表的实际物理尺寸，}$$

以Q为纵坐标的横线方向进行亚像素精度一维边缘提取，两边缘间的距离即为使用部位尺寸；

（2）亚像素边缘检测

1) 粗定位

选用满足 Canny 准则且能以递归方式实现的最理想边缘滤波器 Deriche 边缘滤波器：

$$d'_\sigma(x) = -\alpha^2 x e^{-\alpha|x|}$$

$$e'_\sigma(x) = -2\alpha \sin(\alpha x) e^{-\alpha|x|}$$

对 Deriche 边缘滤波器而言则是 α 越小对应的平滑程度越大；

2) 精定位

采用拟合抛物线求最大值的方法来实现对边缘点的亚像素精度

提取：首先检测出边缘幅度的局部最大区域，然后在最大值附近找到三个点，通过此三个点来拟合一条抛物线，此抛物线的最大值就是亚像素精度的边缘位置。

本发明的有益效果是：本发明装置由计算机实时控制，CMOS 摄像机由软件驱动控制，通过系统初始化及实时显示模块观察手术器械使用部位的图像；针对量值测量的需要，每次测量之前先进行系统标定；对图像进行去噪、亚像素边缘提取等处理；再运用自动定位技术以及编写软件界面，检测结果可通过显示器直观显示。

本装置是一套快速、准确的检测装置，可以解决手术器械使用部位检测问题，提高产品合格率和安全性，避免人为的误判，提高检测效率，保证产品的质量。因此，具有准确度高、速度快、结构设计简洁的优点，适合推广使用。

附图说明

图 1 是手术器械的主视图；

图 2，图 3 是图 1 的右视图；

图 4 是本发明装置方案结构示意图；

图 5 是本发明装置结构立体总装示意图；

图 6 是本发明的工作流程图。

具体实施方式

下面结合附图与实施例对本发明作进一步的描述。

如图 4 所示，手术器械使用部位尺寸自动检测装置，包括计算机 1，摄像机 2、光源灯 3、标定量块夹具 4、宽度检测夹具 5、高度/

厚度检测夹具 6、摄像机固定装置 7、标定量块。摄像机 2 由 CMOS 图像传感器和 CMOS 摄像头组成。

如图 5 所示，摄像机固定装置 7 包括摄像机架 8、导轨滑块 9、导轨 10、导轨底座 11、检测平台 12，检测平台 12 上固定导轨底座 11，导轨底座 11 上面设有斜齿立柱导轨 10，斜齿导轨 10 的斜齿槽连接固定导轨滑块 9，导轨滑块 9 上面设有摄像机架 8，摄像机架 8 固定摄像机 2，导轨底座 11 前方设有标定量块夹具 4，平台 12 上固定有标定量块夹具 4、宽度检测夹具 5、高度/厚度检测夹具 6，摄像机 2 正下方平台 12 上放置光源灯 3，固定在摄像机架 8 上的摄像机 2 镜头中心、标定量块夹具 4 中心、标定量块 13 以及被测手术器械使用部位的中心在同一垂直线上；所述摄像机 2 与计算机 1 通过 USB2.0 通用串行总线接口连接；所述计算机 1 操作系统为 WindowsXP+SP2，所用软件为基于 Visual C++ 6.0 自行开发的检测软件。

本装置采用 CMOS（互补金属氧化物半导体，Complementary Metal-Oxide Semiconductor）感光器件构成的摄像机 2 采集图像，自行设计了统一、简洁的光路和配合各类型的被测物的机械装置，运用多种数字图像处理方法和特征识别技术，实现了手术器械使用部位尺寸自动检测。

(1) CMOS 图像传感器与周边电路的整合性高，体积较小，电源消耗量较低，传输速度可以较快。采用的高分辨率数字摄像机 2 已经完成了 ADC、采集卡、控制芯片及电路的整合，体积小，重量轻，携带方便，并且和计算机 1 的接口采用 USB2.0 通用串行总线接口，传

输速度高达 480Mb/s，适合高速、实时的设计要求。

为了让检测达到高精度，应尽量提高所摄取图像的分辨率，并且避免图像边缘畸变，这些要求决定了光学器件的参数。

表 1 所选光学元件的主要参数

CMOS 图像传感器参数					
最高分辨率	像素尺寸	光学尺寸	信噪比	动态范围	敏感度
2048*1536	3.2 μm * 3.2 μm	1/2 inch (8.9mm)	>42dB	60dB	1V 550nm/lux/s
光学镜头参数					
焦距	图像最大尺寸	光圈	焦点	工作距离	光学放大率
55mm	8.8mm*6.6mm	F2.8-F32C 手动	0.14m-Inf 手动	140mm-Inf	0.5x

(2) 专业的 LED 红光背面照明光源，发射强度均匀的平行光线。手术器械使用部位为金属实体，光线从底部照射手术器械使用部位可使摄像机获取具有清晰分明边缘的图像。

(3) 机械装置的设计目的主要为摄像头和被测元件提供一个稳定良好的工作环境，以便准确定位和图像的采集。如图 5 所示，以光源灯 3 的中心为工作中心，保证摄像机 2 镜头中心、标定量块夹具 4 中心、标定量块以及被测手术器械使用部位的中心在同一垂直线上，工作平面选择所有检测部位的宽度最大检测平面。利用导轨滑块 9 实现了工作距离的调节。

(4) 整个装置的工作流程（图 6）如下：

初始化设备（内存清零、摄像头内部参数还原为原始状态等）；采集图像至内存（实时和单帧采集、停止、读取、存储）；系统标定（标定图像中每像素代表的实际宽度）；图像处理（使用腐蚀和膨胀

等运算); 检测部位自动定位; 测量尺寸; 判别产品优劣。

系统软件的运行环境是: 2GB 内存、250GB 硬盘的酷睿 2 四核 Q6600 戴尔计算机, 操作系统为 WindowsXP+SP2 中文版, 采用 Visual C++ 6.0 编制软件。该系统软件能够设置和实时调节摄像头的多个参数(分辨率、图像窗口、曝光、增益、白平衡、Gamma 校正等), 使图像采集质量达到最佳, 从获得的数字图像中提取特征; 该系统软件亦能使用公制量块进行系统标定, 实现准确测距, 测距误差不超过士 0.01mm; 从而实现高正确率、高精度的检测, 功能完善、运行可靠、界面友好、使用方便。

(5) 装置关键技术 — 数字图像处理技术

本装置从计算机视觉的角度提出了一种基于图像处理技术的手术器械使用部位自动检测的方法。具体的流程如下:

- (一) CMOS 传感器采集原始图像, 并将原始图像进行开运算, 即先腐蚀再膨胀, 以消除大部分噪声点;
- (二) 使用标定量块进行系统标定, 得出每像素代表的实际宽度;
- (三) 图像的使用部位定位和边缘检测是软件系统的核心, 采用高效的自动定位方法定位手术器械的使用部位, 并运用亚像素边缘检测方法, 提取手术器械使用部位的一维边缘进行测量。

① 使用部位自动定位方法

采用基于二分查找法的自动定位方法来定位手术器械的顶部位置。

具体原理如下: 以手术器械正视图为例, 定义图像的纵坐标

为数列元素的序数，每个纵坐标对应的手术器械宽度尺寸为该序号元素的值。理论上手术器械顶端的宽度尺寸是0个像素。为避免查找判断时将手术器械顶端与空白处相混淆，以手术器械顶端的宽度小于1个像素为成功条件，并且以当前查找区域的首尾序数之差小于等于1为停止条件，二分查找法能够在整个图像的纵坐标序列中短时间内查找到手术器械顶端的纵坐标P。

二分查找法定位手术器械顶端的纵坐标P，而手术器械的使用部位位于其顶端向下3mm处，因此利用下面公式得出使用部位的纵坐标Q：

$$Q=3\text{mm}/K+P \quad (K\text{为单个像素所代表的实际物理尺寸})$$

在以Q为纵坐标的横线方向进行亚像素精度一维边缘提取，两边缘间的距离即为使用部位尺寸。

② 亚像素边缘检测方法

1) 粗定位

选用满足 Canny 准则且能以递归方式实现的最理想边缘滤波器 Deriche 边缘滤波器：

$$d'_\sigma(x) = -\alpha^2 x e^{-\alpha|x|}$$

$$e'_\sigma(x) = -2\alpha \sin(\alpha x) e^{-\alpha|x|}$$

对 Deriche 边缘滤波器而言则是 α 越小对应的平滑程度越大。

2) 精定位

采用拟合抛物线求最大值的方法来实现对边缘点的亚像素

精度提取。首先检测出边缘幅度的局部最大区域，然后在最大值附近找到三个点，通过此三个点来拟合一条抛物线。此抛物线的最大值就是亚像素精度的边缘位置。

目前，国内的手术器械生产企业主要采取人工测量方法，如借助游标卡尺、千分尺等工具进行手术器械的尺寸检测。这种传统的人工视觉检测耗时、劳动密集及效率低，且人为误差不可避免。

根据实际工作环境，图像分辨率为 2048*1536，正常采集速度，选取最佳的曝光条件和增益系数，白平衡调节采用试验的经验数值的条件下，对手术器械使用部位进行在线检测，准确率达 90%，平均时间 513ms，效果良好。

本发明的装置能够有效地检测手术器械的正面（图 1）宽度值 A、侧面（图 2）从顶端向下 3mm 处的厚度值 B，弯型手术器械（图 3）的弯侧顶端到对侧距离 C 等量值，以此快速准确的检测产品是否符合设计要求。本发明的方法提高了生产实践效率，发展了数字图像处理技术的应用领域，具有准确度高、速度快、结构设计简洁的优点，适合推广使用。

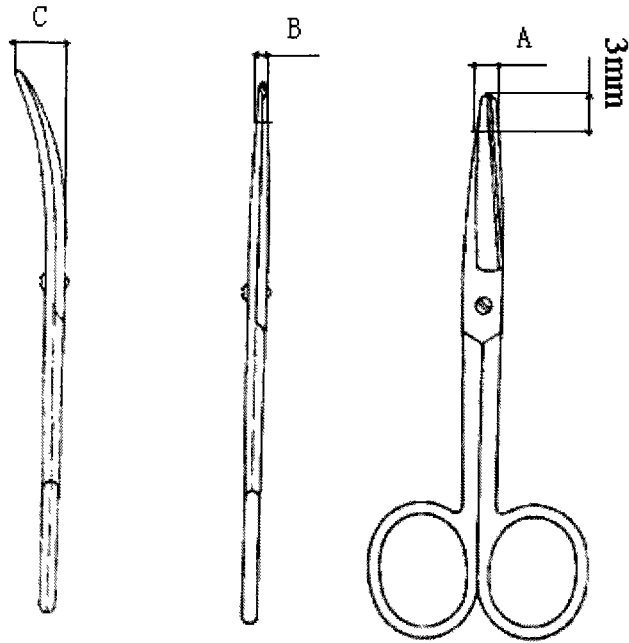


图 3

图 2

图 1

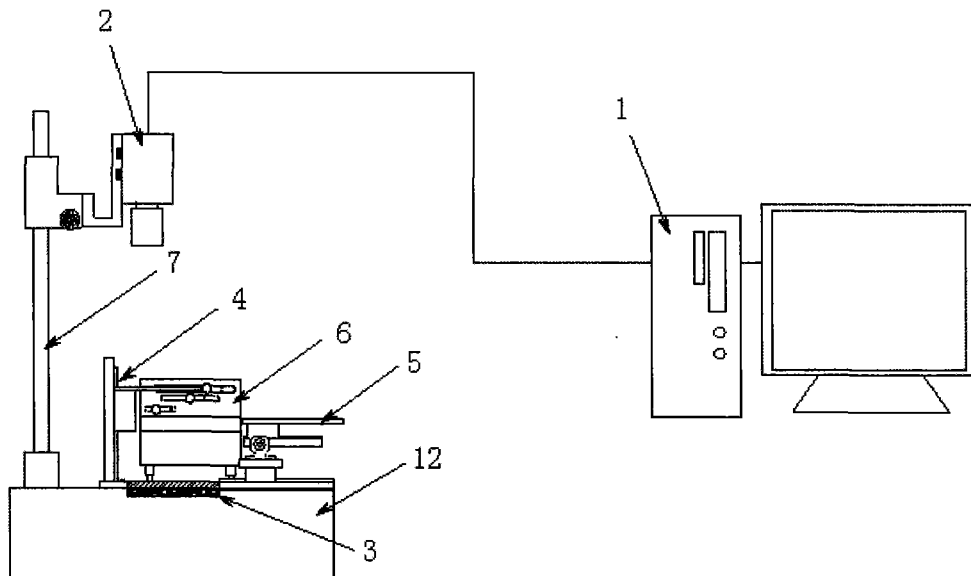


图 4

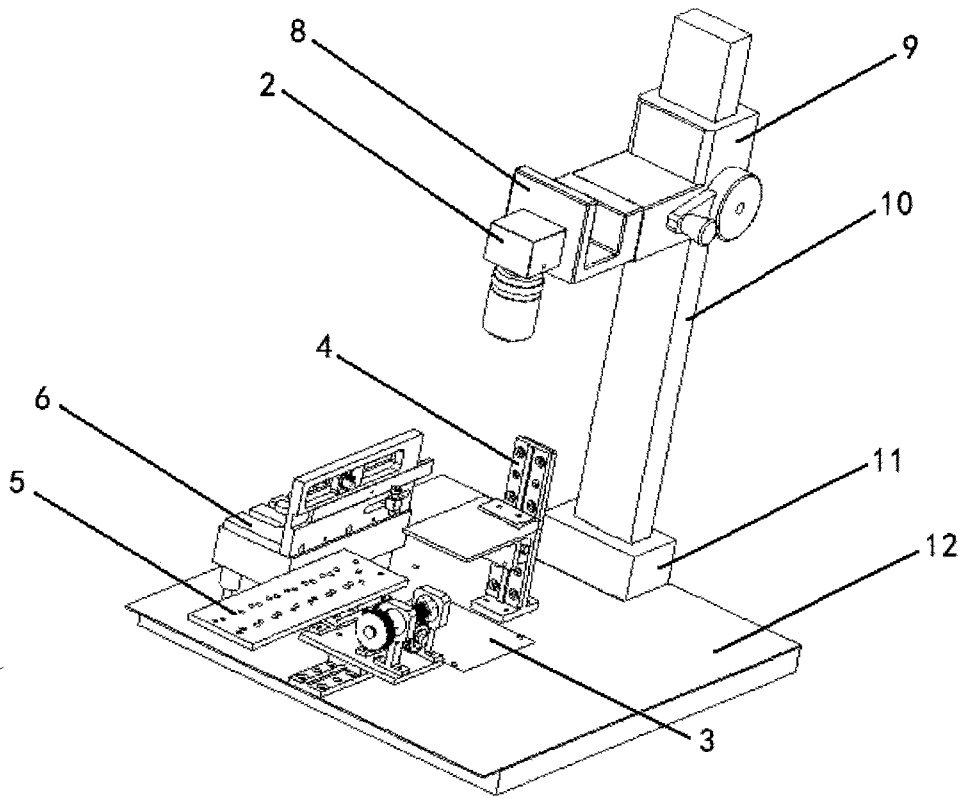


图 5

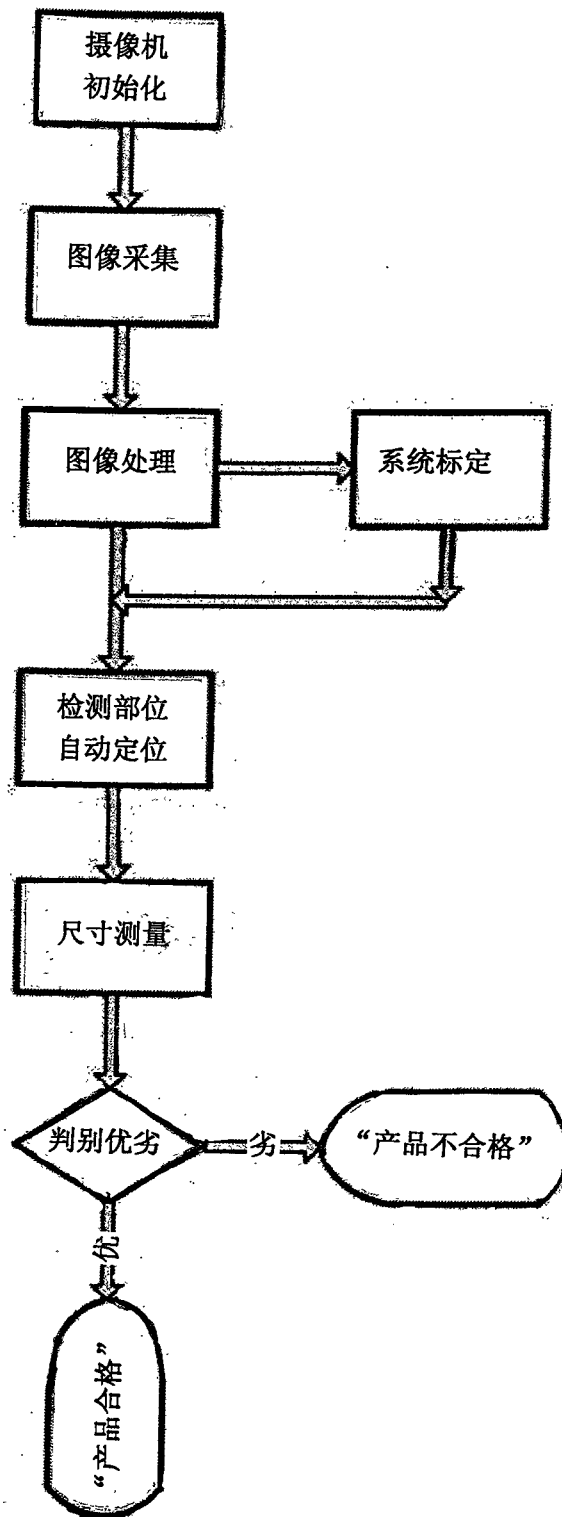


图 6