



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103454285 A

(43) 申请公布日 2013. 12. 18

(21) 申请号 201310382815. 6

(22) 申请日 2013. 08. 28

(71) 申请人 南京师范大学

地址 210046 江苏省南京市亚东新城区文苑
路 1 号

(72) 发明人 钱晓军 陈从颜

(74) 专利代理机构 南京知识律师事务所 32207

代理人 李媛媛

(51) Int. Cl.

G01N 21/89 (2006. 01)

G01B 11/00 (2006. 01)

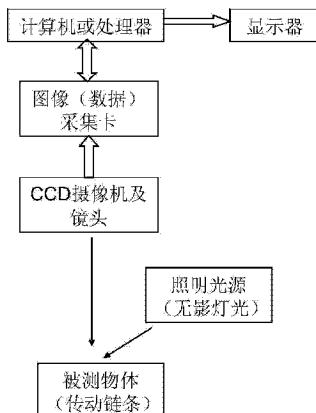
权利要求书1页 说明书4页 附图1页

(54) 发明名称

基于机器视觉的传动链条质量检测系统

(57) 摘要

本发明公开了一种基于机器视觉的传动链条质量检测系统，包括被测传动链条、照明光源、CCD摄像机及镜头、图像处理单元、计算机和显示器。CCD摄像机将被测传动链条的图像经过镜头聚焦至CCD芯片上，图像经滤波、放大处理后，形成视频信号(图像信号)输出给图像处理单元，图像处理单元将图像传送到计算机存储器进行处理；计算机完成对采集到的数据和图像信息的分析、图像处理与存储，得到被测传动链条的质量参数，将所得到的质量参数与标定的参数进行比较，完成决策和控制，从而实现自主识别的功能。本发明极大地提高了检测处理速度，降低了劳动强度，单台系统在一秒钟内可以检测的传动链条长度约达4米以上。



1. 基于机器视觉的传动链条质量检测系统,其特征在于,包括被测传动链条、照明光源、CCD 摄像机及镜头、图像处理单元、计算机和显示器,CCD 摄像机将被测传动链条的图像经过镜头聚焦至 CCD 芯片上,根据光的强弱积累相应比例的电荷,图像各个像素积累的电荷在视频时序的控制下,逐点外移,经滤波、放大处理后,形成视频信号,即图像信号输出给图像处理单元,图像处理单元将图像传送到计算机存储器进行处理;计算机完成对采集到的数据和图像信息的分析、图像处理与存储,得到被测传动链条的质量参数,将所得到的质量参数与标定的参数进行比较,完成决策和控制,从而实现自主识别的功能。

2. 根据权利要求 1 所述的基于机器视觉的传动链条质量检测系统,其特征在于,计算机完成图像处理主要包括以下步骤:

(1) 图像读取:从 CCD 摄像机获取图像,模拟数据进入视频采集卡,在采集卡中进行模数转换,得到数字图像;

(2) 图像预处理:先将输入的彩色图像转换为灰度图像,把拍摄到的链条图像由 24 位真彩色图像转换成 256 级的灰度图,减少存储和计算量;

(3) 图像阈值分割及二值化:根据经验值设定一阈值范围,提取有效阈值范围内的图像,再通过二值化算法取得简单图像;

(4) 边缘检测及轮廓提取:通过对步骤(3)得到的二值化图像进行边缘检测,将被测传动链条的轮廓进行提取,得到图像的边缘曲线;

(5) 图像几何尺寸的测量与系统的标定:系统标定目的是确定摄像机的物面分辨率,即计算出预处理后图像中的一个像素代表多大的物理尺寸。

3. 根据权利要求 1 所述的基于机器视觉的传动链条质量检测系统,其特征在于,得到被测传动链条的质量参数后,将质量参数与智能专家库进行比对,判断被测传动链条是否有质量缺陷,对有缺陷的链条进行声音和光报警,同时进入数据库记录,并根据链条的错误类型进行自学习型的错误根源研究,生成相关报表,以便进行质量跟踪。

4. 根据权利要求 1、2 或 3 所述的基于机器视觉的传动链条质量检测系统,其特征在于,所述照明光源采用无影灯光作为系统的照明光源。

5. 根据权利要求 1、2 或 3 所述的基于机器视觉的传动链条质量检测系统,其特征在于,所述系统采用 2 个 CCD 摄像机从两个侧面对被测传动链条进行连续拍摄,实现流水线检测。

6. 根据权利要求 1、2 或 3 所述的基于机器视觉的传动链条质量检测系统,其特征在于,所述图像处理单元采用 PCI 或 AGP 兼容的图像采集卡。

基于机器视觉的传动链条质量检测系统

技术领域

[0001] 本发明涉及一种基于机器视觉的传动链条质量检测系统，属于传动链条质量检测的技术领域。

背景技术

[0002] 在工业生产现场中常常会用到传动链条来传送产品，链条的质量规格是否符合产品标准将决定其能否运用于工业产品的制造中，而且特别是在发动机、电梯等产品中对传动链条的质量要求特别高。对链条的质量检测，传统的人工方法非常费时费力，劳动强度很大，已经不能符合现代高精度、高效率的检测要求，有必要结合一种新技术，研发新的实时高效的检测系统。而机器视觉检测技术具有非接触、在线实时、速度快、精度合适、现场抗干扰能力强等优点，适应了现代制造业的进步和发展要求，在实际生产中具有广阔的应用前景。

发明内容

[0003] 机器视觉系统就是用机器代替人眼来做测量和判断，而机器视觉检测系统是指通过机器视觉产品(即图像摄取装置，分 CMOS 和 CCD 两种)将被摄取的目标转换成图像信号，传送给专用的图像处理系统，根据像素分布和亮度、颜色等信息，转变成数字化信号，图像系统对这些信号进行各种运算来抽取目标的特征，如面积、数量、位置、长度，再根据预设的允许度和其他条件输出结果，包括尺寸、角度、个数、合格 / 不合格、有 / 无等，实现自动识别功能。本发明的目的在于利用机器视觉检测技术，对传动链条的质量实现快速检测，判断出被检测传动链条是否存在尺寸差异、缺片等质量问题。

[0004] 本发明的系统所采用的技术方案为：

[0005] 根据对链条质量参数的了解，结合机器视觉系统所要实现的功能，给出该链条质量检测系统的总体设计和功能设计部分。基于机器视觉的传动链条质量检测系统，包括被测传动链条、照明光源、CCD 摄像机及镜头、图像处理单元(又称之为数据或图像采集卡)、计算机和显示器，CCD 摄像机将被测传动链条的图像经过镜头聚焦至 CCD 芯片上，根据光的强弱积累相应比例的电荷，图像各个像素积累的电荷在视频时序的控制下，逐点外移，经滤波、放大处理后，形成视频信号，即图像信号输出给图像处理单元，图像处理单元将图像传送到计算机存储器进行处理；计算机完成对采集到的数据和图像信息的分析、图像处理与存储，得到被测传动链条的质量参数，将所得到的质量参数与标定的参数进行比较，完成决策和控制，从而实现自主识别的功能。

[0006] 系统的各主要部分功能简介：

[0007] (1) 照明光源是影响机器检测系统输入的重要因素，它直接影响输入数据的质量和应用效果。可以采用无影灯光作为系统的照明光源，既保证拍摄链条视野有足够的亮度，同时又不产生明显的本影而影响链条的拍摄。

[0008] (2) CCD 摄像机：将被摄链条的图像经过镜头聚焦至 CCD 芯片上，CCD 根据光的强

弱积累相应比例的电荷,各个像素积累的电荷在视频时序的控制下,逐点外移,经滤波、放大处理后,形成视频信号(即图像信号)输出。在该系统中采用 2 个 CCD 摄像机从两个侧面面对链条进行连续拍摄,实现流水线检测。

[0009] (3) 图像处理单元 :图像采集卡是完整的机器视觉检测系统的重要组成部件,图像采集卡直接决定了摄像头的接口。比较典型的 PCI 或 AGP 兼容的采集卡,可以将图像迅速地传送到计算机存储器进行处理。在本系统采用两通道的图像采集卡,节省系统构成成本。

[0010] (4) 计算机 :通过软件完成对采集数据、图像信息的分析、处理与存储。在本系统中,将采集到的链条图像进行处理,主要包括图像读取、预处理、阈值分割、图像的二值化、边缘检测及轮廓提取等,从而分析图像特征得到链条的质量参数(如销子尺寸、链板数目、形状残缺等信息),对所得到的信息与标定的参数(预设的允许度)进行比较,完成决策和控制,从而实现自主识别的功能。

[0011] 将采集到的链条图像进行处理,主要包括 :

[0012] (1) 图像读取 :从 CCD 摄像机获取图像,模拟数据进入视频采集卡,在采集卡中进行模数转换,得到数字图像 ;

[0013] (2) 图像预处理 :先将输入的彩色图像转换为灰度图像,把拍摄到的链条图像由 24 位真彩色图像转换成 256 级的灰度图,减少存储和计算量 ;

[0014] (3) 图像阈值分割及二值化 :根据经验值设定一阈值范围,提取有效阈值范围内的图像,再通过二值化算法取得简单图像 ;

[0015] (4) 边缘检测及轮廓提取 :通过对步骤(3)得到的二值化图像进行边缘检测,将被测传动链条的轮廓进行提取,得到图像的边缘曲线 ;

[0016] (5) 图像几何尺寸的测量与系统的标定 :系统标定目的是确定摄像机的物面分辨率,即计算出预处理后图像中的一个像素代表多大的物理尺寸。

[0017] 本发明的机器视觉检测系统具有如下优点 :

[0018] (1)能提高生产的柔性和自动化程度。在大批量工业生产过程中,用人工视觉检查产品质量效率低且精度不高,用机器视觉检测方法可以大大提高生产效率和生产的自动化程度。而且机器视觉易于实现信息集成,是实现计算机集成制造的基础技术。

[0019] (2)可以快速获取大量信息,而且易于自动处理,也易于同设计信息系统以及加工控制信息系统集成,在现代自动化生产过程中,人们将机器视觉系统广泛地用于工况监视、成品检验和质量控制等领域。以常见的节距为 2 厘米的传动链条为例,每张图像可检测 4 节 -5 节,按照当前图像采集速度每秒 90 帧的一半保守计算,单台系统在一秒钟内可以检测的传动链条长度约达 4 米以上。

附图说明

[0020] 图 1 为本发明系统的结构框图。

[0021] 图 2 为链条图像处理流程图。

具体实施方式

[0022] 本发明的系统分为硬件设计和软件设计两大部分,硬件设计部分主要完成链条图像的摄取采集,一般有由照明装置、摄像机及图像采集卡等部分组成。软件部分主要包括对

采集到的链条图像进行预处理、阈值分割、二值化等操作，完成链条图像的特征提取。在工厂实施该发明设备，需要主流工业控制机（配置不低于 CPU 主频 2.0G，内存 2G，硬盘 500G）一台，带开发包的图像采集卡一只，匀速传动带 3 米长度，步进电机及变速箱以保证传送带匀速转动，LED 线状点阵光源两排，长度为 3 米左右，分布在传送带两侧，CCD 摄像机 2 台固定在传送带的两侧 0.5 米处，采集影像信号实时传送进图象采集卡，获取数字视频图像，由视频图像得到静止单幅数字图像，便于进行数字处理及模式识别。系统带有多媒体设备，对缺陷链表进行声音、光的报警，并将所有的检测过程保存入数据库。

[0023] 将被摄链条的图像经过镜头聚焦至 CCD 芯片上，CCD 根据光的强弱积累相应比例的电荷，各个像素积累的电荷在视频时序的控制下，逐点外移，经滤波、放大处理后，形成视频信号输出。在该系统中采用 2 个 CCD 摄像机从两个侧面对链条进行连续拍摄，实现流水线检测。通过 PC 机上的上位机软件完成数据采集、图像信息的分析、处理与存储。在本系统中，将采集到的链条图像进行处理，主要包括图像读取、预处理、阈值分割、图像的二值化、边缘检测及轮廓提取等，如图 2 所示，从而分析图像特征得到链条的质量参数（如销子尺寸、链板数目、形状残缺等信息），对所得到的信息经过链条的质量参数智能专家库进行比对，判断链表是否有质量缺陷，对有缺陷的链条进行声音、光报警，同时进入数据库记录，并根据链条的错误类型进行自学习型的错误根源研究，生成相关报表，以便进行质量跟踪，提高生产工艺以得到更高的优品率。

[0024] 对图像进行处理涉及的具体原理及过程如下：

[0025] (1) 图像预处理

[0026] 在通常情况下，由于链条图像是在各种复杂的背景环境条件下采集得到，图像在拍摄时一般会受到外界光照、气候以及人为因素等干扰的影响，从而导致所拍摄的链条图像不完美、图像质量较差等问题，影响后续的链条图像信息的提取。因此在链条图像特征信息提取之前，链条图像的预处理就显得十分重要。在对图像预处理中，先将输入的彩色图像转换为灰度图像，把拍摄到的链条图像由 24 位真彩色图像按照如下的公式进行转换， $RGB\text{2GRAY}(r, g, b) = (b*0.114 + g*0.587 + r*0.299)$ ，其中 r, g, b 分别表示数字图像中三色的对应值，转换成 256 级的灰度图，减少存储和计算量。

[0027] (2) 图像阈值分割及二值化

[0028] 图像阈值分割是一种广泛应用的分割技术，利用图像中要提取的目标区域与其背景在灰度特性上的差异，把图像看作具有不同灰度级的两类区域（目标区域和背景区域）的组合，选取一个比较合理的阈值，以确定图像中每个像素点应该属于目标区域还是背景区域，从而产生相应的二值图像。因而决定了阈值分割法具有如下特点：适用于目标与背景灰度有较强对比的情况，重要的是背景或物体的灰度比较单一，而且总可以得到封闭且连通区域的边界。

[0029] 而图像的二值化是将图像上的像素点的灰度值设置为 0 或 255，即使得整个图像呈现出明显的黑白二值的图像。由于图像的二值化使得图像变得简单，而且数据量减小，能凸显出感兴趣的目标的轮廓，有助于后续链条图像特征提取工作。

[0030] (3) 图像边缘检测

[0031] 由于边缘是以图像的局部特征不连续的形式出现的，是图像局部亮度变化最显著的部分。边缘检测作为图像分析的一种方法，用于标识数字图像中亮度变化明显的点，从而

精确定位边缘和抑制噪点,实现对图像的边界进行分析,得到目标物的形状。边缘检测是本系统中最关键的算法。通过对二值化图像进行边缘检测,将其链条的轮廓进行提取,得到图像的边缘曲线。常用的边缘检测算子有:1) Roberts 算子对边缘定位精度高,在水平和垂直方向效果较好,但对噪声过于敏感,在图像噪声较少的情况下分割效果相对不错;2) Prewitt 算子不仅能检测边缘点,而且能抑制噪声的影响,对灰度和噪声较多的图像处理较好;3) Sobel 算子通常对灰度渐变和噪声较多的图像处理得较好,但对边缘的定位不是很准确,不适合对边缘定位的准确性要求很高的应用;4) 由于 Canny 算子作为一类最优边缘检测算子,定位精度高,即能准确地把边缘点定位在灰度变化最大的像素上,同时较好地保留了链条的边缘特征,并能抑制虚假边缘的产生,在许多图像处理领域得到了广泛应用,目前在本发明的处理算法中主要使用了上述第 4 种算法,在处理效果不理想时再以前述 3 种作为补充算法,以得到最优化的边缘图像结果,这种综合使用 4 种算子的方法通过实验的验证,能够比单一使用某种算法得到更高的检测正确率,可以提高 4 个百分点左右。

[0032] (4) 图像的特征提取

[0033] 为了链条的质量检测,如相应的链条尺寸是否在系统的预设范围之内等等,下面以链条的质量参数(如链条的形状)为例,简要的说明一下链条的尺寸参数信息在图像中的提取过程。

[0034] 假定链条两端的连接处是圆形的,可采用 Hough 变换的方法建立链条的轮廓圆,通过坐标提取,进而得到相应节的链条尺寸,并分析是否存在形状残缺。

[0035] (5) 图像几何尺寸的测量与系统的标定

[0036] 系统标定目的是要确定摄像机的物面分辨率,也就是要计算出检测图像中的一个像素代表多大的物理尺寸,一般包括两个方向的尺寸,即水平方向上的尺寸和垂直方向上的尺寸。由于实际镜头与理想透镜有较大的差别,其物像关系也不像理想透镜成像公式描述的那么简单,所以在本检测系统还要进一步进行标定。下面对该测量方法做一下介绍。

[0037] 在图像测量系统的工作距离确定之后,为了从目标图像占有的像素个数计算目标的实际尺寸,先对已知尺寸为 W 的物体成像后得到的尺寸 N,得到每个像素对应的标定系数: $k=W/N$ 。它表示一个像素所对应的实际尺寸。当将被测物体置于该位置,即可得到被测物体的实际尺寸。通过视场内不同方位多次随机测量,取其平均值作为其测量值,从而既可消除镜头畸变引起的误差又可去掉标定过程引入的随机误差。

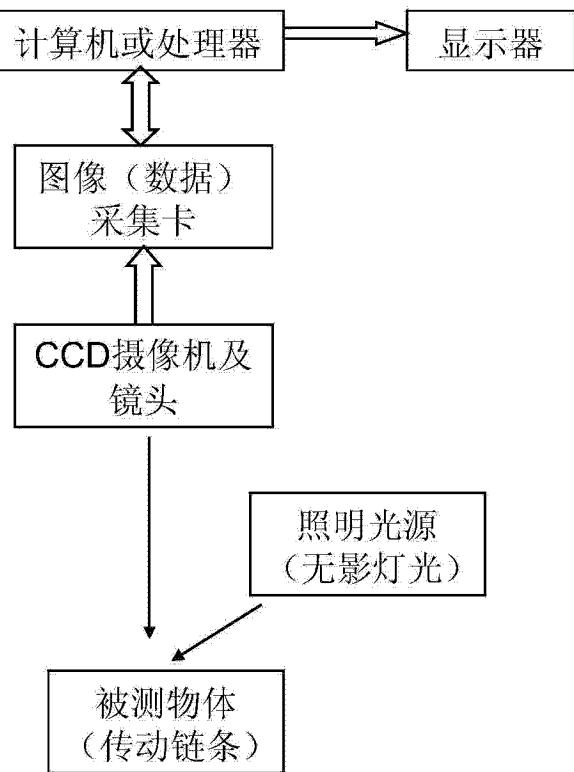


图 1

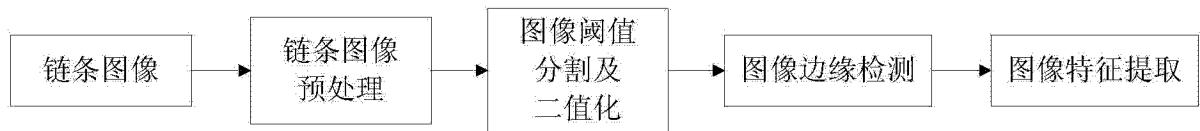


图 2