Jan/ Feb 2016

ISSN 2412-6934

视觉系统设计

Vision Systems China

DESIGN

智能相机高速检测饮料瓶包装 7

为web检测应用选择合适的线阵相机 14

一切从视频接口开始 20



视觉系统用于发动机在线检测

17

扫一扫 免费下载电子书

ACT

PennWell®

www.vision-systems-china.com

视觉系统设计

Vision Systems China

DESIGN

《Vision Systems Design》杂志是美国领先的媒体品牌，主要致力于报道机器视觉及影像处理系统领域的内容。其深度的技术杂志、投稿邮件投递的电子快报以及网站内容，每月为全球143个国家的超过94,000名工程师和设计专家提供最新报道，是同类媒体中的佼佼者。《Vision System Design》杂志是机器视觉与自动化解决方案领域非常受欢迎的一本杂志。

《视觉系统设计》在内容方面将以《Vision System Design》为蓝本，同时增加中国机器视觉领域的相关报道，为读者提供机器视觉及影像处理系统领域的技术、设计、应用和市场等诸多方面的最新发展状况，欢迎该领域内的广大厂商积极参与，踊跃投稿及宣传。《视觉系统设计》的权威性内容是视觉及相关应用领域使用者所关注。

免费索阅



www.vision-systems-china.com

ACT

免编程全功能机器视觉软件
可连接各种工控设备、PLC和机器人



让机器视觉更简单，提供业界标准



www.ckvision.net

Kvision
创 科 视 觉
深圳市创科自动化控制技术有限公司
地址：深圳市宝安区福永镇福永大道南侧莱福大厦4F
Tel: 0755-33938281 33938283 Fax: 0755-33938285
Email: info@ckvision.net szcktech@163.com



视觉系统设计
Vision Systems China
DESIGN

Jan/Feb 2016

目录 CONTENTS

技术趋势

7 工业检测
智能相机高速检测饮料瓶包装

9 工业自动化
自动化分拣系统高速分拣废弃电池

10 3D测量
Ensenso N10 3D立体相机打造舒适的定制鞋垫

12 嵌入式成像
FPGA加速人群监控分析

14 线阵相机
为web检测应用选择合适的线阵相机

封面故事

17 发动机检测
视觉系统用于发动机在线检测

应用与解决方案

20 成像系统设计
一切从视频接口开始

22 高速视觉检测
高速视觉系统检测冲压端子

25 高速成像
高速成像系统用于子弹运动分析

29 三维传感
三维激光智能传感器正在悄然改变橡胶和轮胎行业

4 编者话
5 前沿简讯
31 产品撷英
33 广告索引

关于《视觉系统设计》

《Vision Systems Design》杂志是美国领先的媒体品牌，主要致力于报道机器视觉及影像处理系统领域的内容。其深度的技术杂志、投稿邮件投递的电子快报以及网站内容，每月为全球143个国家的超过94,000名工程师和设计专家提供最新报道，是同类媒体中的佼佼者。《Vision System Design》杂志是机器视觉与自动化解决方案领域非常受欢迎的一本杂志。

ACT传媒集团, 国内领先技术期刊出版商之一，获得独家授权出版Vision Systems Design中文版杂志，以函盖正在迅速发展的中国市场。在2015年将从3月开始。《视觉系统设计》杂志是以简体中文发行双月刊，通过邮寄免费发行到全国9,000多名专业读者，及通过电邮传送到约15000相关读者的电子邮箱内（VSDC内部统计）。此外《视觉系统设计》亦参加国内外相关展会, 面向专业读者免费派发，增加发行覆盖。

《视觉系统设计》在内容方面将以《Vision System Design》为蓝本，同时增加中国机器视觉领域的相关报道，为读者提供机器视觉及影像处理系统领域的技术、设计、应用和市场等诸多方面的最新发展状况，欢迎该领域内的广大厂商积极参与，踊跃投稿及宣传。《视觉系统设计》的权威性内容是视觉及相关应用领域用户所关注。请查询本刊专业网站：www.vision-systems-china.com。

About Vision Systems Design China

Vision System Design (VSD) is the leading integrated media brand focused on machine vision and image processing systems. Its in-depth magazine, convenient email newsletters and content-rich website are seen by more than 94,000 engineering and design professionals in 143 countries each month—more than any other vision-focused media provider delivers. It is a very popular media brand in the machine vision and automation solutions markets.

ACT International Media Group, one of the largest high-tech publishers in China, is authorized to publish the Chinese version to serve the technical professionals in the rapidly growing market in the region. VisionSystems Design China (VSDC) is published bi-monthly in Simplified Chinese, distributing control-free to 9,000 readers in printed copies and 15,000 readers through electronic versions (publisher's own data). In addition, VSD China willparticipate in major trade shows across China, offering bonus distributions to the industry.

Content of VSD China will be partially selected from VSD by our local editors;supplement by locally generated editorial comprises of industry submissions, news/newproducts as well as executive interviews. VSD China's authoritative content attracts buyers focused on vision for many different applications and industries.Please visit our relevant website, www.vision-systems-china.com.

Jan/Feb 2016

目录 CONTENTS

视觉系统设计
Vision Systems China
DESIGN

TECHNOLOGY TRENDS

7 Industrial Inspection
Smart cameras check bottles at high-speed

9 Embedded Imaging
FPGAs speed crowd monitoring analysis

10 3D Measurement
Ensenso N10 3D stereo camera helps to create a comfortable customized insole

12 Industrial Automation
Classification system sorts batteries at high speed

14 Line Scan Camera
Choosing a line scan camera for web inspection applications

COVER STORY

17 Engines Inspection
Vision system inspects engines in-line

APPLICATIONS & SOLUTIONS

20 Imaging Systems Design
Start With the Video Interface

22 High Speed Vision Inspection
High speed vision system inspects stamped terminals

25 High Speed Vision Inspection
High-speed vision system targets ballistics analysis

29 3D Sensing
How 3D Smart Sensors Are Changing The Rubber & Tire Industry

4 EDITOR'S NOTES
5 LEADING EDGE SNAPSHOTS
31 PRODUCTS HIGHLIGHT
33 AD INDEX



关于雅时国际商讯

雅时国际商讯(ACT) 成立于1998年，为高速增长的中国市场中广大高技术行业服务。ACT 通过它的一系列产品－包括杂志和网上出版物、培训、会议和活动－为跨国公司及中国企业架设了拓展中国市场的桥梁。 ACT 的产品包括十种技术杂志和相关的网站，以及各种会议，服务于半导体制造、化合物半导体、光伏/ 太阳能、机器视觉设计、电子制造、洁净及污染控制、激光/ 光电子、LED技术、射频/ 微波, 电磁干扰与兼容等领域的十多万专业读者。 ACT 亦是若干世界领先技术出版社及展会的销售代表。 ACT 总部在香港，在北京、上海和深圳设有联络处。 www.actintl.com.hk

About ACT International Media Group

ACT International, established 1998, serves a wide range of high technology sectors in the high-growth China market. Through its range of products -- including magazines and online publishing, training, conferences and events -- ACT delivers proven access to the China market for international marketing companies and local enterprises. ACT's portfolio includes ten technical magazine titles and related websites plus a range of conferences serving more than 100,000 professional readers in fields of semiconductor manufacturing, compound semiconductor, PV/solar energy, vision system design, electronic manufacturing, contamination control, laser/photonics, LED technology, RF/microwave and Electromagnetic Compatibility. ACT International is also the sales representative for a number of world leading technical publishers and event organizers. ACT is headquartered in Hong Kong and operates liaison offices in Beijing, Shanghai and Shenzhen. www.actintl.com.hk

编者话
Editor's Notes

大规模生产与私人定制

说到大规模生产，我的脑海中想到的是那些昼夜不停歇的自动化生产线，数量巨大的同类产品在各条生产线间井然有序地鱼贯穿梭。机器视觉技术在自动化生产线中广泛应用，已经取代了原来由人工进行的简单枯燥的重复劳动，提高了工作准确性，确保电子产品、食品、饮料及机械制品等产品实现高效低成本生产。

在本期内容中，您可以了解到一些系统集成商正在使用的自动化方案，例如基于多台智能相机创建的饮料瓶外包装 360° 检测系统，每分钟能检测 900 瓶饮料；以彩色相机为核心实现的不同种类废旧电池分拣系统，每秒钟能分拣出 15 颗电池；由机器人控制的视觉系统，可以高速准确地检测装配到发动机上的零部件是否正确；采用多台相机的视觉检测系统确保电气端子的生产能够满足汽车行业的严苛要求……机器视觉技术应用于自动化生产、实现智能化制造的案例非常多，特别是在欧美市场。在当前中国大力发展制造业、追逐制造业升级、转型的大环境中，机器视觉技术将迎来更多的市场。

与大规模生产相对的是私人定制。说到私人定制，貌似多数人会先想到个人消费:量身定制的衣服、量脚定制的鞋子、根据脸部特征定制的眼镜、定制的旅行箱等等。未来，随着人们对生活品质的追求，私人定制将引领消费主流。那么生产这些产品的制造们，该如何把握?

当前制造业领域谈论最多的恐怕就是升级转型，怎么转？转向哪里？几家明朗几家迷茫。或许由过去的大规模生产转向定制化生产也是一个方向。比如本期内容中提到的利用 3D 立体相机对脚部进行精确测量，然后依此生产出合脚的鞋子，增加走路的舒适感；之前我们还报道过利用包含多台相机的 3D 人体扫描仪，能在几秒钟内创建人体的 3D 图像，为服装生产提供快速精确的测量，这些都显示出了视觉技术在定制化生产中所扮演的关键角色。现在，就连汽车都在搞定制化，想想未来还有什么不能定制。

因此，机器视觉技术不但在大规模生产中舞台广阔，其在定制化生产中也将大显身手。

新的一年已经开始了，《视觉系统设计》祝愿行业内的所有企业及同人们，2016 年更上一层楼！



中国总部 China Headoffice

视觉系统设计 Vision Systems China

ACT

出版社 Publishing House
地址 Address
雅时国际商讯 ACT International
香港九龙 Unit B, 13/F, Por Yen Building,
长沙湾青山道478号 No.478 Castle Peak Road,
百欣大厦 Cheung Sha Wan,
13楼B室 Kowloon, Hong Kong.
电话 852 2838 6298
传真 852 2838 2766

出版总监 Publishing Director
麦协林 Adonis Mak
电邮 adonism@actintl.com.hk
社长及副总裁 Publisher & VP of Sales Marketing
麦协和 Mark Mak
电邮 markm@actintl.com.hk
中国区总经理 General Manager - China
徐旭升 Michael Tsui
电邮 michaelt@actintl.com.hk
中文版主编 Editor - China
庞会荣 Rossie Pang
电邮 rossiep@actintl.com.hk

北京 Beijing
Tel 86 10 6748 4833
上海 Shanghai
Tel 86 21 6251 1200
深圳 Shenzhen
Tel 86 755 259 88571

免费赠阅咨询
电话 (86) 755 2598 8571
传真 (86) 755 2598 8567
电邮 subscription@actintl.com.hk
网址 www.vision-systems-china.com

美国办公室 US office

Vision Systems DESIGN PennWell

Alan Bergstein Group Publisher
(603) 891 9447 alanb@pennwell.com
Andrew Wilson Editor in Chief
(603) 891-9115 andyw@pennwell.com

PennWell
Vision Systems Design
61 Spit Brook Road, Suite 401 Nashua, NH 03060
Tel: (603) 891-0123; FAX: (603) 891-9328
www.vision-systems.com

Corporate Officers:
Robert F. Biolchini: Chairman
Frank T. Lauinger: Vice Chairman
Mark C. Wilmoth: President and Chief Executive Officer

Technology Group:
Christine A. Shaw: Senior Vice President / Group Publishing Director

© 2016 版权所有 翻印必究

前沿简讯 Leading Edge Snapshots

多相机系统帮助创造全景视频

为了校正视频全景图中的视差，瑞士迪斯尼研究实验室（Disney Research）联合加拿大 NorPix 公司创建了一个能用多台相机以 60fps 的帧率拍摄图像的系统。

要创建这样一个全景，Disney 团队需要将来自一个具有重叠视野的相机阵列的多个视图拼接在一起，但并没有精确定位。通常，当多个图像拼接在一起时，视频会出现模糊和失真。而且，需要校正视差和任何图像变形。

在该系统中，使用了 16 台不同的相机，并且 NorPix 公司使用其 SmallPix 2 便携式电脑和 StreamPix 软件，为多相机记录创建了一套系统。每台相机都与一台电脑相连，所有 9 台电脑通过安装在局域网中的一台远程电脑上的 StreamPix 远程软件控制。



该系统中使用的相机是加拿大 Lumenera 公司（www.lumenera.com）的 Lt425 相机。这些 USB 3.0 相机采用比利时 CMOSIS 公司（www.cmosis.com）的 400 万像素 CMOS 传感器，像素尺寸 5.5 μm。利用该系统，操作人员可以观察到来自每台相机的生动画面。

来自相机的未压缩图像，以超过 240MBps 或 1.92Gbps 的速率传输到固态硬盘中，相机以高达 90fps 的帧率拍摄全分辨率图像。Disney 的研究团队指出，不需要特别精确地放置相机就能捕获全景图像，这证明了他们的方法的灵活性。

自主式机器人监控商店中的商品状态

美国 Simbe Robotics 公司引入了一款名为 Tally 的自主式视觉引导的机器人，其用于巡视杂货店或其他实体零售店中的货架，随后做货架审计分析。该系统设计用于捕获、报告和分析商品的状态和可用性，并帮助管理者确保商店货架的优化部署——将产品放置在最理想的位置，促使销售额最大化。

Tally 配备有多个传感器，这使它能够自己操作，同时捕获商店中的商品状态信息。随后，由机器人捕获的数据被安全地发送到云端进行处理和分析。

“在零售行业，购物者体验就是一切。如果一个产品无法使用，那么零售商不但已经错过了一次机会，并且还会使顾客感到失望，”Simbe Robotics 公司首席执行官兼联合创始人 Brad Bogolea 说道，“Tally 通过对商店内的商品状态提供更加精确和更加及时的分析，使员工能够解放出来更加专注于客户服务，因此帮助零售商解决了这些挑战。”



除了其传感器系统外，Tally 还配备了一个充电座，它可以自主导航充电，以连续运行。Tally 身高约 1 米，体重约 30 磅，目前多家北美零售商正在试用。

研究人员开发出廉价的高光谱相机

由美国华盛顿大学和微软研究院组成的一个研究团队，开发出了一种经济实惠的高光谱相机HyperCam，其使用可见光和近红外波段。

HyperCam价格约800美元，其基于加拿大Point Grey公司的FL3-U3-13Y3M-C USB 3.0相机。该相机采用安森美半导体的130万像素VITA1300 CMOS图像传感器，可以实现高达150fps的帧率，敏感波段位于350~1080nm，在560nm具有峰值量子效率。HyperCam使用17个不同的光谱带，这些光谱带是利用现成的窄带LED配置成环形来创建的。这些LED的波长位于450~990nm，用以覆盖相机的灵敏度范围。

如果某个特定应用需要HyperCam的所有17个不同频带，相机的有效帧率为9fps（150/17）。环形排列中的每个LED具有不同的照明方向和路径，这会导致不同波长的非均匀眩光和阴影。研究团队通过使用积分半球扩散光、并尽量减少非定向均匀性对此进行了补偿。

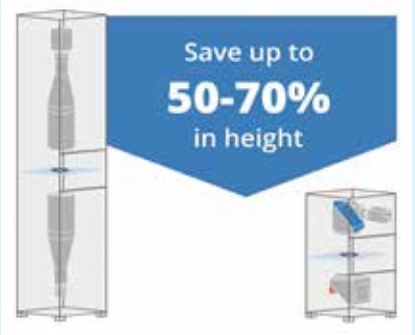
在初步测试中，研究人员已经证明HyperCam如何能用于生物识别应用，如能以99%的准确度区分25个用户的手掌图像。在另一项测试中，该团队拍摄了10种不同水果的高光谱图像，包括草莓、芒果、鳄梨等。通过捕获的图像，能以94%的准确度



预测这些果实的相对成熟度，而使用标准RGB相机时的预测准确度仅为64%。

Opto Engineering公司创新的紧凑型远心镜头解决方案

相比于普通镜头和平行背景光，近期市场上出现了大量远心镜头产品。为了提高视觉设备准确度，就必须在设备的简洁性和紧凑性方面做出权衡。体积较大的系统不仅需要更多的空间，而且在材料用量、运输等方面的成本都将增加，因此产品体积也是影响客户购买的一个重要因素。



机器视觉市场需要体积小巧的、能提供极佳光学效果的远心镜头解决方案，Opto Engineering公司（www.opto-e.cn）的CORE系列远心镜头，可谓应运而生。

CORE系列是由远心镜头及光源构成的组合产品，可以在极其狭窄的空间表现出良好的光学性能。由于OPTO特殊的机械设计，相比于市场上的其他解决方案，CORE系列产品在高度方面最大可缩减70%，目前OPTO正在为这项设计在全球申请专利。



CORE光学系统独特的外形专为最大限度地灵活安装而研制，它可以直接安装在表面的几个方向，进而能很容易地整合到已有系统中。它甚至可以不用架子固定，因此能近一步降低成本。CORE光学系统可以安装在紧凑的精密测量设备上，同时也能在一定程度上节省运输和存储等成本。

工业检测

智能相机高速检测饮料瓶包装

文/James Carroll

在今天的制造环境中，产品的生产过程越来越高速，饮料行业尤其如此：饮料瓶的填充、加盖以及检查都越来越高速。瓶盖检测、防盗环和印刷日期代码都必须快速完成，以满足生产需求。必须要设计专门的系统来执行这些任务，以保证饮料瓶的清洗和消毒可以迅速完成。

EPIC Systems（www.epicmachinevision.com）公司受一家软饮料制造商的委托正在发一套系统，用于检测 6 盎司的果汁塑料瓶，要求检测速度达到 900 个 / 每分钟。



图1：EPIC Syestems公司已经开发出了一套系统用于检测6盎司的塑料果汁瓶，检测速度可达900个/每分钟。

该饮料瓶检测系统置于饮料填充机和压盖机之后。该检测系统用于确保瓶盖位置正确、执行防盗环验证、并检查瓶盖顶部是否印有日期代码。为了执行此任务，EPIC Systems 公司的视觉系统采用了三台康耐视（www.cognex.com）In-Sight5600 智能相机，每台相机用于捕获饮料瓶外表面 120° 幅面的图像。

在 EPIC Syestems 公司的系统中，三台 In-Sight 5600 智能相机装配了 Fujifilm 公司 (www.fujifilmusa.com) 的焦距为 16mm 的 Fujinon 镜头。这三台相机被放置在距离果汁瓶大约 8 英寸的地方，果汁瓶沿着 4 英寸宽的传送带移动。另外用一台 In-Sight 5600 智能相机拍摄瓶盖顶部的图像，并采用 Smart Vision Lights 公司 (www.smartvisionlights.com) 的 DLPW 300mm × 300mm 平顶灯照明。所有这四台相机均通过以太网接口与 Allen-Bradley 公司 (www.ab.rockwellautomation.com) 的 Control Logix PLC 相连。

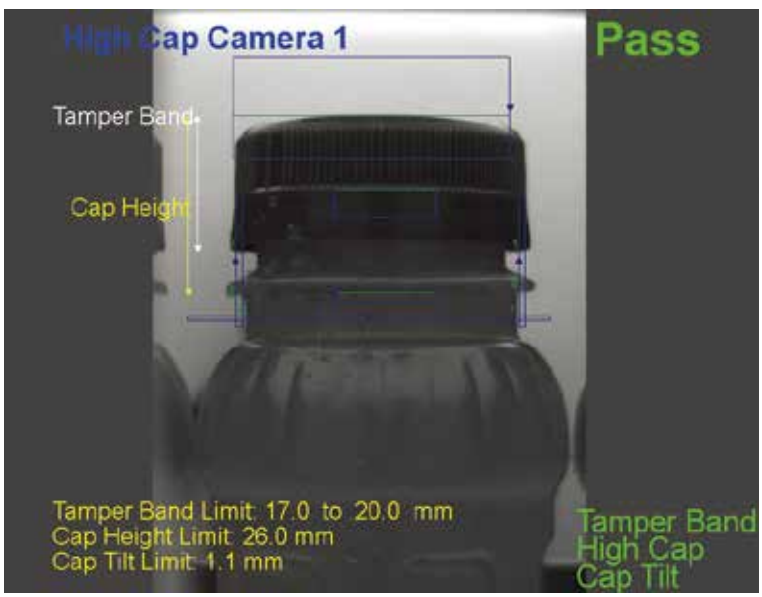


图2：测量盖肩到防盗环的距离、测量瓶盖高度以及最终确定瓶盖高度，都是用康耐视的In-Sight Explorer软件完成的。

为了确保对瓶子进行清洗和消毒，每台相机均安装在 Allison Park Group 公司（www.apgvision.com）提供的一个坚固外壳中。同样，DLPW 300mm × 300mm 平顶灯也被封闭在一个不锈钢外壳中，使它们能够承受冲洗过程所要求的苛刻环境。

“在视觉系统的设计中，当果汁瓶通过检测站的时候，必须要对瓶子的侧面和顶部施以均匀的照明，”EPIC Systems 公司项目经理 Chris Walker 说，“我们并没有在三台相机的周围采用 LED 来照亮果汁瓶的两侧，而是分别在每台相机的对面放置了简单的白色背向反射镜。反射镜反射来自平顶照明器的光，并从背向照亮果汁瓶。另外，光间接照亮果汁瓶的前部，从而能够实现精确的

防盗环检查测量。因此，单一光源被用来产生一个顶部间接照明、间接前向照明和来自反射镜的背光，用来区分果汁瓶的外边缘特性。”

当果汁瓶以 900 瓶 / 分钟的速度沿输送带移动时，一个增量式编码器对瓶子进行跟踪。编码器被安装到传送带轴上，并与 PLC 连接。另有一个光学开关与 PLC 相连，用于触发每台相机，并在 150μs 的曝光时间内拍摄图像。Walker 和他的同事们使用康耐视的 In-Sight Explorer 软件来分析瓶盖和防盗环是否被正确放置、瓶盖的顶部是否印刷有日期代码。

“为了检查瓶盖和防盗环是否被正确放置，”Walker 说，“必须要精确定位瓶子在图像视场中的位置。”为了做到这一点，首先使用边缘检测工具来确定瓶子的顶部和肩部的位置。一旦这两个位置被确定，系统将在图像中的瓶盖和防盗环周围自动设置感兴趣区域（ROI）。随后，可以测量从盖肩到防盗环的距离、测量瓶盖高度，并最终确定瓶盖高度。这些测量结果是从三台 In-Sight 5600 智能相机拍摄的所有图像中获得的，以对果汁瓶进行 360° 检查。

为了检查瓶子顶部是否存在打印的日期代码，首先对所拍摄的图像设定阈值，并使用形态运算符来扩大图像内的黑色像素。接下来，可以使用边缘检测器围绕文本设置一个 ROI，计算出边框内黑色像素的百分比。

“通过这种方式，”Walker 说，“瓶只检测系统可以判断是否瓶盖顶部已存在正确数量的油墨。”如果一个瓶盖、防盗环未通过此项检查，则 PLC 的输出将会触发来自 Filtec 公司（www.filtec.com）的气动剔除装置，其将瓶子从传送带上剔除。

为了让操作员看到拍摄的图像，该系统使用了 Allen-Bradley 公司的 PanelView 图形终端，该终端与 Control Logix PLC 相连。通过运行康耐视的 Vision View 软件与 Allen-Bradley 公司的 Factory Talk View 软件，允许操作者能够看到图像、并通过单一的人机界面来控制系统。

EPIC Systems 公司已经针对各种不同类型和不同设计的瓶装和灌装产品线，安装了 100 余套这样的视觉检测系统。

METRON
METRON HONG KONG LIMITED
香港明创有限公司
敏腾视觉科技（深圳）有限公司

Allied Vision (AVT)、VC、美国国家仪器NI、Navitar、爱特蒙特Edmund Optics、TMS
全国总代理、系统设计集成
专注为中国客户挖掘、引进及供应世界领先的、顶尖的机器视觉产品，为客户提供
稳定快捷的供货和专业优质的服务！



Allied Vision
NAVITAR
TMS LITE

NATIONAL INSTRUMENTS

Edmund optics worldwide

联系我们：

香港明创有限公司
香港九龙新蒲岗大有街34号新科技广场1213室
电话：(852) 8203 2033 传真：(852) 8207 8034

敏腾视觉科技（深圳）有限公司
深圳市罗湖区嘉宾路20号爵士大厦13B20室
电话：(86-755) 2216 0593 传真：(86-755) 2216 0509

西安办事处
西安市未央区凤城二路7号天地时代广场B座715室
电话：(86-29) 8787 9793 传真：(86-29) 8535 2282

E-mail: sales@metronhk.com www.metronhk.com

工业自动化

自动化分拣系统高速分拣废弃电池

文/James Carroll

许多欧洲国家都要求消费者对垃圾进行分类，然后再运走处理。例如在瑞典，消费者将纸质、玻璃、有机废物和电器产品如电池等垃圾产品，分门别类放置到不同的垃圾桶中，这会让这些产品的回收利用更加容易。然而，电池产品因为种类不同，其使用的许多化合物也不同，因此在回收前必须对其实施进一步分类。

“过去，分类电池的任务是通过手工完成的。”瑞典 Mechatronics & Co-Owner at Refind Technologies（www.refind.se）的负责人 Farshid Harandi 说，“这是一项劳动密集型的工作，不但耗时，并且容易出错。”

为了实现电池分拣过程的自动化，Harandi 和他的同事们已经开发出了一套自动化分拣系统——OBS 600，该系统能够自动分拣碱性电池、镍氢电池、镍镉电池和锂离子电池。感兴趣的读者可以通过网址 www.refind.se/theobs 观看 OBS 600 系统的工作视频。经过分类后，这些电池可以被粉碎，其中所使用的化合物可以被回收。

然而在对电池进行分拣之前，系统必须要知道有哪些不同种类的电池。为此，Refind 开发出了一种独立的扫描器，其包含两个滚轴，需要人工将电池手动放置到滚轴上。当电池在扫描器中旋转时，利用 CCS America 公司（www.ccsamerica.com）的 100mm × 100mm 的平顶灯照明，并使用 Basler 公司（www.baslerweb.com）的两台彩色 GigE 相机拍摄电池的图像。

每个电池大约拍摄 200 幅图像，并将这些图像存储到主 PC 中。提取每幅图像的特征并将它们传送到一个神经网络，该神经网络用于识别特定的电池类型。

“此任务的计算量非常庞大，”Harandi 说，“这项任务是利用 PC 中的多个 NVDIA 图形处理器板卡来执行的。虽然扫描过程依然需要耗时的密集手工操作，但是一旦经过培训，该系统便可用于高速识别并分类电池。”

为了分拣类型和尺寸均未知的电池，首先将数百只电池装入 V 型料斗，借助重力的作用和适当的料斗形状设计，使得每次只有一只电池进入到视觉分拣系统中。

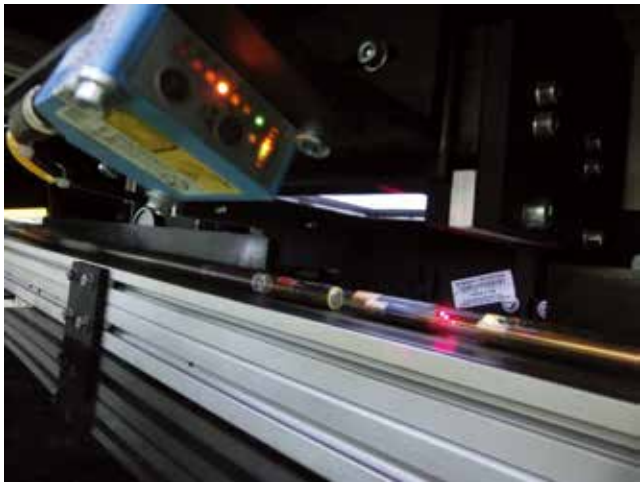


图1：Refind Technologies已经开发出了一套电池自动分拣系统——OBS 600，其能以每秒分拣15只电池的速度，自动分拣出不同种类的电池。

当电池沿传送带以每分钟 60 只的速度输运时，Sensopart 公司（www.sensopart.com）的一只激光传感器被触发，该激光传感器与 Smartek Vision 公司（www.smartekvision.com）的一只 IPSC2 LED 闪光灯控制器相连。接下来，该控制器将触发 CCS America 公司的 100mm × 100mm 平顶灯和 Basler 公司的一台彩色 GigE 相机，用于拍摄电池表面的图像。

“由于传送带以大约 1 m/s 的速度移动，”Harandi 说，“因此相机需要 80μs 的曝光时间。”图像被拍摄后，通过系统的千兆以太网接口传输到主机 PC。使用与电池扫描器相同的配置，随后将图像传送到神经网络、提取特征并对电池进行分类。”

当电池在传送带上移动、经过七个独立的气动致动器（Festo 公司提供，www.festo.com）时，在传送带上使用编码器，跟踪电池在传送带上的位置。一旦一只电池已经被分类，则一个与主机 PC 相连的 PLC，将会触发正确的致动器，将这只电池从传送带上吹送到特定的收集箱中。

该系统每秒钟能分拣 15 只电池，售价大约 23 万欧元，目前已经在欧洲和 Battery Solutions（www.batteryrecycling.com）投入使用。

3D测量

Ensenso N10 3D 立体相机打造舒适的定制鞋垫

文/深圳市碘像科技有限公司（IDS中国）

无论是医学专家还是理疗医师，他们都建议我们应该经常赤脚走路以促进脚部及全身的血液循环。然而，无论是在工作还是闲暇时间，这都难以实现。但是，我们至少能够让每个人都能穿上合脚的鞋子。IDS Ensenso N10 3D 立体相机能对脚部进行精确的 3D 测量，帮助打造舒适的定制鞋垫。

足部印模海绵由对身体健康无害的非弹性材料制成，是足矫形外科医师检测和分析足部畸形常用的工具之一。德国 Paromed 公司是一家有 20 多年历史，专业为现代足部配件制造提供健康、高质量及创新解决方案的公司。为了实现高效、精确的测量，从而给客户定制舒适的鞋子，Paromed 匠心独运的设计出足部印模系统，采用便携式设计，可装于箱中轻松搬运，取代了传统的固定测量方法。

Paromed 开发经理 Georg Näger 称：“一直以来，我们生产的是配备非移动式扫描仪的足部印模系统，但是为了满足个性化服务要求，实现移动式精确检测势在必行。”3D 扫描仪的出现拓展了该先进测量技术的应用范围，使该系统可广泛适用于矫形制鞋厂、门诊或医院。



图2：Paromed新开发的移动式解决方案，使用了IDS Ensenso 3D立体相机，实现集高性价比、简单易用、携带轻便三大优势于一身。

Georg Näger 补充道：“我们需要一款坚固耐用、高性价比、高分辨率的相机。经过多次测试，IDS Ensenso N10 相机的测试结果令我们十分满意，因此我们决定选用该款相机，并将其集成到 3D 全足扫描仪中。”

足部印模系统的问世让矫形鞋匠、医学专家和理疗医师在测量脚型时易如反掌。Paromed 生产的便携式 3D 扫描仪和 IDS 生产的 Ensenso N10 立体相机使我们从此可以远离足部问题。顾客穿上定制的鞋垫，不挤脚、不压脚，犹如赤足行走。

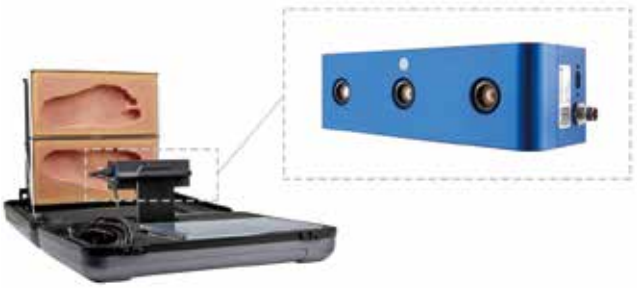


图1：Paromed“足部印模系统”，采用便携式设计，可装于箱中轻松搬运，取代了传统的固定测量方式。

如顾客需要自己测量脚型用于定制鞋垫，可赤脚在足部印模海绵上压出自己的脚型。当赤脚踩在海绵上时，印模海绵会立刻变形，完全贴合脚型，直观反映出脚部的生理特征。然后，IDS Ensenso N10 立体相机捕捉海

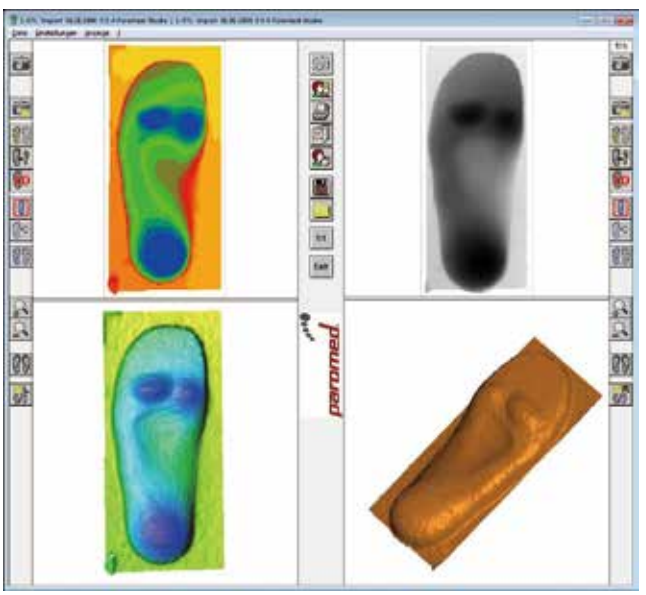


图3：IDS Ensenso N10 立体相机通过收集点云数据并处理，用于鞋垫塑形。



图4：IDS Ensenso N10 3D立体相机。

品名：Ensenso N10 立体 相机
接口类型：USB2.0，螺口式
防护等级：IP30
传感器：CMOS
分辨率：752×480，1/3 英寸 wide-VGA
快门：全局快门
尺寸：约 150mm×45mm×45mm
重量：约 400g
功耗：约 2.5W
相对孔径：1.8mm
焦距：3.6~16mm
工作距离：最长可达 2000mm，可变视野范围

绵盒内具有随机散斑纹理特点的图像，并通过全局匹配算法得到鞋印的3D点云数据。同时，定制鞋垫建模CAD系统会对该点云数据进行进一步处理。最后将这些处理过的数据用于坯件或3D打印机的鞋垫塑形。

配备USB 2.0接口的IDS Ensenso N10 3D立体相机的工作原理是基于“投射纹理立体视觉”技术。该款相机采用两个一体式CMOS传感器（全局快门；752×480像素）和一个可在捕获对象上投射随机光电图形的图像投影仪。这种技术的核心优势是：它还支持在多个相机之间的操作，而且能够捕捉几乎没有纹理特征的对象表面。该款相机使用紧凑坚固的铝合金外壳和一组用于触发输入/输出及闪光信号的带锁紧装置的GPIO连接器，是工业应用的理想之选。

同时，Paromed使用了IDS Imaging Development Systems提供的软件及驱动来捕捉和分析图像。Georg Näger说道：“因为我们需要将相机集成至多种应用场景，所以我们使用uEye API和Ensenso nxLib来集成相机。它和我们自己编写的代码完美兼容。IDS软件套装还有其他优点，如稳定、易用，我们可使用其源代码，而且还可对软件进行优化扩展。”



嵌入式成像

FPGA 加速人群监控分析

文/James Carroll

目前，大多数机场、市中心和商场都会采用安全监控系统，对这些场所中人们的行为进行监控。尽管如此，当潜在的威胁情况出现时，人工操作员必须要通过观看来自多台摄像机的资料来识别危险情况。但是由于回放这些存档的事件需要大量的操作人员，因此即便存在威胁的个人或团体被识别出来，通常也是为时已晚。

意识到这一点后，巴基斯坦高级工程研究中心（www.case.edu.pk）的 Shoab Khan 和 Muhammad Bilal 博士，已经为自主监控和群体行为监视开发出了一套基于 FPGA 的系统。通过他们的方法，当有异常事件发生时，该系统可以立即向中央控制站的操作员发出警报。

为了实现他们的人群运动分类和监控系统的设计，Khan 和 Bilal 使用光流法来跟踪一个跨越多帧的图像的特征。

为了实现这一目标，他们并没有使用流行的 Kanade-Lucas-Tomasi（KLT）算法，而是使用了一种模板匹配机制。按照 Kahn 的说法，这种模板匹配机制更加适用于低对比度或对比度变化的图像中的运动估计。

在 Microsoft Visual C ++ 环境下用 OpenCV 库开发，该模板匹配算法将图像帧划分成更小的矩形块，并使用基于加权绝对差之和（SWAD）的方法，对当前和先前的图像执行运动计算。随后，每个块可以用来产生两个连续图像之间的一个长度运动矢量和运动方向。

当对图像进行多个运动矢量计算后，统计的属性，如平均运动长度和主导方向将被确定。然后，这些值被用作加权决策树分类器的输入，以将运动划分到几个类别中的一类。

“举例来说，”Kahn 说，“如果运动速度很快，并且现场有突然变化的势头，那么它将被归类为一种可能的恐慌状态。”

因为该算法的计算量最大的部分是计算运动矢量，因此他们选择使用赛灵思公司（www.xilinx.com）的 Spartan-6-FPGA 来完成这项任务。使用赛灵思嵌入式开发套件（Xilinx Embedded Development Kit），专门建立了一个定制的视频通道，以便于在 FPGA 的板载 MicroBlaze 处理器的控制下，处理图像数据的输入输出。

为了加速运动矢量的计算，Khan 和 Bilal 开发了一种基于 FPGA 的硬件加速器，并利用赛灵思的 Vivado 高级综合软件将其合成到 RTL。这样一来，FPGA 便能够并行计算四个运动矢量。

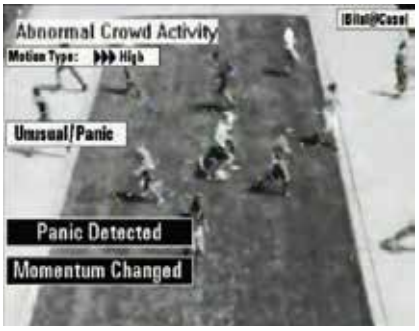


图1：通过使用加权绝对差之和（SWAD）对当前和以前的图像执行运动计算，可以自动标记图像序列以及向保安人员发出警报。

一旦计算出了整个图像的矢量，接下来 MicroBlaze 处理器会将这些矢量作为运动矢量栅格复制到主存储器中。

在 200MHz 工作频率下，完整图像中的所有矢量的数据传送和运算，耗时不足 10ms。随后，软件将计算这些矢量的统计特性和分类。

当分类完成后，分类结果和运动矢量将显示在处理过的画面上。感兴趣的读者可以到 http://bit.ly/1GJU5Ii 观看该系统的演示；还可通过 http://bit.ly/1Mfo5Mk 了解有关该系统的更多设计信息。

国产 7000 万像素工业镜头获用户肯定

2015 年下半年，深圳市卡提列光学技术有限公司应武汉一光电设备公司的委托，开始研制一批 7000 万像素的高端工业相机镜头，用于为日本某品牌的显微镜做配套。经过几个月的研制和生产，最近该批次的工业相机镜头已经交付客户使用。客户经过一段时间的使用后，对该工业相机镜头给予了充分肯定。


无惧挑战
巅峰读码
71860
01362
可靠的一维、二维和 DPM 代码读取性能
行业领先的成像技术
轻松与各种以太网工业协议集成
DataMan®固定式读码器具有行业领先的算法，并提供世界先进的读码技术，能够解码极具挑战性的直接部件标识（DPM）、二维代码和一维条码读取应用。康耐视专有的成像系统和独特的模块化工业通信使这些灵活的读码器能够在极度严苛的应用环境下解码各种尺寸、质量或标记方法的代码。
扫一扫 大开视界
官方微信，“码”上关注！
应用难题，迎C而解
康耐视视觉读码方案精选
info.cn@cognex.com
销售热线：400-008-1133
www.cognex.cn
COGNEX

线阵相机

为 web 检测应用选择合适的线阵相机

文/Andy Wilson

无论是用于钣金分析、食品检验还是 3D 成像，线阵相机均能提供多种不同的传感器、速度和接口选择。

不同于采用具有二维像素阵列传感器的面阵相机，线阵相机采用单行（如 2048 × 1）或多行（如 2048 × 2）像素，用于在“目标对象或相机进入镜头的视场”时捕获图像。在面阵相机中，可获得的分辨率受到像素尺寸和透镜分辨能力的限制。在线阵相机中，分辨率在水平方向被指定，因为在垂直方向上可获得的分辨率将取决于相机的时钟频率和 web 的速度。线阵相机更容易校正 DSNU、PRNU、镜头罩和失真，因为只需要进行一维校正，并且只需要一行的校准数据。然而，线阵相机需要更多的光，因为其曝光时间要比面阵相机短很多。因此，需要为线阵相机应用开发特定的高强度线光源。

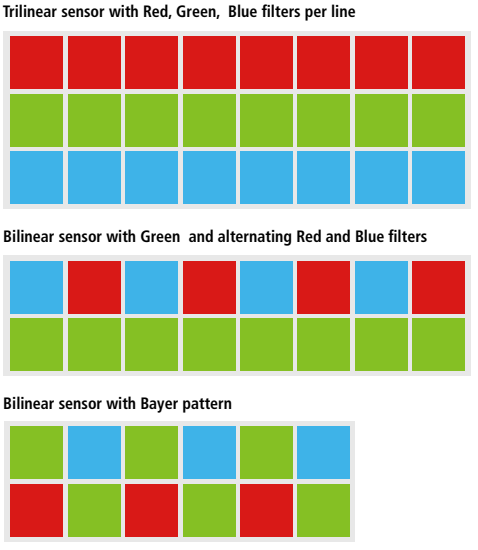


图1：线阵相机可提供黑白和彩色传感器配置。

图像传感器

线阵相机可提供黑白和彩色传感器配置（见图 1）。在单线（single-line）黑白线阵相机中，使用一个在 a x 1 配置中包含多个像素（如 2k）的线性传感器。为了从单线扫描成像器中获得彩色图像，在传感器中使用了一个线性 R-G-B-R-G-B 滤光器，从器件中依次读取的像素被组合在一起，进而生成一幅彩色图像。

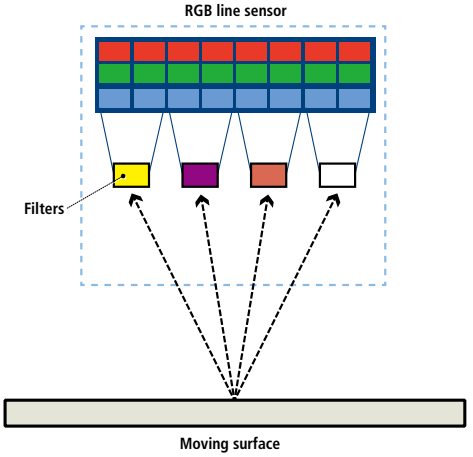


图2：三线传感器也可以用于构建多光谱线阵相机，例如德国Chromasens公司的truePIXA相机。通过在透镜的前面放置不同的滤光器，可以改变RGB线性传感器的光谱灵敏度。

当然，线阵相机供应商还有其他方法用于捕获彩色图像。例如，使用双线（dual-line）图像传感器可以复制 Bayer 图案，这也是德国 Basler 公司（www.baslerweb.com）的 sprint 系列线阵相机所采用的方法。凭借高达 140kHz（使用 2k 或 4k 双线图像传感器）或 70kHz（使用一个 8k 双线图像传感器）的线扫描速率，sprint 系列线阵相机可支持 Camera Link 接口。同样，比利时 Aphesa 公司（www.aphesa.com）的 FlEye 系列相机也采用了同样的方法，该系列相机采用的是德国 Awaiba 公司（www.awaiba.com）的线扫描传感器。

为了减少光谱串扰，许多彩色线阵相机在第一行使用 R-B-R-B-R-B 滤光器，在第二行使用绿光滤光器。加拿大 Teledyne DALSA 公司（www.teledynedalsa.com）的 8k 双线 Camera Link 线阵相机——Piranha P4-8k 采用的就是红光（R）和蓝光（B）通道相邻放置的方法，因为它们具有较少的光谱重叠。或者，也可以在每行像素都使用单个彩色 R、G 或 B 滤光器的情况下，使用一个三线传感器。Teledyne DALSA 公司的很多 Piranha 线阵相机都采用了三线传感器。

三线传感器也可以用于构建多光谱线阵相机，例如德国 Chromasens 公司（www.chromasens.de）的 truePIXA 相机。在其设计中，位于传感器前面的四个透镜，每个都将图像投影到 RGB 线性传感器的一个单独部分，并被定向以提供相同的视场（FOV）。通过在透镜的前面放置不同的滤光器，可以改变 RGB 线性传感器的光谱灵敏度（见图 2）。最近德国达姆施塔特工业大学的印刷科学技术研究所

评估了相机的性能。

为了在线阵相机中获得最佳的色彩再现，也可以使用三个独立的单色线性传感器。使用一个棱镜，可以将入射光分光到 RGB 元件，并被每个单独的图像传感器捕获。这是美国 JAI 公司（www.jai.com）在其 LQ-200 Camera Link 线阵相机中采取的方法。不同于使用三个图像传感器来捕获彩色图像，LQ-200 相机使用了安装在一个 RGB/NIR 分光棱镜上的四个 2048 x 1 线性传感器。R、G、B 和 NIR 光谱波段通过相同的光路被四个单独的传感器同时捕获。增加一个 NIR 传感器，可以使相机适用于水果和蔬菜分类等应用，因为相比于单独的彩色图像数据，此时捕获的图像数据可以用于识别更大数目的缺陷。

更快的速度

线阵相机的扫描频率指定在千赫兹水平，扫描频率值可以用相机的时钟频率除以成像器中的像素数计算得出。因此，对于一台采用单抽头 2048 x 1 线扫描成像器和时钟速率为 40MHz 的相机而言，其扫描频率为 40MHz/2048，即 19.5kHz 或数据率为 19500 线 / 秒。

尽管水平方向（cross-web）的分辨率取决于成像器中的像素大小和所使用的光学元件，但是垂直方向（down-web）的分辨率则依赖于相机的光学元件、时钟频率和 web 的速度。例如，根据奈奎斯特准则（虽然这实际上几乎无法实现），一台具有 $10\,\mu m^2$ 像素尺寸的线阵相机，使用一个放大倍率为 1:1 的透镜，其在水平方向上可获得的最大分辨率理论上为 20 μ m。通过使用 19.5kHz 的时钟频率，以 1m/s 的速度对 web 成像，将产生 51.28μm 的垂直方向分辨率，并导致不对称的 20 x 51.28μm 像素。显然，在这样的应用中，将需要更快的线扫描频率。

在机器视觉应用中，线扫描传感器采用正方形像素、并且相机在水平和垂直方向上都产生正方形像素，这一点至关重要。这样才能确保被扫描物体的图像在垂直和水平方向的正确比例。这就需要使用一个增量编码器，用于跟踪 web 经过相机视场的速度（或相机移动）。这将用于在图像采集期间动态地调整相机的线速率。

如果 web 移动更加缓慢，可以降

高柔性USB3数据传输拖链电缆

Hi-Flex USB3 Machine Vision Camera Cable

● 拖链测试

(1)弯曲半径125mm►至少来回1仟万次寿命

(2)弯曲半径100mm►至少来回750万次寿命

(3)弯曲半径87mm►至少来回500万次寿命

被动式(无数据放大器) ► CBL-HFPD3igMBS-1m/2m/3m

6.8mm

主动式(加装数据放大器) ► CBL-HFD3igMBS-4m/5m/6m/7m/8m/9m/10m/...../20m

Repeater

6.8mm 44.0mm 11.0mm

● 支持高速及高分辨率USB3工业相机无失祯(掉张,lost frames)情形发生

200～230万像素全分辨率，最高祯率170fps / 320万像素全分辨率，最高祯率121fps / 400～420万像素全分辨率，最高祯率90fps / 500万像素全分辨率，最高祯率75fps / 1200万像素全分辨率，最高祯率30fps / 1800万像素全分辨率，最高祯率21fps (每秒可高达500Mega Bytes极大带宽之数据传输)

● 支持USB3.0/2.0/1.1

适用于

● Basler小型相机

● IDS小型相机

● JAI小型相机

● Matrix Vision小型相机

● Point Grey小型相机

● SENTECH小型相机

● TIS小型相机

● Toshiba Teli小型相机

● XIMEA小型相机

被动式USB3.1 Gen 2 10Gbps连接器组装电缆: A对Micro-B，A对C，C对Micro-B，C对C均可提供1m、2m及3m等长度

JARGY Mobile Computing

佳记股份有限公司 台湾新北市深坑区北深路3段266号3楼 邮箱(E-mail):jargy@ms17.hinet.net

网址:www.jargy.com.tw 电话:+886-2-2662-5200 传真:+886-2-2662-9162

Made in Taiwan

aia advancing VISION+IMAGING MEMBER

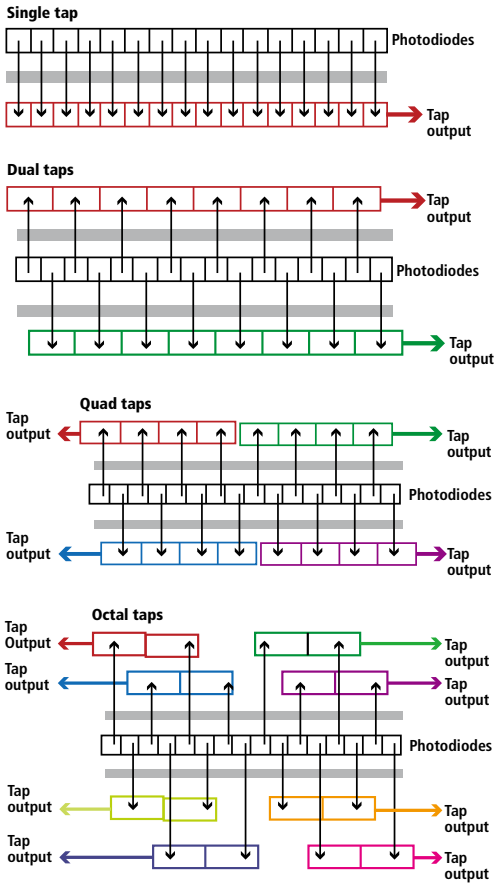


图3：许多应用需要更快的速度，其远超出单抽头线阵相机所能获得的速度。为了增加速度，可以采用双抽头、四抽头和八抽头传感器。

低线速率（反之亦然），以确保相同的垂直方向分辨率，而不考虑 web 的速度。然而，降低或增加相机的线速率，将直接增加或减少相机的曝光时间，从而导致捕获到的图像更亮或更暗。为了解决这一问题，传感器的曝光时间必须自动调整，而不受相机线速率的影响。

更多抽头

许多应用需要更快的速度，其远超出单抽头线阵相机所能获得的速度。为了增加速度，可以采用双抽头、四抽头和八抽头传感器（见图 3）。单抽头传感器通过单一输出从成像器输出信号；双抽头结构从线性阵列中的每个交替象素位置输出信号，形成两路输出，从而有效地使相机的扫描频率增加了一倍。这种双抽头设计的另一个版本，其通过一个抽头输出像素阵列的前半部分，而第二个抽头用于输出像素阵列的后半部分。在更高性能的线阵相机中，可以使用四抽头和八抽头输出，以进一步将性能提高四倍或八倍。

web 检测系统不但要求线阵相机在高扫描频率下运行，而且它们还要求所捕获的图像具有高对比度。特别在要求强光照明的应用中，基于单线图像传感器的相机的灵敏度，可能不足以满足应用需求。为了增加这种敏感性，通常使用多线阵相机。

在双线阵设计中，两个平行的光电二极管像素阵列用于捕获两倍数量的光子。通过组合来自相邻感光单元的信号，使灵敏度加倍。很多厂商提供这种类型的相机，如 Teledyne DALSA 公司和 Aphesa 公司。Teledyne DALSA 的 Spyder3 双线阵相机系列，提供多种不同的相机型号，其采用的传感器具有从 1024 x 2 到 4096 x 2 的不同像素格式，接口配置为 Camera Link 和 GigE。

英国 e2v 公司（www.e2v.com）的 Eliixa+8k 线阵相机中使用的传感器，并未使用两个平行的光电二极管阵列，而是由两对光电二极管阵列形成的一个 8192×4 结构组成。在其中一种多线阵模式下，相机可以配置为整合两对线阵中的每四个像素，以增加该 Camera Link 相机的灵敏度。

时间延迟

在基于时间延迟积分（TDI）的线阵相机中，时间延迟概念被进一步扩展，这里，使用了许多积分阶段用于进一步提高灵敏度。在使用单线图像传感器的线阵相机中，捕获的每一行信号被传输到一个或多个读出寄存器；而在 TDI 线阵相机中，则使用多个垂直积分阶段（见图 4）。

在操作中，这些垂直积分阶段用于目标对象在垂直方向移动时，捕捉同一对象的多重曝光。通过使用多积分阶段并整合这些阶段的输出，可提高灵敏度。这里，敏感度的增加量将取决于积分阶段的数量。目前，有很多这类相机采用 4096 x 48、8192 x 96 和 17824 x 256 的传感器配置。

例如，韩国 Vieworks 公司（www.vieworks.com）在其最新的 VT 系列线阵相机中，提供了许多不同的 TDI 传感器配置，从 4096 x 128 到 17824 x 256，接口配置为 Camera Link 和 CoaXPress（CXP）。该公司的 VT-18KX-H 80 相机，支持 256 TDI 阶段、线阵速率为 80kHz 的一个 17825 成像器和 CXP 接口。

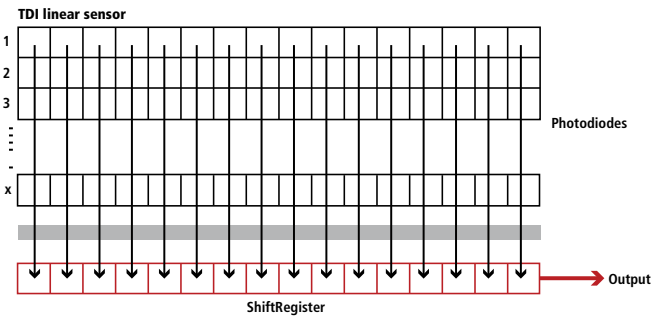


图4：在使用单线图像传感器的线阵相机中，捕获的每一行信号被传输到一个或多个读出寄存器；而在TDI线阵相机中，则使用多个垂直积分阶段。

发动机检测

视觉系统用于发动机在线检测

一套由机器人控制的视觉系统，可以在发动机装配过程中的关键环节，检查安装到几种柴油发动机上的组件。

文/Dave Olson Dave Olson，RedViking公司

汽车发动机在多个生产站间传送，并依序组装。在此过程中，汽缸体装配上活塞和曲轴。另外，阀和摇杆安装到汽缸盖上。一旦这两个子组件构建好，它们便通过如推杆之类的机械联动装置，在下一步组装之前结合在一起。

虽然组装过程中的许多环节是自动化的，但是过去依然需要手动执行若干检查程序，以确保两个子组件接合在一起后，发动机中的特定机械组件和连接处于正确的位置。目前，视觉系统正在促使这些流程的自动化中发挥着重要作用，消除之前可能由于操作人员疲劳而产生的任何潜在错误。

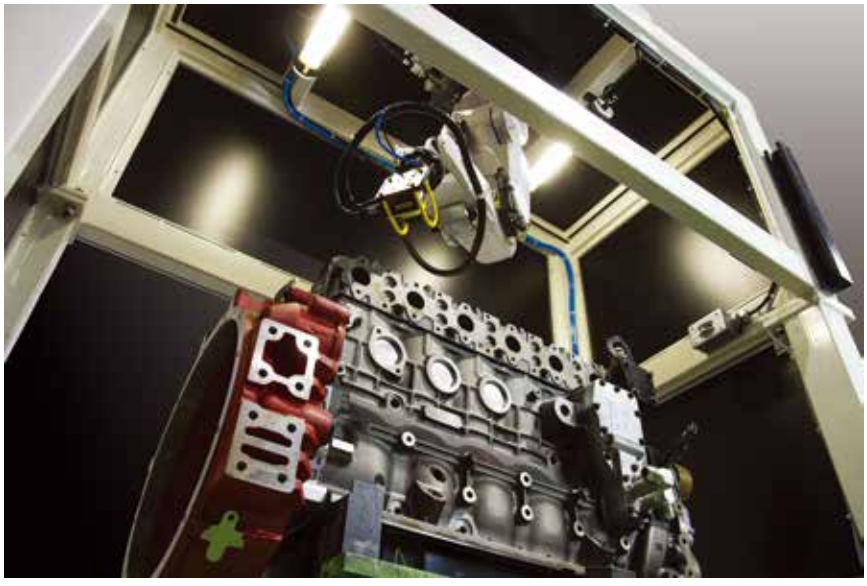


图1：RedViking公司开发出了一套基于视觉的机器人检查站，以确保在发动机装配过程中关键组件的存在和正确的装配位置。

一家柴油发动机制造商需要一套专门的系统，要求该系统能自动检测安装在其柴油发动机上的关键部件，这家柴油发动机制造商找到了美国RedViking 公司。该公司开发出了一套完全自动化系统来满足此任务的需求。尽管公司的流水线上只生产三种型号的发动机，这些型号的变体数量意味着系统需要有足够的灵活性以适应所有情况。

在评估使用接触式测量系统或激光扫描仪的可能性后，RedViking 公司最终选择了基于安装在机器人手臂上的智能相机建立一套视觉检测系统（见图 1）。在检查过程中，机器人围绕发动机组件移动相机，以捕获发动机中关键部件的图像，同时避开可能遮挡相机视野的任何其他组件。这样做之后，系统分析图像，以确定关键部件是否存、所处位置是否正确。检查结果通过人机界面在过程中突出显示给操作人员。

发动机总成

在柴油发动机中，线性运动由连接到汽缸体内曲轴的活塞转化为旋转运动。随着每个活塞在发动机冲程中运动，一对在汽缸盖上的进气阀和排气阀打开和关闭，使空气被吸入到发动机中而废气被排出。发动机中阀门的打开和关闭通过凸轮轴的连杆机构来控制。当凸轮轴转动时，机械推杆将凸轮轴端部凸轮产生的往复运动，传送到安装在汽缸盖上的摇杆（见图 2）。

摇杆通过机械十字头或桥，压缩和释放进气阀和排气阀上的弹簧。十字头位于阀杆顶部，使得摇杆可以同时驱动两个阀门，而嵌合在十字头顶部的十字头套筒充当枢轴，允许十字头以预定的序列打开和关闭排气阀和进气阀（见图 3）。

在发动机装配过程中，十字头、

十字头套筒定位在汽缸盖中阀门的顶部，在此之后，摇杆放在十字头套筒的顶部并固定。当汽缸体连接到汽缸盖，曲轴推杆被定位，这样使得摇杆末端的球头装配到推杆端部的套筒中。

由于十字头、十字头套筒和推杆在装配过程中的某个阶段为松配合，对各组件进行检查，以确保它们存在，并且都未错位是至关重要的。因为任何不可接受的容差均可能导致发动机故障。

自动检测

过去，都是通过人工检查部件。在检查过程中，操作人员要俯视发动机内，肉眼确定机械部件是否正确定位，并标记出那些未被正确定位的部件。然而，这种高度劳动密集型的过程很容易出错。

RedViking 公司开发的视觉系统，复制早期人工检查的标准，而且是以更加可重复、更不容易出错的方式来完成。考虑到装配厂生产的发动机的变体数量，必须首先让系统学习，以确定装配线上所有变体的十字头、十字头套筒和推杆的位置。

在教学过程中，放置在六轴机器人末端执行器上的美国康耐视公司的 800 × 600 像素 In-Sight 7000 视觉系统，被移动到引擎周围的特定位置。以连续的方式捕获安装在每个汽缸顶部的十字头和十字头套筒的图像，以及安放推杆顶部球头的套筒壳体的图像。

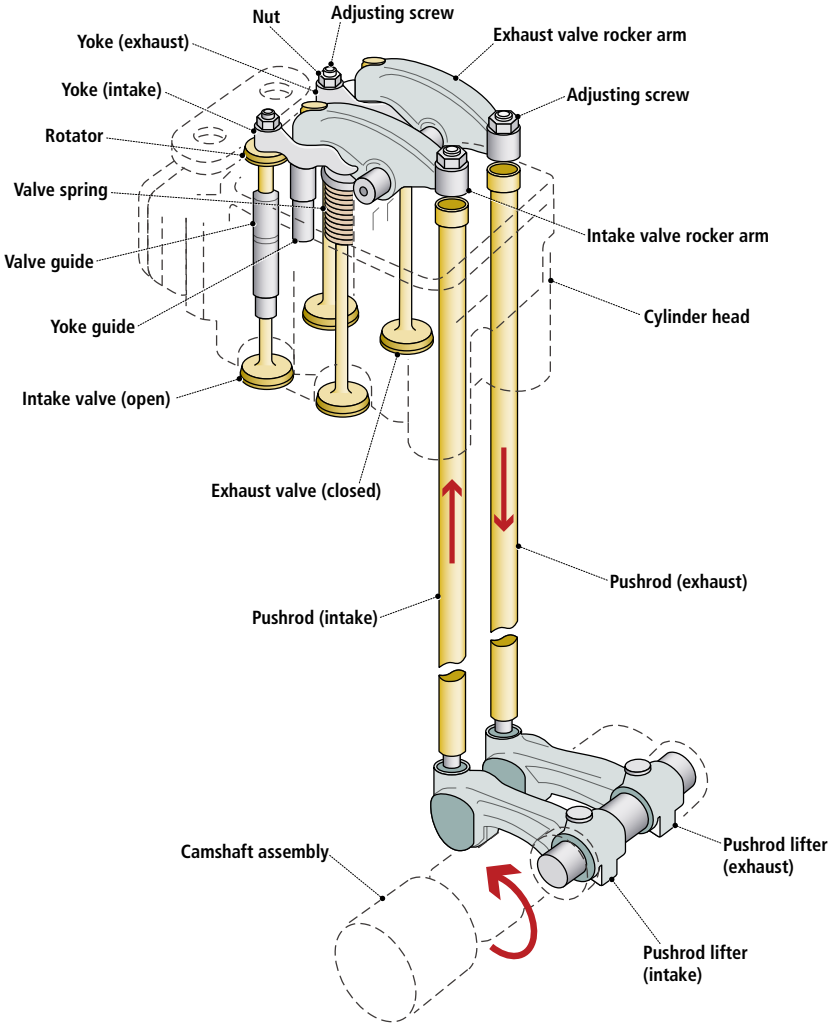


图2：由于十字头（又名轭）、十字头套筒和推杆在装配过程中的某个阶段为松配合，对各组件进行检查以确保它们存在并且处于正确的位置，至关重要。



图3：摇杆通过机械十字头或桥，压缩和释放进气阀和排气阀上的弹簧。十字头位于阀杆顶部，使得摇杆可以同时驱动两个阀门，而嵌合在十字头顶部的十字头套筒充当枢轴，允许十字头以预定的序列打开和关闭排气阀和进气阀。

关键部件的图像由一组视觉软件工具进行分析，这些工具预装在康耐视 In-Sight 视觉系统中。康耐视的 In-Sight Explorer 电子表格用来配置视觉工具，分析它们所创建的数据，将分析结果从 In-Sight 视觉系统传输到运行系统的美国 Allen Bradley 公司的 CompactLogix PLC 中。

使用 In-Sight Explorer 软件中的 Cognex PatMax 图样匹配工具，该系统被训练搜索两幅图像内的图样，并识别图像中代表十字头、十字头套筒和推杆的特定图样。通过为视觉系统提供任何每台发动机组件的位置变量，包括众多可接受和不可接受的，有可能定义特定的数值范围，该范围中组件的位置和朝向是可接受的。

在检查过程中，可使用康耐视 PatFind 视觉系统软件工具识别组件，并与系统中的型号相匹配。找到匹配之后，该系统可确定该部件的朝向是否在先前所定义的可接受限值内，或



图4：在发动机检查过程中，PLC指示机器人移动机器人末端执行器臂上的康耐视Insight相机到发动机上的几个位置。十字头和十字头套筒以及推杆套筒的图像，被依次捕获并通过In-Sight系统进行分析，以确定它们是否存在、位置和朝向是否正确。

者所测量的参数是否偏离。

软件解决方案

当一台发动机到达装配线上的检查站时，工厂网络发送发动机的具体类型和版本到系统，然后在附近运行 Allen-Bradley PanelView 的人机界面上显示。一旦接收到该数据，CompactLogix PLC 在发动机上降下罩壳，以限制进入工作站的自然光量。

CompactLogix PLC 编程具有与每种特定发动机相关联的特定位置信息，然后指示机器人手臂移动机器人末端执行器上的康耐视 In-Sight 相机，到与发动机相邻的几个位置的首个位置（见图 4）。一旦就位，它便捕获与第一个汽缸相关联的十字头和十字头套筒的侧视图。

随后，In-Sight 软件找到一个已知参考点，从该点可以确定十字头套筒和十字头的位置。之后，康耐视 PatFind 图样匹配工具确保零件都存在，在正确的位置并且朝向正确。要做到这些，PatFind 工具分析图像中的每个部件和已知基准的几何信息，并计算它们的空间关系。

PLC 沿发动机移动机器人末端执行器，并在此期间依次测量每个十字头和十字头套筒的取向。每幅图像依次处理，直到已检查所有的组件。一旦系统完成十字头和十字头套筒检查任务，CompactLogix PLC 移动机器人臂到发动机的另一侧，依次捕获推杆套筒的图像，并以类似的方式进行分析。





图5：（a）当视觉系统软件确定某个组件在可接受的范围内时，发动机上组件的位置以绿色突出显示。（b）如果某个组件是在合格范围以外，其位置以红色突出显示。

可视化结果

为了在检查过程中使操作人员能够看到任何发动机中的组件是否合格，RedViking 公司创建了每种发动机的示意代表图，使得操作人员就像直接俯视所看到的一样。在检查过程中，代表图突出显示阀十字头、十字头套筒和套筒的位置，可以在 Allen-Bradley PanelView 人机界面上查看，提供每次检查的合格 / 不合格信息。

只要相机上运行的 In-Sight 视觉处理软件确定特定组件是在可接受的限值内，In-Sight 智能相机便发送合格信号到 PLC。基于相机在该图像捕获点的已知位置，PLC 随后指令 Allen-Bradley PanelView 人机界面系统，在发动机的代表图上，以绿色圆形标志突出显示已通过检查的区域。如果有任何组件落在那些限值以外，不合格信号发送到 PLC，指令 Allen-Bradley PanelView 人机界面系统以红色突出显示区域（见图 5a 和 5b）。

如果所有的组件通过检查，那么发动机继续沿生产线下行，对其执行进一步的组装操作。如果系统只是探测到单一故障，发动机便被送到技术人员处纠正故障，再将发动机重新送回到装配线中。

由视觉系统捕获的每个发动机组件的图像，也通过以太网接口保存到本地 PC，并标记上检查结果，以及识别信息（例如时间、日期和发动机序列号）。这些信息有助于操作人员识别任何可能的故障原因，也为工程师们提供了一种方式，可以验证后续被识别为有缺陷的任何发动机，是否是由于组装过程中后续阶段任何被检查组件的移动超出公差范围所引起的。

成像系统设计

一切从视频接口开始

文/Harry Chen，Pleora科技公司

“易于使用、具有可扩展性且尽可能多地保留原有设备。”对于成像系统集成商而言，这些或明或隐的要求是为升级或改造一个项目做报价准备时需要考虑的关键因素。虽然此时通常首先会考虑相机、镜头、光源以及图像处理方面的选项，但是选择适合的视频接口可能将是决定项目成功的第一步。

视频接口由某些硬件或软件生成标准化的图像数据，并通过电缆或无线的方式将这些数据传输到远端电脑或显示屏上。在最终视觉系统的可使用性、可扩展性以及成本效益方面，视频接口均扮演着重要角色。在本文中，我们将讨论 GigE 和 USB3.0 视频接口是如何帮助系统集成商满足客户要求的。

易用性

随着成像技术在工厂中的使用越来越普遍，越来越多的员工需要建立和拆除系统、监控输出并访问分析数据以进行性能评估和效率追踪。当前，对很多厂商而言，技术支持费用高昂，并且往往是一项巨大的额外支出；在这种情况下，厂商越来越青睐于采用既能提供高级分析、又易于使用的成像系统。

大约在 20 世纪 80 年代末 90 年代初，机器视觉技术开始走出实验室进入到工厂车间。这个时期的设计师们往往要依赖广播、电信以及消费电子行业的接口标准来连接图像源和数据分析平台。于 2000 年推出的 Camera Link 标准，是第一个专门为机器视觉应用建立的标准。然而，由于最终用户追求更加易于使用的成像系统，这些标准所形成的限制越来越明显。

在每一种传统的接口中，在图像源和接收点之间都需要使用专用电缆。这在那些需要将图像传输并显示到多个终端的应用中，电缆的布线将变得异常昂贵且复杂。更加需要注意的是，这些视频接口方案需要每个终端都配备一个 PCIe 图像采集卡来采集数据。这不但限制了可以使用的电脑类型，提高了部件成本，并且还增加了技术的复杂性。

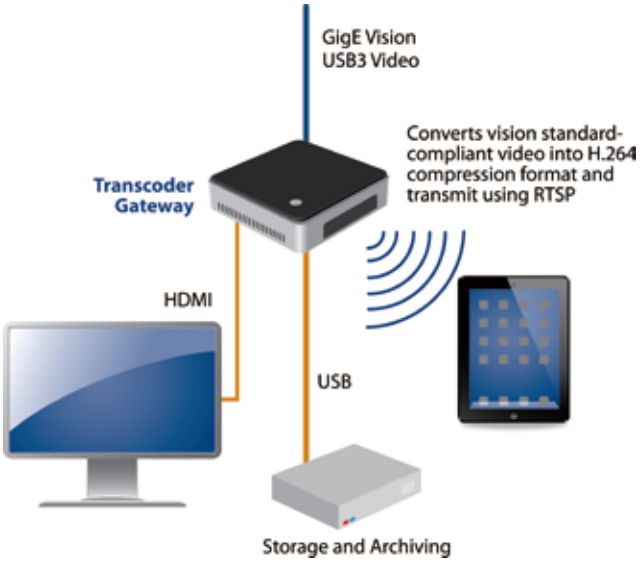


图1：为增加其解决方案的价值，集成商可将机器视觉视频传送给在观看要求上不那么严格的最终用户。

相比较而言，GigE 和 USB3.0 接口则通过“使用现有电缆、以较低的延迟将全分辨率的未压缩视频数据直接传输到电脑上的现有端口”，极大地简化了成像系统的安装和维护。另外，由于取消了对 PCIe 图像采集卡的需求，使得任何电脑都可用来做数据处理和分析，包括笔记本电脑和平板电脑等。

GigE 和 USB3.0 接口在布线、网络、安装和维护方面都有独特的优势。

GigE 的布线距离长——使用标准 Cat5/6 铜缆的布线，传输距离可长达 100 米；而 Camera Link 只有 10 米，因此处理设备可以放置到更容易进入的地点以便进行维护或者集中放置到一个运营中心。以太网固有的联网灵活性，使得“设计一个可同时连接多图像源、处理器、显示器以及存储器的视频网络”成为可能。最终用户可以在不更改任何电缆或软件的情况下，在不同图像源之间实时切换。

USB 接口由于使用方便，如今已经成为了连接众多电脑和消费电子产品的主要技术。而 USB3 Vision 接口在实时成像应用方面也具有同样的“即插即用”的优点，用户因此可为不同的产品来方便地搭建或拆除成像系统。

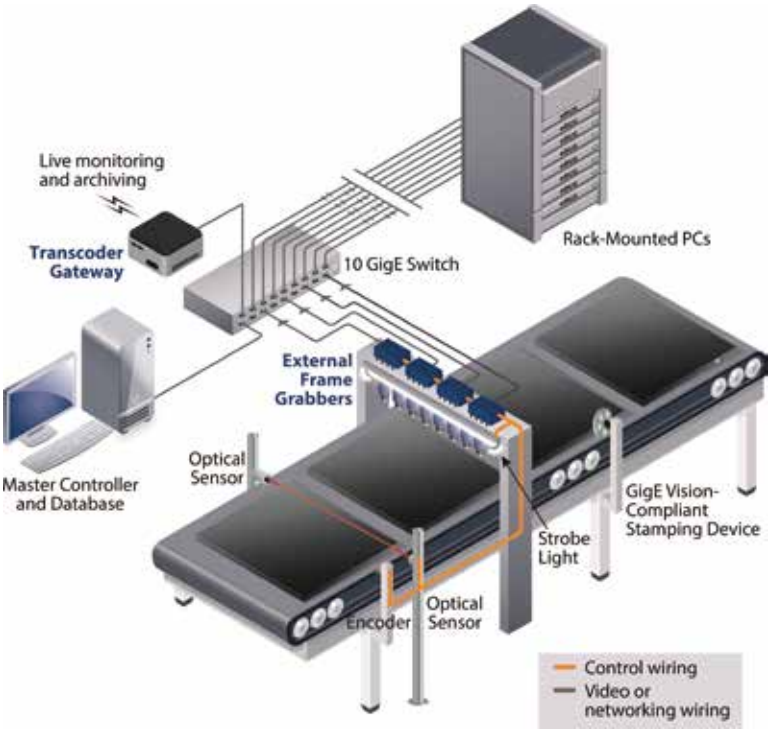


图2：将现有相机转换为GigE Vision相机，在提高性能的同时还有助于降低系统的维护和安装成本。

可扩展性

科技创新持续推动具有性能和成本优势的新产品，同时使旧产品很快就被淘汰。集成商在成像系统的设计中采用基于标准的解决方案，是保证系统可后向兼容以及未来可扩展性的关键。

GigE 和 USB3.0 接口是开放的全球标准，这有助于确保成像系统易于安装、升级和维护。

GigE Vision 标准允许来自不同供应商的基于以太网的成像产品实现无缝互通，且不会出现费时和昂贵的集成问题。该标准与包括 IEEE 802.3（以太网）、IEEE 1588（时间同步）和 IETF RFC2026（巨型帧）在内的许多国际标准紧密结合。这使得以太网平台本身的性能优势更容易得到利用，如覆盖距离长、网络灵活、可扩展、吞吐量高以及全双工连接能力。

与其他接口标准相比，以太网对网状配置的固有支持，使它能更容易地与不同的数据速率、新添加的处理结点、显示器和传感器相适应，因为每个 GigE Vision 接口部件都使用自己的 IP 地址，所以对同一网络上可接入的终端数量没有限制。

USB3 Vision 标准由 GigE Vision 标准发展而来，通过采用价格低和使用广泛的 USB 3.0 端口使应用系统更加简便。自不同供应商的相机或成像产品可实现无缝互连，且不会出现费时费力的集成问题。集成商和最终用户都会因技术创新和成本优势受益，其技术创新和成本优势是由竞争激烈的消费电子产品市场来推动的，包括现成的 USB3.0 集线器，这些集线器使系统扩展为多相机系统变得简单方便。

GigE Vision、USB3 Vision 以及其他接口标准还采用了 GenICam 技术。GenICam 是一个全球性通用接口标准，它界定了通过电脑来控制数码相机或其他成像产品的统一接口技术。

GenICam 允许不同类型的相机和成像产品使用一个统一的设计框架，这样在设计、部署和维护高性能视频应用系统上减少了成本，还通过采用基于 XML 文件的数据结构和 Standard Features Naming Convention (SFNC) 功能，简化了将新相机集成到大型系统中的过程。通过标准化的软件术语，例如以“Gain”替代“Brightness”，最终用户可使用同一套程序为任何标准兼容的相机或不同供应商提供的图像传输产品编程。

基于明确定义并广泛采用的标准进行系统设计，就能有效保证系统未来的可扩展性。

投资保护和运营成本

作为系统集成商很少有机会碰到一个完全需要“推倒重建”项目。更多的情况是，客户已经对相机和镜头进行了大量投资，因此要求集成商只是对系统进行升级改造，以提高生产力和效率。

在这种情况下，外置图像采集卡是一种简单直接的解决方案，使得系统集成商能享受 GigE Vision 或 USB3 Vision 的性能优势。外置图像采集卡几乎可以将所有传统接口（Camera Link、模拟、LVDS，HD-SDI 等）转换为视觉标准视频，这些视频将会直接传送到小型、低功耗电脑平台的端口。

集成商还可通过实施降低成本或能让最终用户提升效率的方案来增加其系统价值。例如，在具有自动检测和观测以及录制要求的应用系统中，集成商可以采用不再需要多视频系统的设计。

例如，通过一个插入式的转码网关 (Transcoder

下转第28页

视觉检测

高速视觉系统检测冲压端子

一套三摄像头视觉检测系统确保电气端子符合严苛的汽车规格。

文/Krishnan Ramabadran，Zentron Labs公司

汽车电气连接器中所用到的微型插头端子采用高速五金冲压机制造，这些机器能够以极高的规格每年生产数十万件产品。

在此工艺中，滚筒金属片的条沿着两个边缘刺穿创建索引孔，使各金属片在冲压机内正确定位。一旦终端已经通过冲压金属板材成形，就将零件的成品条卷回到卷绕机辊上。

尽管冲床很精确，但是仍然需要在发货前检测金属端子，以确保它们符合汽车连接器制造商所要求的严格公差。过去，该任务是通过对每批次制造的零件小部分取样测量尺寸来手动执行的。然而，这种方法不但操作缓慢，而且容易受到人为错误的影响，也可能会损坏端子。

为了提高检测吞吐量，消除不一致性，可以通过部署视觉系统来使端子检测过程完实现全自动化。因此，当印度一家端子制造商希望通过视觉系统来测量其多种插头端子的关键尺寸时，该公司找到了美国国家仪器有限公司（NI）的联盟合作伙伴印度Zentron Labs公司，后者依靠其专业知识研发出了一套专门满足此要求的灵活的视觉系统（见图1）。

制造商工厂的精密冲压机以每分钟1200件的速度生产冲压和成形端子。因此，机器视觉检测需要以同样的速度工作。使检验问题更麻烦的是：需要能够快速建立视觉检测系统，以适应制造商生产的多种类型的端子。

在生产过程中，重要的是要确保冲压端子保持所需的尺寸。要求的公差很小，因此系统测量的准确度和精度至关重要。更具体地说，需要在几个地方测量端子宽度，准确度达到±12μm，精度达到±3μm。同时，还必需要连续监测和记录统计数据，以帮助判定工艺和产量。

系统开发

为了确保该视觉检测站可以在制造环境中的许多端子生产站点之间移动，该系统既不与冲压机固定在一

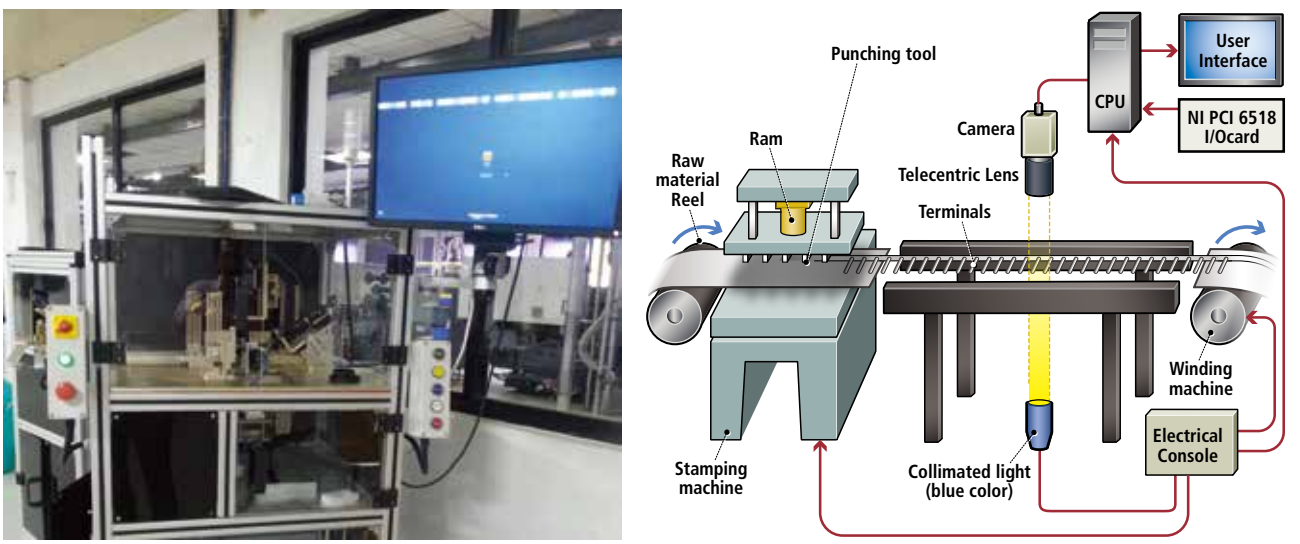


图1：Zentron Labs公司已经研发出了专门用于检测汽车端子的灵活的视觉系统。这套基于嵌入式PC的视觉系统捕获每个端子的三幅图像，并使用NI Vision for LabVIEW软件进行处理。如果检测到有故障的零件，PC便命令PC-6518数字I/O卡停止冲压机和卷绕机，这样操作人员便可识别使该零件的位置。



图2：视觉检测系统采用模块化设计方式，其能够容纳一台、两台或三台黑白CCD相机，这些相机均配备远心镜头，用以提供恒定的放大倍数，与端子在相机视场内的特定位置无关。

起，也不与卷绕机固定在一起，而是放置在两者之间的一个独立单元。在生产运行期间，成形端子的条带通过冲压机的视觉检测站，在该处它们在被卷回到卷绕机之前接受检查。

视觉检测单元使用嵌入式四核电脑和 NI 的专用 PCI 6518 数字 I/O 卡，用于控制冲压机和卷绕机的运动，从而确保卷轴上的每个端子依序呈现给系统中的相机。一旦图像被捕获，NI Vision for LabVIEW 软件将采用多种图像处理算法处理图像。随后利用 LabVIEW 软件内的工具和一些功能，将图像分析结果呈现给人机界面上的操作人员，而数据则被记录到一个数据库中，用于质量控制。

由于端子具有各种形状和尺寸，需要对每种端子实施的检测种类也有很大不同。因此，视觉检测系统采用模块化设计方式，其能够容纳加拿大 Point Grey 公司的一台、两台或三台黑白 CCD 相机，这些相机都配备了日本 VS Technologies 公司的远心镜头，用以提供恒定的放大倍数，与端子在相机视场内的特定位置无关。三台相机用于捕获端子的三个不同方位的图像，具体方位取决于制造商需要对端子进行何种检测（见图 2）。

每套视觉系统都容易产生非线性畸变的错误，所以相机和镜头使用 NI 校准算法校准透视和径向畸变，以减少系统中的光学误差，并能从像素坐标转换到现实世界的坐标。使用 LabVIEW 开发应用程序，以使相机能以精确的方式物理定位并对准。

因为需要将准直光源完美对准，相机和照明的对准至关重要。LabVIEW 开发的内部应用程序，确保对准形成光的均匀分布。此外，该应用程序还有助于确定确切的焦平面，使其位于景深范围的中心。这种严格的执行确保使用这些专门光学组件提供的精确度得以有效利用。

端子的位置和类型

因为端子具有各种尺寸，确保它们能全部被定位在系统相机的视场内至关重要。为了确保每种类型的端子被引导到正确的位置，设计者开发了一套电机组件，它包括安装在由步进电机驱动的机械丝杠上的一对开槽线性机械导轨。

当操作人员从运行在 PC 上的 HMI 选择特定类型的端子后，PC 指示 PCI 6518 数字 I/O 卡驱动步进电机，打开连接丝杠的导轨到预定的粗间距（见图 3）。然后，操作人员可以通过机器上的导轨，从冲压机手动插入端子条到卷绕机上。在视觉检测工艺开始之前进行第二次细调操作，其中导轨自动移近，以确保端子条牢固安装在它们之间。

当端子条移动穿过该系统时，美国 Banner Engineering 公司的 QS186LE 光电单元被触发，以指示在相机的视场中存在单个端子。该传感器触发三台相机，然后从三个不同的角度捕获端子的图像，这样不仅能够检测零件的平面几何图像，还能检测立体几

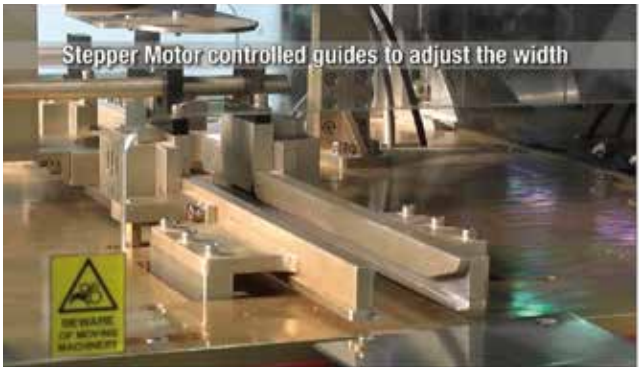


图3：采用归位行程开关识别端子所通过的导轨的位置。有两个识别过的参考位置，即初始和停止位置。导轨必须分开以允许端子自由通过、而又不留下太多位移空间的距离，是相对于这些位置确定的。此功能使视觉系统可以检测许多不同的端子类型。

何图像。

在该过程中，端子由准直背光照明，其将 LED 直接照射到该端子条上，产生具有高对比度边缘的轮廓，通过减少来自物体的漫反射增加了系统的准确度。这实现了捕获目标尺寸，并且不会出现将焦点设定连接器顶面或底面所带来的人为错误。

三台相机中的第一台（Point Grey Grasshopper3 500 万像素 GS3-U3-50S5M-C USB 3.0 相机）垂直安装，用于捕获端子的平面图。第二台相机（Point Grey 400 万像素 GS3-U3-41S4M-C USB 3.0 相机）与水平面成 38° 角安装，用于捕获端子两个平面表面的图像，允许系统计算更复杂的尺寸，如沿其长度特定点处端子的厚度。第三台相机（Point Grey 400 万像素 Grasshopper3 GS3-U3-41S4M-C USB 3.0）水平安装，直接指向端子的尖头，用于测量任何特定的端子特征，如唇缘高度。

软件分析

检测软件是使用 NI Vision for LabVIEW 软件开发的。Vision for LabVIEW 软件能够实现图像的捕获、操纵和显示、处理，然后由该系统进行分析。

在部署之前，系统需要学习以识别和测量端子的主要特征。为了实现该目标，Vision for LabVIEW 软件用于从所识别的几个感兴趣区域捕获和生成图像参考，限定执行图像处理的图像中的区域。当在检测过程中三台相机获得图像后，NI Vision for LabVIEW 软件中的各种边缘检测算法，如 IMAQ Rake 3、IMAQ Edge Tool 3 和 Advanced Straight Edge Detection 用于检测图像中的直线边缘，而 IMAQ Find Circular Edge 3 之类的工具用于查找圆形边缘。找到端子中关键特征的边缘后，该软件以亚像素精度测量边缘之间的距离，以及边缘和点。



图4：包括两台相机的视觉检测系统，用于满足对成本敏感的客户的需求，可以用于制造公差相对较大的应用中。

然后，将图像测量结果与客户指定的标准进行比较，并通过 HMI 展现给操作人员。如果检测结果位于可接受的公差范围内，冲压机和卷绕机便向检测系统送出一个新零件。如果嵌入式 PC 检测到超出公差范围的零件，PC 便指示 PCI-6518 I/O 卡停止冲压机和卷绕机的运动。然后操作人员可以在重启系统之前突出显示零件在辊上的位置。

得益于 NI 的硬件和软件，使得该视觉检测系统的开发在四个月内得以完成。使用新系统，这家印度端子制造商现在每年的出货量达数百万件，而所有端子都彻底检测了尺寸的准确度。从该视觉系统安装以来，它已经检测了 50 种不同的端子条，并对它们进行了超过 250 种不同的测量。

在未来，Zentron Labs 公司旨在增强视觉检测系统以提高吞吐量。为了实现这一目标，该公司正在评估标记被检测到的每个不合格零件，或者是在端子上打上可见墨水标记，或者是在端子上打上特定形状的凹痕，以防止端子通过任何进一步的电镀或组装环节。这样，便可以在稍后的日子将不合格零件从卷轴中除去，而检测工作会不间断地继续。

在现有系统的一种两台相机版本中，Zentron Labs 公司已经采用了德国 Basler 公司的 acA1600-20um 相机，搭配 VS Technologie 公司的 VS-LD25N 近心镜头，以满足对成本敏感的客户的需求，可以用于制造公差相对较大的应用中（见图 4）。在这些应用中，最大测量尺寸为 40mm，公差为 ±0.05mm，而最小测量尺寸为 0.28mm，公差为 ±0.05mm。

高速成像

高速成像系统用于子弹运动分析

将高速相机与照明系统相结合，帮助研究人员分析飞行中的子弹运动。

作者：Chris Yates博士

试图抓拍到快速运动物体的高品质图像，是一项极具挑战性的任务，然而许多分析应用都需要这样的瞬间图像。从关键材料失效模式的识别，到分析 MEMS 动态，再到捕获子弹的运行轨迹，这些应用一方面需要极短的曝光时间，要求曝光在瞬间“冻结”，避免因不必要的运动伪影污染合成图像；另一方面，相机需要捕获足够的光线来生产高对比度图像。

传统上，通常使用高亮度泛光照明场景、并结合高速图像捕获系统（通常具备灵敏的大像素）来抓拍高速运动物体的图像。采用这种方法，由图像传感器提供短暂的曝光时间，而图像的数据流被储存到相机电路板上的记忆卡中。就功能而言，该类型的系统表现得非常好，往往会产生迷人的图像序列，但是其需要巨大的前期投资，并且需要额外的外部照明。

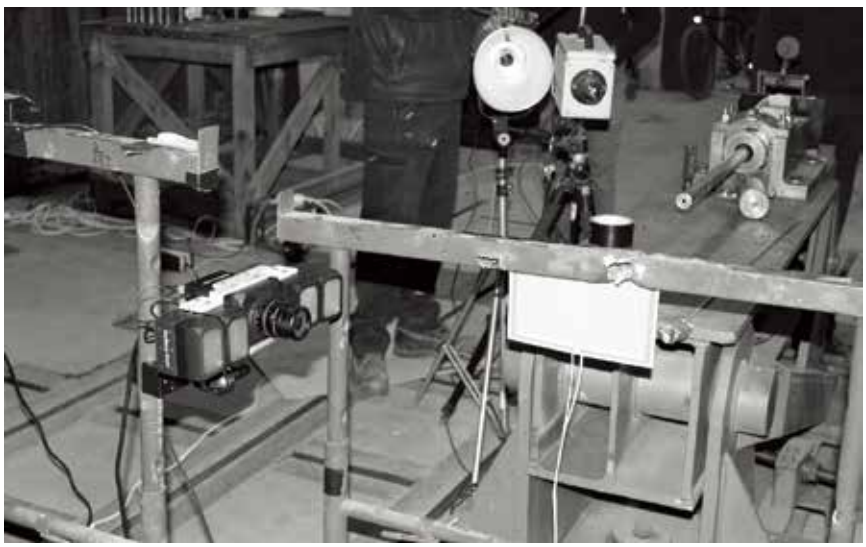


图1：在一套军械试验设备中，odos imaging公司的SE-1000相机和4个IL-0900照明模块配合使用。从图中的上中部可以看到传统的高速成像系统与泛光照明。步枪位于图像右侧，在触发箔片的后面。

飞行中的子弹

苏格兰 odos imaging 公司受托为一项弹道分析应用拍摄这样的高速图像，为此该公司开发出了一套将相机和照明整合在一起的组合系统。为了执行这项任务，该公司将其高速相机 SE-1000 和照明模块 IL-0900 部署在一套军械试验设备中，用于捕获从一支步枪口射出的高速子弹的高分辨率静态图像（见图 1）。

SE-1000 可以作为传统高速成像系统的一个补充；在该试验设备中也使用了传统高速成像系统，其用于提供整个场景的全景。尽管该系统能够提供高帧率和高分辨率的图像，但是它不能捕获飞行中子弹的详细静态图像；然而膛线检测却需要这样的图像，此外这些图像还能“对子弹运动时产生的任何不必要的倾斜或偏转”提供一种可视化分析；子弹的这种倾斜或偏转运动，增加发射阻力、降低精度。

客户要求在距枪口很短处捕获飞行中的子弹的图像，并且要具有足够的放大率，这样才能对飞行中的子弹特征进行可视化分析。该试验设备中使用了一个落地配重以启动步枪射击，但是该机制所固有的定时不确定性，意味着不大可能直接从配重上触发相机。因此，有必要利用正在运动中的子弹直接触发图像捕获功能。

在弹道测试系统中，通过在子弹行进的路径上直接放置一个箔片触发器来触发图像捕获功能（见图 2）。通过使用 Stanford Research Systems 公司提供的一个 DG535 脉冲发生器，将触发信号从箔片连接至 SE-1000 相机的通用 I/O 接口。当子弹穿过箔片时，将产生瞬态电信

号，然后利用该电信启动图像捕捉功能。SE-1000 相机具有低延迟和抖动触发输出的特征。不足 1ms 的输入延迟，相当于子弹在视场中前进不到 1mm；而相机触发和开启曝光之间的时间也足够短，以确保这段时间内子弹还来不及进入相机的视场。

IL-0900 红外照明模块发射波长 905nm 的光，其用于照明视场，并提供足够的光强以获得高对比度图像。这些照明单元直接由相机头触发，可以在输入触发器中设置一个延迟时间，以确保子弹即使处于高速运行中也能瞬间捕获到它的图像。

SE-1000 相机采用的是施耐德公司的 APO-XENOPLAN2.0/20 镜头，其视场为 30cm；而在该视场中，子弹相对较短的运动轨迹长度，仅相当于 400 μs 的渡越时间。镜头的焦距为 20.5mm，相机被安置在距离子弹路径约 35cm 的地方。为了能捕获到没有运动模糊的图像，IL-0900 照明模块输出 200ns 光脉冲，这相当于子弹行进距离小于 0.2mm，这便消除了任何可能发生的运动模糊的（见图 3）。光脉冲的高强度，确保能捕获到高对比度的图像。

为了对子弹的动态运动进行分析，可以采用一种“多脉冲”照明方案。在这种操作模式中，当检测到触发信号时打开图像传感器快门。然后将提供多个照明脉冲序列（具有不同的预设延迟时间），在子弹到达且并未离开视场这个时间段内，定时开启照明模块。随着同一帧图像捕获到每个照明脉冲，便可以形成一幅合成图像。照明脉冲之间的延迟时间是基于子弹预期的枪口初速来计算的，由此便可捕获运动中子弹的多幅图像。

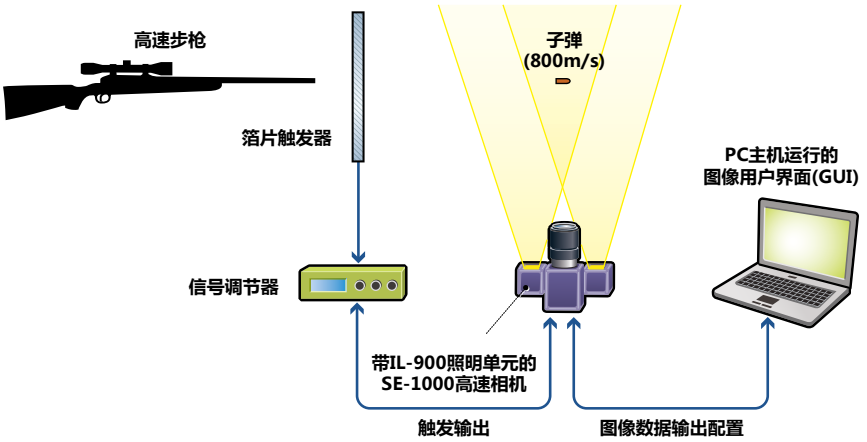


图2：在该试验设备中，通过在子弹行进的路径上直接放置一个箔片触发器来触发图像捕获功能，通过一个信号调节电路将触发信号传输至SE-1000相机的通用I/O接口。

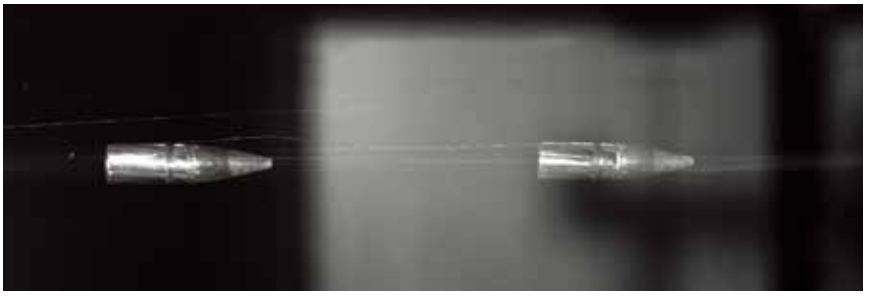


图3：为了能捕获到没有运动模糊的图像，IL-0900照明模块输出200ns光脉冲，这相当于从7.62mm口径步枪中射出的子弹行进距离小于0.2mm。

考虑到需要对捕获到的图像进行详细分析，每个脉冲之间的延迟需要非常精确。图像分析的对象包括：抛射速度和旋转速度这两项关键参数。利用同一颗子弹的三幅或更多幅图像，也可能提取出子弹因受机械阻力或空气阻力而发生减速的数据（见图 4）。对于弹道分析机构而言，阻力参数以及不同子弹的阻力模型是他们最为关注的事情，尤其是针对那些以超音速发射出的自动推进武器（如子弹、炮弹、火箭弹等）。

多重曝光

图像是利用 odos imaging 公司的 todim::streamer 图形用户界面 GUI 软件捕获的。该软件作为一种开源软件供每台相机使用。相机和 PC 主机之间的所有配置和数据传输，都是通过一个标准 GigE Vision 接口以及与 GenICam 兼容的 API 一起来实现的，最后将图像存储为原始二进制 16 位文件的形式。

在图 4 中，可以看到子弹的三处独立的曝光点。每个脉冲能够捕获到飞行子弹的一幅曝光良好的图像。此外，由 Midwest Optical Systems 公司提供的一个 BP-880 带通滤波器，能在 500 μs 的总曝光时间内削弱背景光的影响。通过使用该滤波器，由 IL-0900 模块提供的红外光脉冲比背景光更加强大，它能有效照亮并“冻结”子弹的运动。

在这个试验中，测量到子弹的运行速度为 751m/s，而制造商提供



为您奉上：更贴心，更过瘾的“ACE”



ACE，物美价廉，出乎想象！

现在，您只需支付市面同类低至一半的价格，即可拥有体验Basler ace系列新款高性能相机。这款突破性的相机配备了Sony和ON Semiconductors制造的尖端CMOS感光芯片，并搭载了当下最现代化的全局快门技术，500万像素，以及高达750 fps的帧速率，还可轻松利用GigE或USB 3.0接口的全带宽。此外，新版固件具备完美的色彩模式和降噪功能，使得本已出众的芯片成像性能得到极致发挥。

欲知详情，敬请访问**baslerweb.com/ace-vsdc**。

SONY Pregius

ON Semiconductor ON

Basler上海代表处
上海长宁区愚园路905号C座C03室
电话：021-6230 2160
sales.china@baslerweb.com

BASLER
the power of sight



图4：利用同一颗子弹的三幅或更多幅图像，也可能提取出子弹因受机械阻力或空气阻力而发生减速的数据。由于采用短光脉冲为子弹照明，因此可捕获到子弹在飞行过程中的“摇摆”现象。

的数据为 854m/s。

冻结时间

为了测量子弹的出口速度，光脉冲之间的延迟被设定为 100ms，对于以 800m/s 高速行进的子弹而言，大约为 8cm。此延迟用来分离合成图像中子弹的多次曝光。子弹的长度可以从制造商的说明书中得知，用于为图像提供准确的数据。然后，子弹的三次曝光间隔可被精确提取。

多脉冲方法的一个关键优势是：不受任何帧到帧变化的影响。子弹的每次曝光均由相机传感器的单一激活捕获，加上精准的照明时间控制，尽可能减少可变因素，从而使得分析得以优化，实现更高的精确度。这可以在子弹的减速分析中窥见一斑。速度的两个瞬时测量结果足够精确，这样便可获得子弹减速的精确测量。从该捕获序列中获得的一个独特的输出是子弹“摇摆”或“偏转”，这在多张曝光图像中清晰可见。这种类型的运动很难预料，这将为子弹制造商提供宝贵的信息。

在弹道成像系统，成像过程的所有三个关键因素——触发、照明和图像捕获，必须由一个软件界面控制。

尽管 SE-1000 和 IL-0900 系统并未具备传统的专用型超高速视频拍摄相机的全部功能，但是其板上触发、高速图像采集和高功率照明光源所形成的一套组合，已经预示着该系统将在测试和分析应用中斩获用武之地。

上接第21页

Gateway) 设备，可以将专业的图像分析视频流转换为更易于访问的 H.264 格式。在保留高质量视频的同时，对于视频质量要求不那么严格的最终用户，可在智能手机和平板电脑上访问这些视频。并且这种低数据量视频也更便于存档和录制。此前，用户需要采用两套独立的视频系统分别用于实时分析和监控存档的要求。

报价准备

基于标准的 GigE 和 USB3.0 接口为系统升级改造提供了坚实的基础。例如，在一个表面检测系统的项目升级（图 2）中，基于 GigE 视频接口的解决方案有助于集成商满足实用性、扩展性以及投资保护的要求。

在该应用系统中，现有的 Camera Link Medium 相机通过外置图像采集卡转换为 10 GigE 视频。以太网的长距离布线能力，使得集成商可以将处理计算机放置到中央操作中心，远离操作设备以及环境恶劣的检测现场。与其他大多数接口电缆相比，这种布线方式更加灵活、轻便、更易于安装，有助于降低成本、简化维护。由于以太网的灵活网络特性，新的相机、图像源以及处理平台可以很容易地无缝集成到系统中。

为增加可靠性，外置图像采集卡通过使用价格较低的现成 GigE 交换机，就可以将图像数据多路传送到多个电脑平台。然后每个电脑可以针对不同的要求进行优化，而不是将电脑与每个单独的相机匹配。此外，如果主控电脑需要进行脱机维护或对新的图像处理算法进行测试的时候，可以使用备用电脑进行检测工作，而无需切换任何电缆等物理部件或更改软件设置。

为进一步降低成本和复杂性，外置图像采集卡内嵌有功能丰富的可编程逻辑控制器（PLC）。该 PLC 可接收激光传感器或旋转编码器等发出的触发信号，还以可精确地将相机传感器和与闪光灯同步。此外，还可用转码网关将视频传输到播放设备进行观看，或传到录制设备进行存档。

最终，采用外置图像采集卡可以设计出一个易于使用、便于维护的高性能成像系统，同时保证了在保留现有设备的同时，对未来技术的可扩展性。

三维传感

三维激光智能传感器正在悄然改变橡胶和轮胎行业

文/Walt Pastorious，LMI Technologies公司技术市场顾问

随着汽车厂商对轮胎质量愈来愈严格的要求，加上轮胎的复杂构成（见图 1），轮胎制造厂家迫切需要速度快、操作简单、精度高的测量和检测装置，这些装置可以离线或在线使用，他们不需要或需要很少的停机时间，可以最大程度地避免错误判断的发生。

三维激光传感器正帮助许多在线生产过程提供质量检测，并且快速反馈生产过程的变化。这些在线过程测量和控制应用包括测量橡胶的厚度和宽度、凹槽位置、正确引导安装部件以及挤出胶条的拼接完整性和外观轮廓检测。对于成品轮胎的几何尺寸和均匀性检测，轮廓传感器提供轮胎侧壁和台面完整的三维点云图，用于检测轮胎侧壁或者胎面上的微小凹坑和鼓包，以及在轮胎均匀性设备上测量不圆度。同时三维传感器还可以提供轮胎 DOT 码的识别和其它压印字符的自动追溯功能。

通常对于大多数检测技术而言，橡胶部件和产品的检测极具挑战性。橡胶材料都是黑色、未硫化、表面反光、热且粘性物质。若使用接触式传感器测量，表面很容易变形。而电容式传感器则存在着测量范围、工作距离太小、测量误差随静电的增长而变大、以及难以精确测量高硅含量的材料等不足之处。同样，对于激光以及其他光学非接触式测量技术而言，橡胶轮胎的测量同样具有着挑战，如黑色的表面通常无法反射足够的光信号到传感器，而且橡胶表面的反射率会随着纹理的变化而大幅变化。

如今这些难题都已经被 LMI 公司的一体式三维智能传感器所解决。经过专门设计的 Gocator 激光测量传感器，不受材料表面的纹理、颜色、速度及不同环境光的影响。而且通过精准的自动曝光控制，Gocator 一体式三维智能传感器确保了在不同橡胶表面的三维测量都可以实现精准控制。

在线测量和控制

轮胎制造需要许多不同的部件，每个部件（见图 2）都应被精确地安装在正确的位置，以确保成品轮胎达到精确的规格和指标。如安装橡胶胶条和侧壁到辊轴上，是通过三维轮廓传感器来精准控制位置的。它会监测橡胶带的两边边缘，以亚毫米的精确度确定橡胶带的中心线，以此确保位置的准确性。

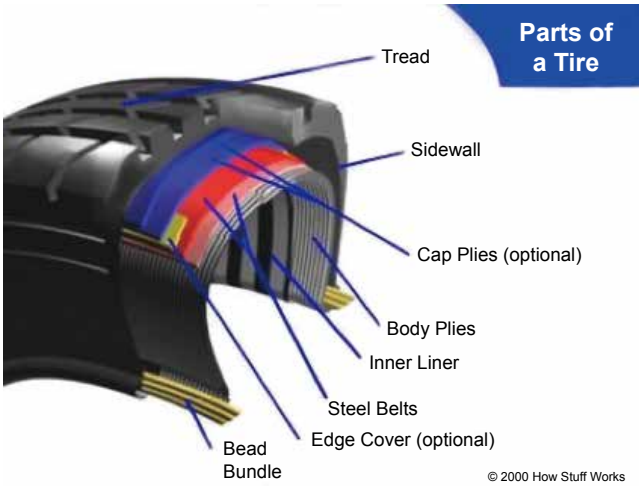
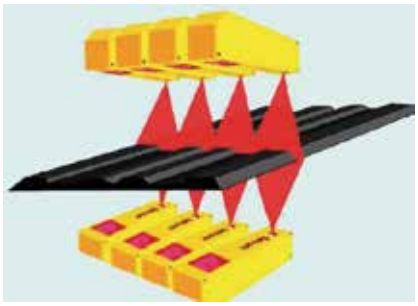


图1：轮胎内部构成。

复合挤出胎面断面形状的测绘（见图 3），既可以为口型板的制造、修理提供实际可靠的依据，减少口型板试验次数，提高挤出机开机率，又可以将实际胎面断面形状与设计形状进行比较，找出缺陷点，反馈调整挤出机设备，同时对挤出胎面的对称性、冷却前后挤出胎面断面形状的变化进行分析，在半成品阶段就可以对轮胎的均匀性、锥度等重要指标进行监控，防止由于半成品



图2：橡胶胶条尺寸0.5mm（厚）×12.7~25.5mm（宽）。



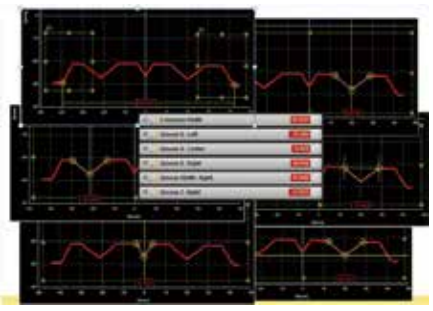


图3：橡胶挤出断面检测。

质量的变化而导致成品轮胎质量的波动。

如今，一体式三维智能传感器为轮胎生产过程的检测和控制提供了理想解决方案。内置丰富的测量工具，可用于确认橡胶条的位置，包括多槽位置、深度测量以及用户可根据需求自动设置的工具，这些都无需任何额外的测量软件，只需 Gocator 内部的测量工具即可完成。同时传感器内部可以储存多种不同的参数设置，通过调用不同的设置来快速实现不同轮胎检测，这对于经常要求切换不同轮胎型号的轮胎制造过程、而又要求缩短停机时间的制造商而言，至关重要。

成品轮胎的最终检验

成品轮胎检测系统需要检测小至十微米的凹坑和鼓包，这些缺陷表明轮胎内部有缺陷，并且这些缺陷会发生在胎侧的任何位置。为了提高产品质量和安全性，这些小的瑕疵和缺陷必须要用非常可靠的手段来检测和剔除。同时检测的速度也十分重要，通常为满足生产效率的要求，轮胎通过仅旋转一周来完成全面的质量检测。



图4：多套Gocator三维传感器组成的成品轮胎不圆度检测。

由于检测速度的限制，早期的轮胎侧壁检测系统均采用激光位移传感器，通过机械方式在侧壁上定位出几个路径来检测。这种解决方案有自身的局限性，因为如果缺陷不在这些规划好的路径上，则无法被检测到。

随着测量速度的提高，如今的智能三维线激光传感器可提供全表面的三维点云几何数据，用于检测侧壁上所有的细小缺陷，满足检测速度的要求。一般在轮胎两侧各使用一个传感器来检测，而第三个传感器常用于检测胎面的径向跳动（见图 4）。

轮胎DOT码自动识别

通常轮胎胎侧有许多凸起或凹下的字符信息，这些包括轮胎识别码，以及组装时跟踪车辆识别号的 DOT 码。传统的二维图像和特征识别解决方案是无法用于轮胎胎侧的，这是因为黑色的凹凸字符在同样黑色的轮胎上，没有足够好的对比度用于识别。

识别侧壁字符和编码的解决方案，通过三维传感采集三维成像来获得一个高度图，这个高度图可以通过常用的图像字符识别程序被分析和转化为字母数据。Gocator 智能传感器支持 GenTL 驱动，它可以配合常见的视觉图像处理软件，从而采集处理和识别这些字符或代码。

在轮胎旋转的时候，如在均匀性检查系统中，三维轮廓激光传感器为自动字符识别提供数据。在轮胎静止的时候，三维结构光快照式传感器也可采集三维数据，并为字符识别生成三维高度图。



图5：轮胎胎面DOT码字符识别。

图 5 给出的是一个典型的自动识别轮胎 DOT 码的案例。上图是一个扫描的轮胎侧壁（展开图），下图显示三维高度图的 DOT 码，此高度图生成的字符重叠在目标物的字符上。

为了保持市场竞争力，轮胎厂家不得不不断加强产品质量的控制和可靠性，这就需要采用可靠的测量方法，在保证质量的同时，尽量减少停机时间。以高速度、精确度、可靠性著称的 Gocator 三维激光传感器，将会是轮胎厂商增强质量控制、降低制造成本和保持市场竞争力的最佳选择。

康耐视超紧凑型智能相机实现PC级性能



康耐视公司推出超紧凑型独立视觉系统新系列——In-Sight® Micro 8000系列智能相机。In-Sight Micro 8000系列能够以PC运行速度实现业内领先的视觉工具性能，同时还具有与传统“傻瓜”型GigE Vision®相机一样的外形。

In-Sight Micro 8000系列相机可以通过强大的In-Sight Explorer软件轻松完成设置。该软件将简单的EasyBuilder分步设置与灵活的电子表格视图的功能相结合，能够更好地进行控制。除了PatMax RedLine技术，In-Sight Micro 8000还能以高性能的PC运行速度来使用这些行业成熟的In-Sight视觉工具。更重要的是，这些功能所需的空间更小。

拥有以太网供电功能的In-Sight Micro 8000系列的尺寸仅为31mm x 31mm x 63mm，采用以太网供电，尽可能减少布线，方便将视觉系统集成到机器人和难于触及的机械狭小空间内。其可部署在生产线的任何位置，用于引导、检验、测量和工业识别应用。

康耐视，www.cognex.cn

堡盟VeriSens视觉传感器配备新软件



堡盟VeriSens视觉传感器配备最新VeriSensApplication Suite 2.6应用程序包。新版软件包括多项功能扩展，既能够满足客户在扩充功能范围方面的迫切需求，也能为未来做准备。新功能包括最新的创新性图像工具“边缘特征检测”，新颜色模块中集成了彩色文本和彩色码读取功能，以及对Windows 10的支持。在现已发布的VeriSens视觉传感器产品中，只需一次软件更新就可实现对所有产品系列的升级，使用这些新功能。

最新的Application Suite软件注重易用性，即使是复杂的检测任务也能在几分钟之内完成设置。配置过程只需四步，一目了然。该视觉传感器可同步执行多达32项特征检查，并且堡盟的FEX专利图像处理器可确保稳定的图像评估。利用可配置的Web界面，必要的参数调整都可以在现有机器控制系统的浏览器中直接完成。

Baumer，www.baumer.com

Point Grey采用夏普CCD的超低成本Blackfly® GigE相机

Point Grey的Blackfly GigE Vison ™相机产品线中新增采用夏普CCD的130万像素产品——Blackfly BFLY-PGE-13H2。



该相机采用Sharp RJ33J4CA3DE（黑白）和RJ33J3CA3DE（彩色）1/3" 全局快门CCD传感器。这些相机产品能够以30fps的帧率拍摄分辨率为1288×964的图像。夏普公司已开发出一种独有的CCD技术，这种技术能比传统CCD提供更高的灵敏度和更好的图像质量。其独特的微透镜设计使得光束收集更加高效，进而能在可见光和近红外区域获得更高的量子效率。

BFLY-PGE-13H2相机售价265美元/199欧元，是目前Point Grey价格最低的Blackfly相机。您可从Point Grey和Point Grey的经销商那里订购这款产品。

Point Grey，www.ptgrey.com

JAI的Spark系列1200万像素CMOS面阵相机

JAI公司的Spark系列面阵相机再次新增两款新产品——Spark SP-12000C-CXP4（彩色）和Spark SP-12000M-CXP4（黑白）。这两款面阵相机均基于CMOSIS的1200万像素CMOS传感器CMV12000，其分辨率为4096×3072像素，像素尺寸为5.5μm，采用全局快门曝光技术。该相机能通过CoaXPress 4接口以189fps的帧率传输1200万像素全分辨率的图像数据。

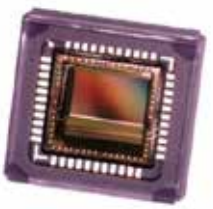


主要功能包括自动电平控制、图像序列触发、独特的多ROI功能以及平场校正、彩色阴影校正、缺陷校正、黑电平控制、自动/手动白平衡和256级可编程查找表(LUT)等预处理功能。

Spark SP-12000-CXP4的应用包括生产质量控制、事件捕获、计量学、药品检测、晶圆检测、医疗器械检测、半导体和PCB检测、包装及印刷检测、太阳能电池和液晶面板检测、体育与娱乐、智能交通等户外应用。

JAI，www.jai.com

e2v的最新CMOS图像传感器



e2v 推出的最新图像传感器 EV76C541，是专为低光照条件应用而设计的一款 CMOS 传感器，提供宽 VGA 格式，能在全分辨率下获得 125fps 的帧率。该传感器的像素尺寸为 4.5µm，功耗低，适用于采用电池供电的应用，如手持式条形码扫描器、智能相机、医疗成像以及 3D 虚拟现实眼镜等。

此外，该芯片中还嵌入了一些新颖的工业机器视觉应用功能，如多个感兴趣区域模式等。e2v 将在 2 月美国的 Photonics West 展会上展示该款芯片。

e2v，www.e2v.com

Allied Vision采用Sony Pregius传感器的GigE相机



Allied Vision 公司的 Mako 系列工业相机产品线中新增一款 Mako G-234 GigE 相机，其是从 CCD 技术过渡到 CMOS 技术的理想选择。

Mako-G234 相机采用 230 百万像素 Sony IMX249 CMOS 图像传感器，像素尺寸 5.86µm，能在全分辨率下获得高达 40fps 的帧率。该相机采用 GigE 接口，具备超过 73dB 的动态范围、64Mbyte 板载 FIFO，并且配备了 Allied Vision 公司的 Vimba 软件开发工具包。Mako G-234 GigE 相机适用于工业自动化、机器人、质量控制和检测及其他诸多机器视觉应用。

Allied Vision，www.alliedvisiontec.com

Basler量产采用安森美PYTHON CMOS的ace相机



Basler 已经量产装配安森美 PYTHON 系列最新 CMOS 芯片的首批 Basler ace 相机，现已接受大批量订购。装配 PYTHON 300、PYTHON 500 和 PYTHON 1300 芯片的相机提供从 VGA 到 130 万像素的分辨率，可实现高达 750fps 的帧率。它可实现内在成像优化，同时完美结合先进的噪声抑制、优化的图像清晰度算法以及全新“5×5 去拜耳化”功能，即提供高水平成像质量，且速度不受影响。

新款 ace 相机适用于工厂自动化、显微镜、医疗和交通等应用领域，每款新相机均具备 USB3 Vision 和 GigE Vision 标准的全带宽。

Basler，www.baslerweb.com

EPIX的Camera Link图像采集卡瞄准嵌入式成像应用



EPIX 公司推出的 PIXCI EB1miniH 图像采集卡，专为空间受限的应用而设计，包括嵌入式成像应用。

该图像采集卡外观小巧，尺寸为 50.95mm×30mm，提供全长和半长版本，并配有 Base Camera Link 接口，运行 XCAP 图像软件。XCAP 在 Linux 环境下支持 ARM 处理器；在 Windows 和 Linux 环境下支持英特尔 I386 和 x86_64 处理器。

该图像采集卡能支持超过 1000 种不同型号的相机，包括面阵相机和线阵相机，具有 64 位内存寻址、250MB/s 的突发传输和 200MB/s 的持续数据传输。EPIX 将在 2 月美国的 Photonics West 展会上展示该图像采集卡。

EPIX Inc，www.epixinc.com

IDS采用Sony CMOS传感器的GigE相机



IDS Imaging Development Systems 公司推出的型号为 UI-5260CP 的 GigE 相机，采用了 230 万像素的 Sony IMX249 CMOS 图像传感器，像素尺寸为 5.86µm，可以获得高达 41fps 的帧率。此外，该相机可提供彩色和黑白版本，具有 60MB 的图像缓存器，并提供 IDS 软件套件。

UI-5260CP 相机外观小巧，尺寸仅为 29mm x 29mm x 41mm，采用以太网供电，适用于机器视觉工业自动化和交通监控等应用。

IDS Imaging Development Systems GmbH

www.ids-imaging.com

广告索引 Ad Index

视觉系统设计 Vision Systems China DESIGN

Advertiser	广告商名称	网址	页码
Basler Asia Pte. Ltd.		www.baslerweb.com	27
CkVision Machine Technology Co., Ltd.	深圳市创科自动化控制技术有限公司	www.ckvision.net	1
Cognex	康耐视视觉检测系统(上海)有限公司	www.cognex.cn	13
JARGY Co., Ltd.	佳记股份有限公司	www.jargy.com.tw	15
Metron Hong Kong Limited	香港明创有限公司	www.metronhk.com	8
Shenzhen Coolens Technology Co., Ltd.	深圳市视清科技有限公司	www.coolens.cn	11
Vision China	中国国际机器视觉展览会暨 机器视觉技术及工业应用研讨会	www.china-vision.org	IFC

投稿指南

《视觉系统设计》杂志及网站长期接收投稿，投稿内容可以涉及：

1、公司及行业新闻。

2、公司最新产品发布——详细介绍产品的主要特性及相关参数，主要适用

3、最新视觉技术报道——内容可涵盖照明、镜头、相机、图像传感器、图像采集与处理、视频接口、软件等视觉领域的各个方面。

4、应用案例——内容可设计视觉系统在工业、智能交通、科研、医疗、食品、军事等各行各业的应用实例。

5、涉及视觉技术的其他内容。

投稿要求

1、请用简体中文书写，提交word文档。

2、请提供高清图片文件（JPEG格式），照片的分辨率不低于300dpi，大小不低于100万像素。

3、网站投稿文章长度不限。

4、杂志投稿文章长度约3500字。

投稿邮箱： Email：rossiep@actintl.com.hk

行政及销售人员 Administration & Sales Offices

HK Head Office (香港总部)

ACT International (雅时国际商讯)
Unit B, 13/F, Por Yen Building,
No. 478 Castle Peak Road,
Cheung Sha Wan,
Kowloon, Hong Kong
Tel: 852 2838 6298

Publishing Director (出版总监)
Adonis Mak (麦协林), adonism@actintl.com.hk

Publisher & VP of Sales & Marketing
(社长及销售副总裁)
Mark Mak (麦协和), markm@actintl.com.hk

General Manager - China (中国区总经理)
Michael Tsui (徐旭升), michaelt@actintl.com.hk

Editor-in-Chief (总编辑)
Rossie Pang (庞会荣), rossiep@actintl.com.hk

US Office

PennWell Corporation
61 Spit Brook Road, Suite 401 Nashua,
NH 03060

Group Publisher
Alan Bergstein, alanb@pennwell.com
Tel: (603) 891 9447

Editor in Chief
Andrew Wilson, andyw@pennwell.com
Tel: (603) 891 9115

Senior Web Editor
James Carroll, jamesc@pennwell.com
Tel: (603) 891 9320

China (中国)

Hong Kong (香港特区)
VP of Sales & Marketing (销售副总裁)
Mark Mak (麦协和), markm@actintl.com.hk
Tel: 852 2838 6298

Shanghai (上海)
Sales Director-China (中国区销售总监)
Judy Huang (黄作美), judyh@actintl.com.hk

Lisa You (游凌燕), lisay@actintl.com.hk
Tel: 86 21 6251 1200

Shenzhen (深圳)
Jenny Li (李文娟), jennyl@actintl.com.hk
Tel: 86 755 2598 8571

Beijing (北京)
Cecily Bian (边团芳), cecilyb@actintl.com.hk
Tel: 86 10 67484833

Wuhan (武汉)
Sky Chen (陈燕), skyc@actintl.com.hk
Tel: 86 27 6885 2360 / 86 137 2373 9991

Asia (亚洲)

Japan (日本)
Masaki Mori, masaki.mori@ex-press.jp
Tel: 81 3 6721 9890

Korea (韩国)
Judy Leger, judyl@pennwell.com
Tel: (603) 891 9113

Taiwan (台湾地区)
Rebecca Tsao (曹宇容), rebecca@arco.com.tw
Tel: 886 2 2396 5128 x 203

Judy Leger, judyl@pennwell.com
Tel: (603) 891 9113

Singapore, Malaysia (新加坡，马来西亚)
Mark Mak (麦协和), markm@actintl.com.hk
Tel: 852 2838 6298

North America (北美)

Judy Leger, judyl@pennwell.com
Tel: (603) 891 9113

Germany, Austria, Northern Switzerland,
Eastern Europe
Holger Gerisch, holgerg@pennwell.com
Tel: 49 0 8801 9153791

Israel
Dan Aronovic, aronovic@actcom.co.il
Tel: 972 9 899 5813

VisionCon 2016

视觉设计技术会议

迈向智能制造时代
机器视觉技术及应用

2016年7月　苏州

2016年12月　深圳



主办单位 ACT

大会媒体 视觉系统设计 Vision Systems DESIGN China

大会咨询　conference enquiry
裴雅琴　Kiki Pei（中文）
kikip@actintl.com.hk　86-755-25988571

麦建英　Pauli Mak（English）
paulim@actintl.com.hk　852-28386298

赞助咨询　sponsorship enquiry
黄作美　Judy Huang（中文）
judyh@actintl.com.hk　86-21-62511200

麦协和　Mark Mak（English）
markm@actintl.com.hk　852-28386298