

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

G06F 17/13

G01R 31/26

[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 01119490.1

[43] 公开日 2002 年 7 月 10 日

[11] 公开号 CN 1357845A

[22] 申请日 2001.6.6 [21] 申请号 01119490.1
 [71] 申请人 中国科学院长春光学精密机械与物理研究所
 地址 130022 吉林省长春市人民大街 140 号
 [72] 发明人 贺庚贤

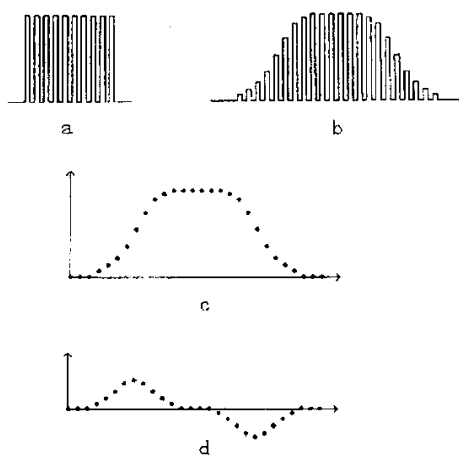
[74] 专利代理机构 长春科宇专利代理有限责任公司
 代理人 刘树清

权利要求书 1 页 说明书 3 页 附图页数 1 页

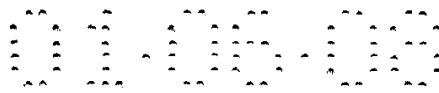
[54] 发明名称 一种光电耦合器件成像边缘检测计算方法

[57] 摘要

一种光电耦合器件成像边缘检测计算方法,属于光电检测技术领域中的一种光电耦合器件(以下称 CCD)成像边缘检测的计算方法,是通过对 CCD 成像器件输出的模拟量转换成数字量并对其进行微分计算,找出微分信号的上波峰和下波峰,将波峰看成是一种星点能量信号,应用星的像心计算公式: $X_c = \frac{\sum X_i R_i}{\sum R_i}$, 将微分数值代入该公式中,计算所得像心 X_c , 即是 CCD 成像器件输出的被测物的边缘值。



ISSN 1008-4274



权 利 要 求 书

1、一种光电耦合器件成像边缘检测计算方法，是通过将 CCD 成像器件输出的模拟量转换成数字量，并对其进行微分计算实现的（完成的），其特征在于：第一步，对 CCD 成像器件输出的被测物的边缘信号波形 b 进行采样，将模拟量转换成数字量（A/D 转换）信号波形 c，存储在计算机里；第二步，将采集的数字信号波形 c 进行微分计算，得出边缘信号微分波形 d，找出上波峰和下波峰，并将波峰看成是一种星点能量信号，边缘信号波形 c 的上升沿梯度最大处对应边缘信号微分波形 d 的上波峰峰值，边缘信号波形 c 的下降沿梯度最大处对应边缘信号微分波形 d 的下波峰峰值；第三步，应用星的像心

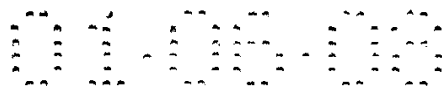
算法公式 $X_c = \frac{\sum X_i R_i}{\sum R_i}$ ，式中

X_c 为像心位置（X 轴方向与 CCD 像元排列方向一致），

X_i 为 CCD 像元在 X 轴方向的位置，i 为像元个数， $i=1, 2, 3, \dots$

R_i 为 A/D 转换后的 X_i 点处的像素响应电平。

将第二步微分数值看成是星点的响应电平 R_i 代入该公式中，计算所得像心 X_c 即是 CCD 成像器件输出的被测物的边缘点值。



说 明 书

一种光电耦合器件成像边缘检测计算方法

本发明属于光电检测领域中的一种光电耦合器件（以下称 CCD）成像边缘检测计算方法。

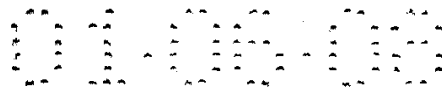
本发明方法之前，对光电耦合器件成像边缘检测计算方法，一般是采用数值比较法（例如：SPIE VOL.701 ECOOSA'86(Florence 1986), High resolution optical metrology and edge detection using a pc-controlled smart CCD camera. M.T.Gale and P.Seitz）将 CCD 成像器件输出的模拟量转换成数字量，并对其进行微分计算，求出微分信号的极值点，这个极值点被认为是边缘点信号。对极值点的求法，一般有两种，一种是直接比较法，就是将微分信号数值直接比较，找出极大值，这种方法简单，但精度较低。另一种方法是将微分数值进行数据拟合，找出拟合曲线的极值点，这种方法虽然精度提高了，但计算量非常大，只适用于大型高速计算机，单片机是无法完成的。

为了克服上述缺点，本发明的目的在于设计建立一套新的计算方法，使计算过程简单化，大大提高工作效率，提高计算精度。

本发明的详细内容，结合图 1 予以说明：在图 1 中，a 为理想的 CCD 输出边缘信号波形，b 为实际 CCD 输出边缘信号波形，c 为 CCD 输出边缘采样信号波形，d 为边缘数值微分信号波形。

第一步，对 CCD 成像器件输出的被测物的边缘信号波形 b 进行采样，将模拟量转换成数字量（A/D 转换）信号波形 c，存储在计算机里；

第二步，将采集的数字信号波形 c 进行微分计算，得出边缘信号微分波形 d，找出上波峰和下波峰，并将波峰看成是一种星点能量信号，边缘信号波形 c 的上升沿梯度最大处对应边缘信号微分波形 d 的



上波峰峰值，边缘信号波形 c 的下降沿梯度最大处对应边缘信号微分波形 d 的下波峰峰值；

第三步，应用星的像心算法公式
$$X_c = \frac{\sum X_i R_i}{\sum R_i}$$
，

式中 X_c 为像心位置（X 轴方向与 CCD 像元排列方向一致），

X_i 为 CCD 像元在 X 轴方向的位置， i 为像元个数， $i=1、$

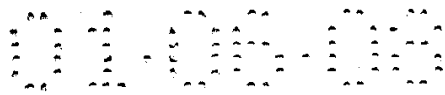
2、3、……

R_i 为 A/D 转换后的 X_i 点处的像素响应电平。

将第二步微分数值看成是星点的响应电平 R_i 代入该公式中，计算所得像心 X_c 即是 CCD 成像器件输出的被测物的边缘点值。

本发明的原理说明：当一被测物体（不透光）成像在 CCD 上时，总会存在左右两个边缘，图 1 a 为理想的边缘阶跃信号，即当光线由明到暗或由暗到明时，会出现输出电信号的跳变，该跳变被定义为图像的边缘信号。但在实际测量过程中，理想的边缘阶跃信号不可能出现，由于光线由明到暗或由暗以明变化时，对 CCD 的边缘信号输出会产生余辉信号的影响，即与边缘点相邻的 CCD 像元也会有不同程度信号输出，实际的边缘信号波形如图 1 b 所示，因此，就需要确定图 1 b 中的两个边缘点。首先将 CCD 输出模拟信号 b 经高速 A/D 转换成数字信号 c 存储在存储器当中。根据边缘点的定义，认为边缘信号梯度最大处就是边缘点，又根据数值微分原理可知，数字信号微分值的大小就代表了边缘信号梯度的大小。因此，将边缘数字信号进行数值微分计算，求出各采样点的梯度值，波形如图 1 d。

下面的主要问题是如何利用图 1 d 中微分数据计算边缘点。从边缘的数值微分信号的波形可以看出，它是近似于高斯图象，具有左右对称、单峰值点等特点。如果将该信号看成是一种能量信号，认为它



是某一能量物质星点在 CCD 接收器上的响应，那么，根据信号的对称性可知，该信号的能量中心应位于信号的垂直中心线上，且该中心线通过信号的极值点。因此，可以通过计算该信号的能量中心的方法，找出信号的象心点，即边缘点。

$$\text{星点能量中心（像心）的计算公式为 } X_c = \frac{\sum X_i R_i}{\sum R_i} \text{。}$$

其中 X_i 为 CCD 第 i 个像元的坐标点，（定义 CCD 象元的排列方向为 X 轴方向） $i=1、2、3、\dots$ ； R_i 为 CCD 象元在 X_i 处信号响应值，在此，将边缘信号微分数值看作能量响应值 R_i ，代入像心公式中。

根据该公式 X_c 的计算精度可以达到很高，但最终的测量精度要取决于采样信号的信噪比。

综上所述，由于边缘微分信号的对称性和单峰值点的特点，使得信号的极值点和能量中心点具有相同的横坐标点（X 方向），因此，可以将通过数值拟合的复杂算法求解信号极值点问题转化为应用简单公式求解能量中心问题。也就是说在边缘信号满足应用条件的情况下（对称性，单峰值点），利用能量中心公式，可以求解信号边缘点，或者说此时能量中心计算公式就是边缘点计算公式，这就是本发明的原理所在。

本发明的积极效果：计算过程简单，可在小型计算机或单片机中进行操作使用，响应速度快，精度高，有实际应用价值。

附图说明：图 1 是 CCD 成像器件输出的被测物的边缘信号波形图，a 为理想边缘信号波形，b 为实际的边缘信号波形，c 为边缘采样信号波形，d 为边缘微分信号波形图。

最佳实施例：应用线阵 CCD 成像器件，被测物采用暗信号成像，成像边缘清晰，对比度好，采用 8 位以上的 A/D 转换器，像心算法公式适合于相对位移量测量计算。

说明书附图

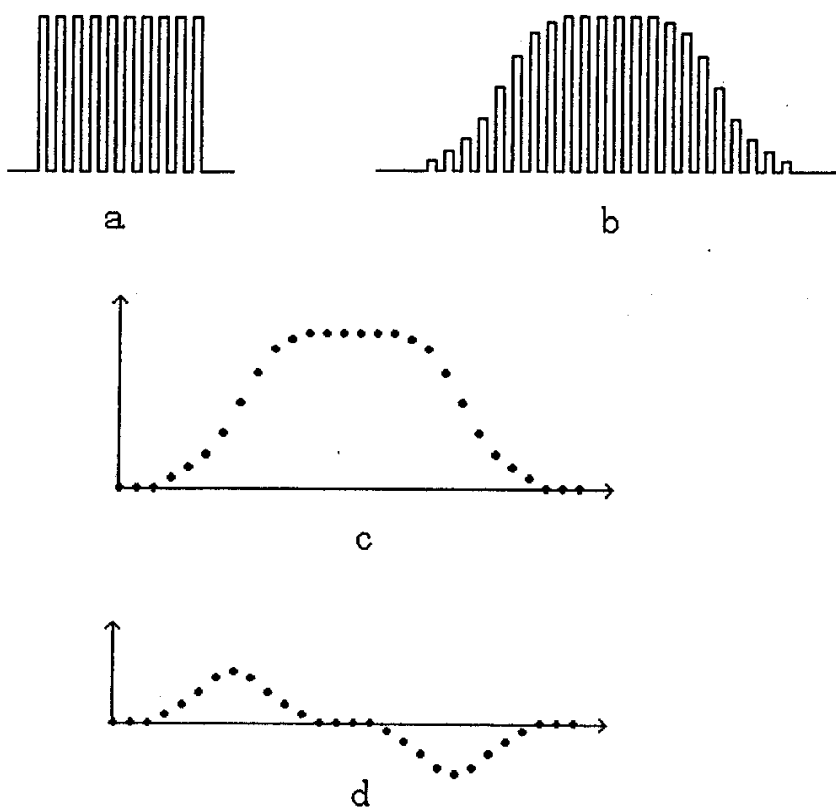


图1