

工业解决方案

3D 视觉和工业机器人相结合 完成水果贴标

文/Ross Horrigan, Loop Technology公司软件经理

对于许多新鲜农产品批发商和超市而言，贴价格和促销标签占据了大量的人工劳动和大量费用支出。因此，许多用于为水果（如苹果和桔子）贴标签的大批量生产线已经实现自动化运营很多年。

但是，对于小批量产品，例如石榴或瓜类，情况则有所不同。到目前为止，这类产品外形的多样性以及处理它们的复杂性，导致目前这些产品仍然由人工贴标签，随后再进行重包装。

最近，英国 Loop Technology 公司开发出了一种基于视觉的、适应性强的机器人系统，其能够自动为这类产品贴标签。该系统使用 3D 相机识别在单元格内移动的产品、打印不同形状和不同尺寸的标签，并使用一对工业机器人将标签贴到产品表面的特定位置上（见图 1）。

输送机上的产品包装箱首先经过视觉工作站，在这里将对目标水果进行识别。随后根据水果种类打印标签，将浪费降到最低程度，然后机器人优化标签的取放，以实现有效运行。两台机器人协作配合，将单个或多个标签贴到水果上。

系统架构

自动贴标系统由戴尔公司的一台 PC 机控制，该 PC 机配有 Intel Core



图1: 利用3D 飞行时间相机, Loop Technology公司开发出了一套基于视觉的机器人产品贴标系统, 实现产品的自动贴标。

i7 处理器, 运行人机界面 (HMI)、机器视觉和机器序列软件。该 PC 机与德国 Beckhoff 公司的 CX 系列嵌入式 PC 联接, 提供系统实时控制; 德国 Pilz 公司的 PLC 用于监控机器人单元周围关键元件的状态, 例如急停按钮和门锁单元进入机制。

一旦水果容器送入自动贴标系统, 在 Beckhoff 公司的 CX 系列嵌入式 PC 的控制下, 它们从辊筒输送机移动到驱动传送带上。随后, 产品箱进入视觉工作站中, 在那里, 新加坡 Creative 公司的 Senz3D 飞行时间相机, 利用调制红外光源对产品进行照明, 并捕获反射光。相机数据通过 USB 2.0 接口传输到多核 PC, PC 对飞行时间数据进行分析, 产生产品箱

和下方传送带的 3D 点云。

3D 数据至关重要, 它用于使系统软件得以确定产品表面上的点, 让机器人知道应该在何处贴标签, 但是高通、低通和缩放滤波器也用于由相机捕获的三维数据, 以产生二维灰度图像。然后, PC 上运行的美国康耐视公司的 VisionPro 软件对图像进行分段, 将在相机视场下经过的各种类型的新鲜产品区分开来再识别。

当物体移动通过该系统时, 图像数据也用于产生物体的定位信息。要做到这一点, 从图像数据中提取各目标的点云数据, 并使用 Loop Technology 公司开发的三维校准算法处理。这为每个物体提供了真实世界坐标系下的三维表面数据。然后对表

面数据进行分析，用户定义的目标参数用于计算三维空间中产品表面上的点，以及与其垂直的矢量，在该处机器人应当贴标签。

Loop Technology 公司的定制机器人通信软件，允许目标数据在 PC 和一对机器人控制器之间传输。这些方式控制德国 Kuka 公司的两台 KR6 R900 Agilus 机器人，将标签贴在水果表面上的任何预定位置。机器人控制器通过使用两台编码器，跟踪输送带移动，从而使得贴标无需延缓整个流程。

3D分析

通过使用英特尔支持的感知计算技术，Senz3D 主要是针对手势识别应用。这样，基于相机的系统对手、脸，以及此应用中的瓜类表面反应良好。然而，感知计算是基于场景中的相对变化，而机器人定位需要真实世界坐标系中的精确三维数据。

因此，通过相机获得的深度数据不是立即有用的，因为数据不是在真实世界坐标系中，因此不能用于定位机器人。使该问题更复杂的，是透镜畸变和飞行失真（图像外围的物体显得更远）效应开始发挥作用，当直接呈现时场景具有翘曲曲率。

为了克服上述问题，Loop Technology 公司采用由精密加工的块构建的 3D 棋盘，开发了 3D 校准程序。使用已知的块宽度、高度和深度，可以对原始数据中的各种失真计算出修正变换，并在笛卡尔空间产生新的点云。

水果的缺陷也会导致错误，使得裂痕和峰值出现在并不存在的地方。为了消除这种情况，在计算机器的位置前采用表面映射算法，以平滑这



图2：当一盒农产品在机器人的操作范围内时，气动驱动的末端执行器从两台标签打印机挑出标签，并贴到产品表面上。

些缺陷，并为机器人建立可靠的目标位置。

表示产品上一张或多张标签需要贴放的位置的三维坐标，通过以太网接口传送到机器人控制器。当一盒农产品在机器人的操作范围内时，机器人臂端部的两台气动驱动末端执行器，从两台标签打印机挑出标签，并贴到产品表面（见图2）。完全标记好

的产品随后经辊式输送机离开。

训练方法

该机器能够标记多样化的产品。虽然有许多工业贴标机已经能够提供更快的吞吐量，但是它们的应用只局限于特定的产品类型。Loop Technology 公司的机器可以通过触摸按钮选择，就可以切换成面向不同的

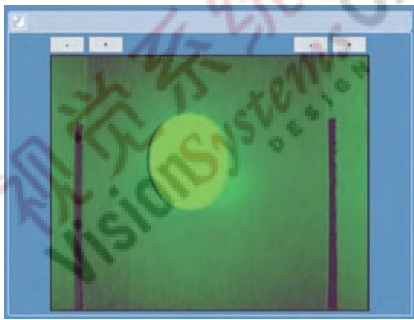


图3: 一旦输送机上的产品图像已经由相机捕获, 用户可以设置深度阈值, 以便样品从传送带和任何包装中清晰地突出。经过这样的流程, 系统被训练来识别产品。

产品, 如从为鳄梨贴标切换到为西瓜贴标, 因此是面向低产量和季节性水果的理想选择。

用户看不见该系统的复杂性, 接触到的只是简单的软件界面, 可用于训练系统来识别新产品。使用基于浏览器的设置界面, 甚至当机器在操作过程中, 一个新产品也可以加入到可被识别的产品列表中。训练要求单独的样品放置在输送机上, 并由相机成像。

一旦图像被捕获后, 用户可以设置深度阈值, 以便样品从传送带和任何包装中清晰地突出, 之后系统自动训练来识别产品 (见图 3)。要做到这一点, 用 Blob 分析算法识别包含样



图4: 编程界面让用户可以创建一组工艺流程, 确定要识别的产品类型, 所需的标签种类和尺寸, 以及需要粘帖到产品上的何处。

品的点云区域。然后, 该数据被分析和量化, 以产生独特的产品数据集。

设置界面还允许用户创建可以由机器人末端执行器贴在产品上的标签的类型和尺寸库。此外, 标签的图像可以导入到该系统, 以使得操作人员能够在系统显示器上看到标签的特性。

需要贴到产品上的标签数量和位置, 也经由软件设置接口控制。虽然标签通常贴到产品的中心, 但是多张标签的位置可以稍加移动。为确定所选择的标签的位置, 拖放界面允许选择标签, 并拖拽到屏幕上产品模型的

表面, 放在所需的位置处。

然后, 标签信息作为系统上该特定产品工艺流程的一部分被存储。每个单独的工艺流程确定什么类型的产品将被识别, 什么打印机应该用于粘帖标签到产品上, 以及用什么特定标签。产品上粘帖标签的位置和数量也可以定义 (见图 4)。

训练方式和目标识别不对产品的定位或外观进行任何假设。因此, 该系统不受包装的变化所影响, 如盒子的尺寸、盒子中产品的数目以及受损的盒子。④

上接第13页

很容易超过 PC 主机的处理能力。为了解决这个问题, CoaXPress 2.0 将会支持将相机数据分配到多台并联工作的 PC 的方案, 允许它们分担图像处理的工作压力。

3D成像

即将推出的 CoaXPress 2.0 标准, 还会扩展支持 3D 和多分部成像, 新标准紧随全球工业发展的潮流, 并且能够提升 3D 成像技术的应用。

发展路线

CoaXPress 2.0 标准多定义的新技术已经成形, 主要的 CoaXPress 厂家目前已经开始对其工程样品和原型产品进行评估和测试。这些评估和测试将持续到 2016 年, 并计划于 2016 年 11 月 8 日 -10 日举办的下一次斯图加特视觉展上发布这些 CoaXPress 兼容产品。

Euresys对CoaXPress的支持

Euresys 自 2014 年 7 月以来已经

发布四款 CoaXPress 采集卡产品。最新发布型号为 Coaxlink Quad G3, 带有四路 CXP-6 (6.25 Gbps) 连接并支持 PCIe x4 Gen 3 总线。它能够持续在 3.3 GBytes/s 的传输率下工作。该采集卡可以使客户充分发掘当前最高速、最高分辨率相机的优势。

作为 AIA、EMVA 和 JIA 的成员, 同时也是 CoaXPress 团队的活跃成员, Euresys 目前正在积极致力于 CoaXPress 2.0 的开发。④