

多相机系统

利用多台相机高速检测小零件

使用集成到单一系统中的多台相机，实现小零件的全方位检测。

文/ Mario Regazzoni; UTPVision公司

为虽然诸如垫圈、螺钉和橡胶垫等小零件的质量可以由人工检查，但这是一项枯燥乏味、且耗时的重复性劳动。而且，这种检查也会因为人眼疲劳而出现错误，同时人工检查也不能高速完成，因此这样的检查任务更适合让机器视觉系统去完成。

机器视觉系统除了能更快地执行这样的检查任务之外，还可以对每个零件的多个方位成像，从而确保零件的所有部分都制造正确。为了实现这一点，机器视觉系统需要部署多个成像站点来完成这项任务，这些成像站点通常会采用不同的照明光源、相机系统和镜头产品。

UTPVision 公司开发出了一套基于旋转台的检测系统来执行这项任务（见图 1）。在操作中，零件通过一个振动碗加载到旋转台上，随后零件在旋转台上旋转经过多个成像站点，以检测其顶部缺陷、底部缺陷、内部缺陷和内部缺陷。该系统使用多个视觉检测站点对小零件进行全方位的检查，如检查垫圈、螺钉和橡胶垫等产品。

尺寸和表面

当振动碗给料器（VBF）将小零件加载到系统的旋转台上后，系统旋转，将零件送入到成像站点（见图 2）。在每个零件旋转时，使用基恩士公司

的一个激光位移传感器测量零件的高度，并在经过设定的时间延迟后，触发第一个成像检查站的相机。在这里，检查零件的尺寸。

在第一个成像检查站点，在旋转台上方安装了一台来自 Allied Vision 公司的 Manta G-504 GigE 相机，该相机采用 2/3 英寸 2452 × 2056 CCD 传感器，配备 Opto Engineering 公司的远心镜头。该相机捕获零件的彩色图像，并将图像通过相机的 GigE 接口传送到系统的主机 PC 中。

接下来，零件被旋转台带到第二个成像检查站点，在这里相机将捕获零件上表面的图像。第二个成像站点同样安装了一台 Manta G-504 GigE 相机，其配备的是 Computar 公司的 35mm 镜头。为了对弯曲表面（常常是高反射的镜面）精确成像，此处采用的照明光源是圆顶灯，安装在接近正被成像零件的上方，以便清晰显示出零件的角度、纹理或形貌特征。

不同的颜色

由于被检查的不同零件所反射和/或吸收的波长可能不同，因此，该系统中使用的定制圆顶灯包括红光 LED 和绿光 LED。当零件进入成像检查站点后，随即接受红色光源和绿色光源的漫射照明。



图1：为了开发一套机器视觉系统用于检查垫圈、螺钉和橡胶垫等小零件，UTPVision公司使用了一个配有三个视觉站点的旋转台。

通过这种方式，用红光照亮零件，将反射红色的颜色表面特征，相对绿色的颜色表面特征将变暗。类似地，用绿光照亮零件，将反射绿色的颜色表面特征，红色的颜色表面特征将变暗。当零件被照亮后，分别在两种不同光源的照射下，各自拍摄一幅图像，然后将这两幅图像组合，并通过相机的 GigE 接口传送到系统的主机 PC 中。

另外，该系统还在旋转盘的下方部署了一个相同的成像站点，用于捕获零件底部表面特征的图像，然后传送到主机 PC 中。

零件内部

除了捕获零件的高度信息、顶部和底部表面特征之外，通常需要捕获零件的外表面和内表面的特征。例如，

在检查橡胶圈的案例中，必须分析零件外表面上的分型线，以及在零件内表面上可能出现的任何缺陷。

尽管使用专用的环外侧镜头和折反射环外侧镜头，可以减少执行此任务的相机和镜头的数量，但在一些情况下，这种镜头可达到的分辨率并不足以满足应用对细节的要求。在这种情况下，则需要采用多相机/镜头解决方案。

为了在基于旋转台的检查系统中完成零件的内外侧表面检查任务，UTPVision 公司开发了一套专用的成像系统，其使用 12 台相机来完成这项任务。当零件旋转到该成像系统下时，系统触发 6 台相机对零件的外表面成像；这 6 台相机均配备索尼的 1600×1200 CCD 传感器，与水平方向成 60° 角安装。与此同时，另外 6 台配备索尼 1600×1200 CCD 传感器的相机也被触发，用于捕获零件内表面的图像；这 6 台相机与垂直方向成 45° 角安装。随后，由这 12 台相机捕获的图像通过 GigE 接口传送到系统的主机 PC 中。

当图像被系统捕获时，它们被显示在平板监视器的图形用户界面上（见图 3）。这个界面是使用 GTK+ 编写的，允许用户清晰地看到（从上到下顺时针）零件的尺寸、表面特征、外边缘特征和内表面特征。因此，操作者能在系统处理图像时，看到各个成像站点捕获的图像情况。

在检查橡胶圈的案例中，必须分析零件外表面上的分型线，以及在零件内表面上可能出现的任何缺陷。

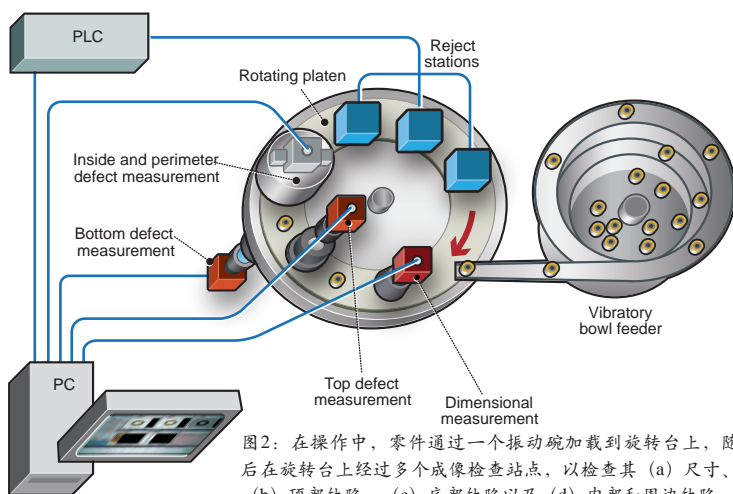


图2：在操作中，零件通过一个振动碗加载到旋转台上，随后在旋转台上经过多个成像检查站点，以检查其 (a) 尺寸、(b) 顶部缺陷、(c) 底部缺陷以及 (d) 内部和周边缺陷。

监督式学习

该系统并没有使用诸如特征分析等标准的图像处理算法，来检测特定特征以及每个零件的颜色缺陷，而是使用了一种基于 C/C++ 库的人工智能软件——Retina，其由 UTPVision 公司的一个部门 Squeezebrains 开发。

与无监督式或半监督式学习算法不同，Retina 使用专有算法分析图像，需要操作员使用一组图像培训系统。因此需要配置参数，参数就是用于培训的图像。在这种监督式学习系统中，算法使用输入变量（此处为图像）和输出变量（通过或失败）来学习从输入到输出的映射函数。

在该系统中，Retina 软件用于处理来自各个机器视觉站点捕获的所有图像。这消除了任何图像预处理阶段，比如用于保持图像所有信息的图像阈值处理。

为了培训该系统，培训过程需要使用的零件数量，取决于被检查零件的可变性。对于简单的零件，培训过程大约只需要 5 个零件；对于更复杂

的零件，则培训过程所需的零件数量可能更多。典型情况下，首先要捕获一个对象的大约 100 幅图像。然后对合格和不合格的零件成像，操作者将其输入系统，对系统进行培训。一旦培训完成，将其他零件呈现给系统，并且系统向操作者查询关于部件的状况，以加强监督式机器学习。

零件被分类后，它们将围绕旋转台旋转。为了根据缺陷对零件分类，一个与系统主机相连的 PLC，触发 Festo 公司的吹气阀，从而将零件分别放置到不同的箱子中。通过以不同的方式配置系统，零件可以按照“合格”和“不合格”分类，或者也可以根据检测到的缺陷类型，将零件分别放置到不同的箱子中。在很多情况下，在分类之后，有缺陷

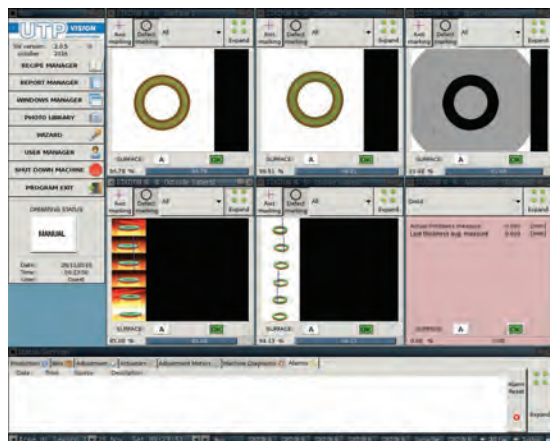


图3：在该系统的设计中，UTPVision 公司利用 Retina 库，用监督式学习来分析图像。有了这个用户图形界面，操作者看到（从顶部到底部）零件的尺寸、表面特性、外边缘和内表面。

的零件可以被再循环或重新生产。

到目前为止，UTPVision 公司已经在欧洲、韩国、中国和美国部署了若干这样的系统。作为 UTPVision 公司的一个部门，Squeezebrains 还为 OEM 提供 Retina 软件，开发机器视觉系统。☐