

一种基于图像边缘检测的喷墨打印图像评估系统及方法

(郭自泉, 张昊洋, 徐达, 黄美聪, 柯珊荣)

技术领域

本发明涉及计算机图像处理领域,特别是涉及一种基于图像边缘检测的处理系统和方法。

背景技术

喷墨打印技术具有成本低、工艺简单、无需掩膜等优势。目前已经被广泛应用于生物传感器、微型显示 (Micro-LED)、柔性触摸屏、超级电容器、薄膜晶体管、太阳能电池等领域。其中,微型显示 Micro-LED 采用纳米晶体的量子点材料技术方案,也需要利用喷墨打印技术将具有纳米尺寸的量子点喷涂到尺寸为微米量级的 Micro-LED 阵列芯片上。因此,喷墨打印技术作为增材制造过程中的一项重要技术,具有重要的应用价值和广阔的发展前景。在喷墨打印的相关技术和设备中,EHD 电流体动力喷墨打印设备是利用电流体动力学 (EHD) 原理,结合高精度运动平台,实现微米级/纳米级的点喷印、线喷印,从而生成预设计的图案和结构,具有可实现纳米级量子点图案打印、设备精度高、实时在线观测等优点。

往往存在

在喷墨打印的过程中,多种因素对喷墨打印的质量产生影响,其中包括墨水的物理参数,比如粘度、密度、表面张力等,喷头的尺寸、喷头到基板的距离,打印电压波形(幅度、偏置、上升沿和下降沿等)。因此,通过对喷墨打印图案进行检测分析能够有效指导科研人员对参数的选择、优化与设置,从而实现所获得的较为均匀的喷墨打印图案。因此,行业内亟需一种能够快速、准确、大量的喷墨打印图案检测系统与方法,来推动喷墨打印技术与相关器件的应用与发展。

理想

获得预期中

快速、准确地检测大量喷墨打印图案的系统与方法

Shuchen Shi 等人提出了一种基于微米级的荧光光谱测试系统 (MFS) 来系统检测量子点喷墨打印的咖啡环和荧光寿命分布 (Shuchen Shi et al., Laser Photonics Rev. 2022, 2100699)。但是,该系统造价昂贵且耗时。

图像处理领域的边缘检测技术已经发展了 40 多年,是图像处理和计算机视觉中的基本问题。边缘检测的目的是标识图像中亮度变化中比较明显的点。第一

工具

类方法是基于梯度计算的传统边缘算子；第二类方法是人工设计的改进边缘算子；第三类方法是基于神经网络和群智能的边缘检测算法。基于神经网络的边缘检测算法虽然能够显著提高边缘检测算法的性能，但需要大量样本以供模型训练，且[↑]在一定程度上较高地依赖所选择的样本。

本发明提出了一种基于边缘检测的喷墨打印图像处理系统与方法，具有快速、准确、直观等优势，能够很好的应用于喷墨打印领域，弥补该领域在检测喷墨打印质量上的不足。

发明内容

本发明针对上述研究现状以及存在的问题，提出了一种边缘检测技术的喷墨打印图像处理系统与方法。

为了实现上述目的，本发明计划利用以下的技术方案来实现：

- (1) 首先采用显微镜比如正置金相显微镜对喷墨打印的图案进行观测和捕获图像；并得到
- (2) 利用 Open CV 图像技术识别喷墨打印图案的图像，然后对图像进行灰度化及滤波处理；
- (3) 接着使用自适应阈值二值化方法处理预处理后的灰度化图像；
- (4) 接着采用边缘检测算子来提取正置金相显微镜下获取的喷墨打印图案的图像边缘；
- (5) 在此基础上，利用 Hough 算法等进行图形识别，得到图案的中心和相关长度信息，比如对于圆点图案的圆心、半径，线条图案的宽度等信息；
- (6) 对所拍摄图像的像素坐标和实际尺寸进行校准和比例换算，将像素单位转换为尺寸单位，比如微米等。这样就可以实现图像上的每个打印图案的同时检测。

本发明所述的预处理方法为边缘检测算子，可以是 Sobel、Scharr、Roberts、Prewitt 等一阶算子和二阶的 Laplacian 算子，Canny 算子等以及在边缘检测算子基础上的改进算子。

本发明所述的边缘检测算法可以包括基于神经网络和群智能的边缘检测算法。

本发明过程中~~根据不同图案~~，充分考虑准确性和效率方面，~~可以~~采用最合适的边缘检测算子来进行处理。处理过程中，根据需要可以对图像增加滤波（高斯滤波、中值滤波、平滑滤波等）和阈值处理等步骤，以滤除部分噪点和更准确地定位边缘。

附图说明

为了更加明确地阐述本发明的实施例或现有技术方案，下文将简要介绍使用的附图。

图 1 为所发明系统的示意图。

图 2 为所发明系统涉及算法的流程示意图。

图 3 为 Laplacian 边缘检测算子处理过的银墨水喷墨打印图案。

图 4 为银墨水喷墨打印图案尺寸图。

图 5 为边缘检测算子处理过的量子点墨水喷墨打印图案。

具体实施方式

接下来的部分，将借助本发明实施例的附图，对该实施例中的技术方案进行详尽而清晰地描述。需要明确说明的是，所述实施例仅代表本发明的一部分，而不是全部。

实施例（一）：对 Ag 墨水喷墨打印图案识别与检测

- （1） 首先，采用显微镜比如正置金相显微镜对 Ag 墨水喷墨打印的图案进行观测和捕获图像；
- （2） 接着，利用 Open CV 图像技术识别喷墨打印图案的图像，对图像进行灰度化处理。在对显微镜捕获的 Ag 墨水喷墨打印的图像进行处理时，进行灰度化，将彩色图像从 RGB（红、绿、蓝）颜色空间转换为单通道的灰度颜色空间。在 RGB 图像中，每个像素由红、绿、蓝三个通道组成；灰度图像只有一个通道，即表示为亮度。根据实践经验，本发明采用的是加权平均的方法进行灰度化，即灰度值= $0.299 \times \text{红色} + 0.587 \times \text{绿色} + 0.114 \times \text{蓝色}$ 。
- （3） 随后，对单通道的灰度图进行滤波处理，如高斯滤波等预处理方法，去除喷墨打印图像中的高频噪声部分。本发明案例使用的方法是高斯滤波，主

要目的是去除图像中的噪声,平滑图像。这种滤波方法是基于高斯函数的,通过将图像中每个像素的值与周围像素的值进行加权平均,去除高频噪声,使图像更加平滑。

- (4) 接下来,使用自适应阈值二值化方法处理预处理后的灰度化图像。自适应阈值二值化允许在图像的不同区域使用不同的阈值,以适应图像的局部变化,通常在处理光照变化较大的图像时表现得更好。
- (5) 再采用边缘检测算子来提取经过初步处理的 Ag 墨水喷墨打印图案的图像边缘。这里使用 Laplacian 算子去处理二值化后的图像,分辨出 Ag 墨水喷墨打印图像的图像边缘,如图 3 所示。
- (6) 在此基础上,利用 Hough 算法等进行图形识别,得到图案的中心和相关长度信息。本实施例是检测 Ag 墨水喷墨打印后的圆形图案。首先,得到图案的圆心和上面检测所得的图案的边缘,接着计算圆心到边缘各点的距离,求出平均长度作为平均半径,并将其显示在图像上。
- (7) 最后,用识别出的图像边缘对应的像素坐标与图像实际的尺寸标定,明确像素坐标对应实际长度,实现像素测量值与实际测量值之间的转化,将像素单位转换为尺寸单位,比如微米等。这样就可以实现 Ag 墨水喷墨打印图像上的每个打印图案的同时检测,如图 4 所示。

以上对本发明所提供的基于喷墨打印图像边缘检测的方法进行了详细介绍,本文中应用具体个例对本发明的原理及实施方式进行了阐述。以上实施例的说明只是用于帮助理解本发明的方法及其核心思想。同时,对于本领域的一般技术人员,依据本发明的思想,在具体实施方式及应用范围上均会有改变之处。综上所述,本说明书内容不应理解为对本发明的限制。

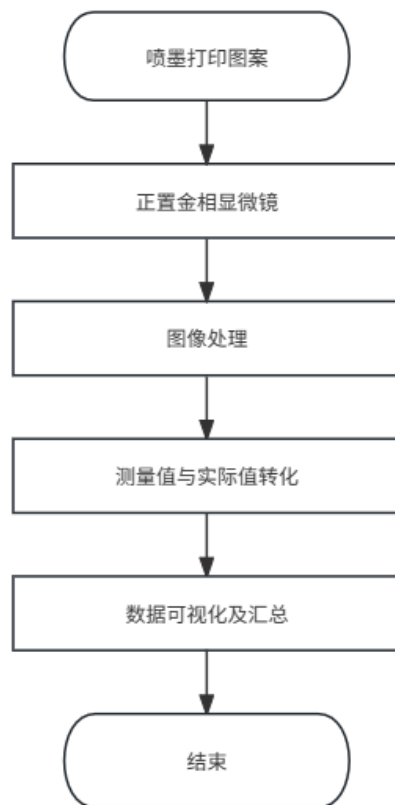


图 1

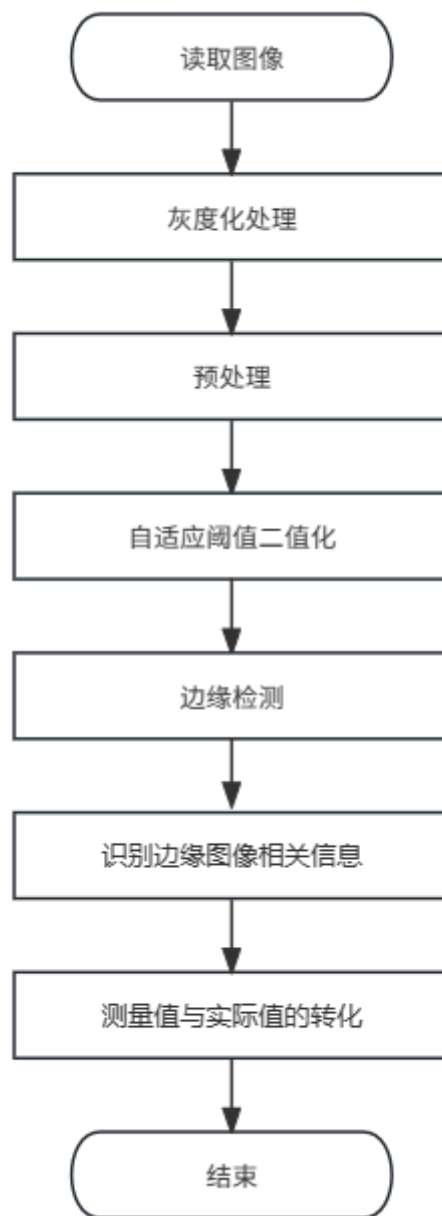


图 2

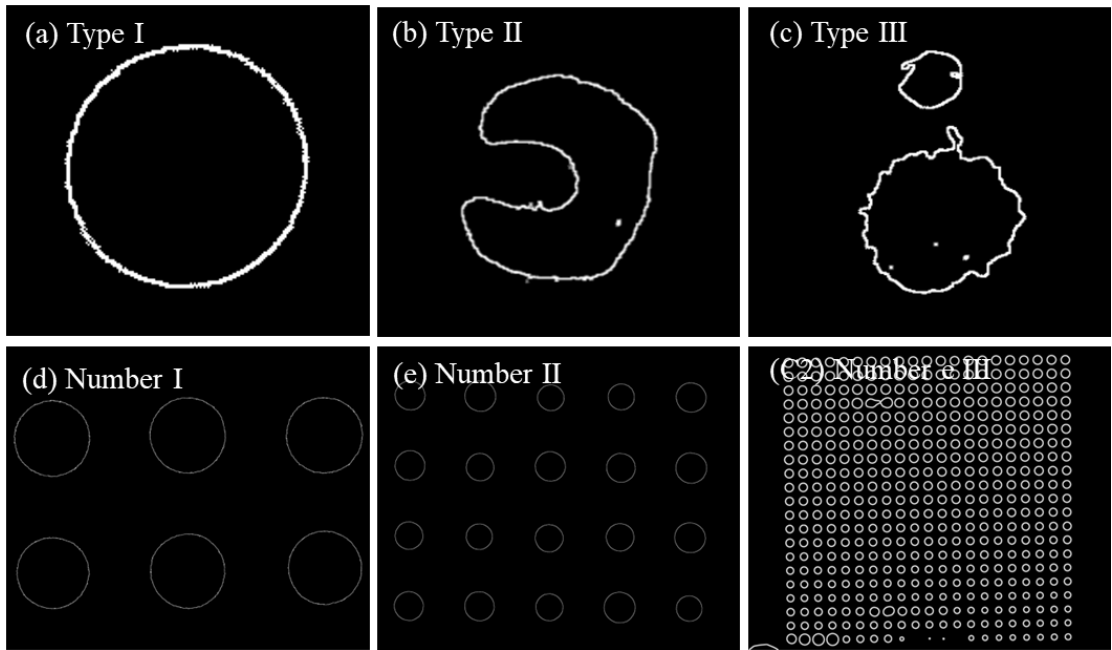


图 3

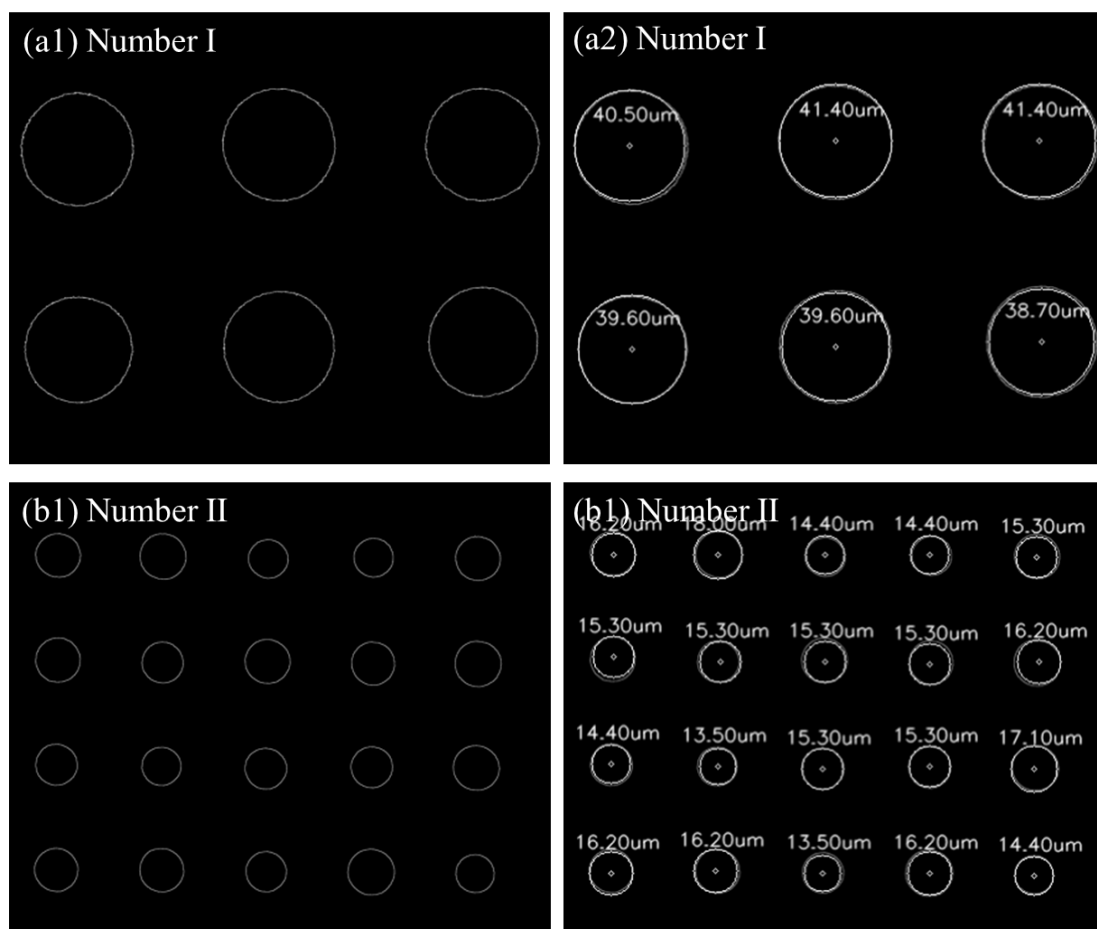


图 4

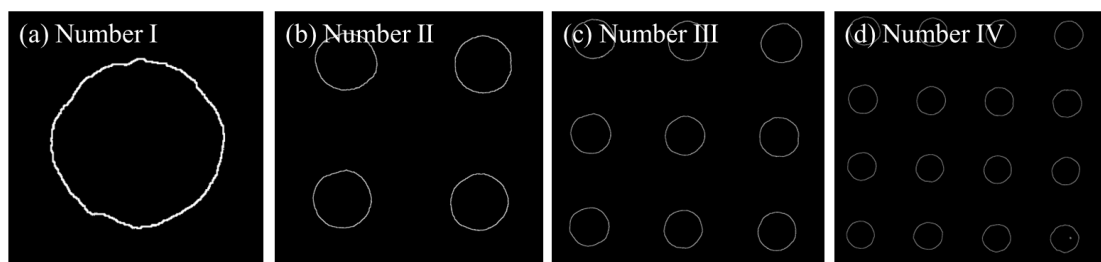


图 5