

# 机器视觉在中国工业自动化革命中的角色

任涵文

电话: 13509688545 Email: [hwren@iqsj.com](mailto:hwren@iqsj.com)

如果说开始于 19 世纪的英国工业革命奠定了人类社会的现代文明的物资基础的话, 我认为开始于上世纪下半叶的工业自动化浪潮则将人从繁重的重复劳动中解放出来, 有更多的时间来创造和享受人的精神世界。今天复杂纷繁的精神生活在一定程度上得益于工业自动化浪潮, 因此, 我个人认为将其称为工业自动化革命并不为过。而在工业自动化革命中, 机器视觉则代替了人的眼睛, 一天 24 小时守候在设备旁, 从不疲惫, 每秒钟高达几十幅上百幅的图像处理速度, 微米级的测量精度, 这些都是人眼所无法达到的。而这就是机器视觉在工业自动化革命中的作用。

我看到的最早的一本介绍图像处理的书《数字图像分析》出版于上世纪 70 年代(中文译本 1987 年), 书中介绍了从上世纪 50 年代起图像处理技术在细胞学研究中的应用。如果把这算作机器视觉的开始, 到如今已经有半个世纪的时间了。时间之早, 可能远远超出读者的想象, 因为那时的中国还是处于大跃进、大炼钢铁的时代。机器视觉的概念进入中国已经是上世纪 90 年代之后的事情了, 与国外相比, 整整相差了 40 年。所以今日中国的机器视觉相对落后是正常的, 但是近年的发展速度还是相当惊人的, 也许, 这本小册子就是一个信号。

## 机器视觉在各行业应用情况

机器视觉已经渗透到我们的各个行业中了, 从医疗卫生, 半导体, 电子, 印刷一直到 LCD 制造……, 凡是涉及到自动化的地方几乎就能找到机器视觉的影子, 它已经渗透到很多行业中了, 甚至在对单位土地面积上的蝗虫统计上, 我们都试图通过图像处理来自动完成。可见, 机器视觉对我们的现代社会的影响有多大。在这里, 我就不一一介绍在各行业的应用了, 仅介绍几个我认为有代表性的行业: 医疗、SMT 和硬盘制造。选择医疗行业, 是因为据我了解, 该行业是应用图像处理技术的先行者, 与其同时代的图像处理研究领域是金相学及字符识别(OCR); 选择 SMT 行业, 完全不需要任何理由, 因为机器视觉在该行业的应用太成功了; 计算机作为人类有史以来最伟大的发明, 彻底改变了人类生活方式, 而硬盘可以说是计算机里唯一的有机运动的机械运动的核心部件, 所以选择硬盘制造业就不足为奇了。

### 一 医疗行业

正如前面介绍的, 该行业的机器视觉应用已经有 50 年的历史了, 半个世纪的发展使得图像处理技术在该行业的很多方面的应用已经非常成熟, 如 X 光照片数字化处理及增强技术, 基于图像处理技术的血液涂片及染色体分析等。近年来, 通过图像处理技术来进行辅助诊疗方面也有很大的发展, 如通过图像处理技术自动对肺部图像进行分析, 完成对癌症等病灶的辅助分析。当然, 还要结合专家系统等技术来完成该项工作。另外, 基于立体视觉的机器人手术也是近年来研究的热门, 而且也取得了相当丰硕的成果。该项技术要求视觉系统的可靠性是百分之百, 因为它操作的对象不是一个零件, 而是一个人, 所以目前该项技术还处于研究阶段。事实上, 医疗领域的一些划时代的成果, 比如 B 超、CT 等技术都与图像或者图像处理有着密切的关系。

### 一 SMT 行业

在整个印刷电路板的生产过程,从头到尾几乎都伴随着机器视觉,从开始的电路板生产过程中印刷电路检测的 AOI 设备、PCB 板定位孔的钻孔设备(打靶机)、锡膏印刷过程中的钢网与 PCB 板的对准机构、印刷后的锡膏厚度测量设备一直到贴片机、贴片后的 AOI 设备。其中的每个设备都可以说是机器视觉成功应用的典范,而且所用的技术各不相同,如锡膏印刷设备及贴片机是用到了 Mark 点及器件检测定位技术,锡膏厚度检测用到了基于结构光的三维测量技术,而 AOI 设备则是机器视觉在表面质量检测中的最成功的应用。表面质量检测一向是机器视觉中最难的部分,到目前位置,可以说除了 PCB 板的表面质量检测相当成功外,其它行业很少有成功的案例。

### 一 硬盘制造行业

计算机硬盘是一个相当复杂的设备,由控制电路、电机、盘片及磁头等组成,其中相当多的是精密的机械零件,而这些机械零件的生产及装配需要大量的带有视觉系统的高精度自动化设备,其中很多可以说是教科书式的机器视觉应用的经典案例。

硬盘磁头上有很多精密机械零件,不但负责数据的读写,而且也是相对于盘片高速运动的唯一部件,因此对生产、装配设备要求相当高。最近我们设计了一台粘接 PZT(硬盘实现微驱技术的关键部件)的设备,一共使用了 9 个摄像头,其中有的用来找 mark 点来进行定位用,有的采用了类似目前先进的贴片机上的飞行对中技术来定位零件,另外还有的用来测量零件贴放位置及表面质量检测。可以说机器视觉技术在这台设备上得到了全面的应用,由此也可以看出在该行业中机器视觉的重要性。

## 机器视觉在自动化设备中的角色

机器视觉好比人的眼睛或者大脑,如果一个人仅有大脑而没有躯干及四肢,是做不了任何事情的,因此机器视觉仅仅是设备的一部分,而绝不是设备的全部。即便是一台没有任何运动部件的单纯测量平台,也需要有一个类似人体躯干的支架来固定摄像头。而对于绝大多数配有视觉系统的设备都是些精度很高的自动化设备,否则配置视觉系统的作用是什么呢?比如说:系统要求的精度为  $5mm$ ,视觉系统已经检测出零件位置误差为  $6mm$ ,但是系统的执行机构的定位精度仅有  $10mm$ ,你说这样又怎么来补偿  $6mm$  的位置误差?因此在很多情况下视觉系统必须与精密机械运动系统相配合才能真正发挥它的作用。

在整个 SMT 生产链中,除了贴片机等少数设备我们无法生产,其它的设备基本上都已经实现了国产化。为什么我们不能生产自己的贴片机?是贴片机对视觉系统要求很高吗?不是,因为贴片机需要处理的图像处理也就是找找 PCB 板上的 Mark 点和吸头上的电容电阻的角度位置,并不难,其难点是在于我们平时很看不起的机械部分。现代的高速贴片机的贴片速度已经达到了每秒 5 到 10 片的贴片速度,我们国内设计的运动机构根本无法在这么高的速度下还保持相当高的定位精度,这才是问题的关键。换句话说,在很多情况下,我们制造不出国外同品质的自动化设备,问题的关键不在于貌似高深的机器视觉,而在于不起眼的机械部分。

另外,对于以视觉系统为主要部分的非接触精密测量设备来说,目前国内制造平台的厂家很多,开发相应软件的公司也很多,但是我们的测量精度就是赶不上国外的先进产品。为什么?除了软件的算法及镜头、摄像头等部分硬件与国外相比可能有一定的差距外,我认为主要原因就是我们的平台,我们的运动机构的精度不够。那些国外的顶级的设备制造商会把铸件放到室外进行十几年的时效处理,而对于我们的浮躁的中国人呢?所以说,精密的视觉系统对于精密的自动化设备来说是必要条件,但不是充分条件。总之,精密机械设计的落后在一定程度上制约了机器视觉在我国的推广应用。

“不能为了视觉而视觉”,这是我经常说的一句话。机器视觉在国外的设备上的应用已

经是很平常的事情了,但是由于进入我国的时间不长,再在加上有些业内人士对其神秘化,所以很多人都觉得这个东西很神奇。一旦入了点门,在项目研发的时候,只要能用到视觉系统的地方就用,其实这是完全错误的。读者一定要记住:再可靠的视觉系统也没有机械系统可靠;再高速的图像处理系统也没有机械系统快速。也许这两句话有点绝对,但是当你若干年后再来回味它的时候,也许能悟出点什么来。我们在进行设计时,一定要把握这样一条原则:只在那些机械真正无法实现的地方才使用视觉系统。只有这样才能充分发挥视觉系统的作用。

“板卡与嵌入式”之争由来已久,其实在我看来这是一个很简单的问题:需要用板卡的时候就板卡,需要用嵌入式系统的时候就嵌入式,不需要什么争论。比如说:我整台设备是用 PLC 控制的,那就可以采用嵌入式系统,因为相互之间的通信及控制很容易。如果这时非要用图像采集卡,就还要增加一台计算机,实在是得不偿失。反过来,如果运动控制已经是用 PC 机来完成的,那么顺理成章地在插一块图像卡来完成图像处理功能。另外,在价格上也很难分出胜负来,我既能用几千元配置出专业的板卡式的硬件(图像卡、镜头、摄像头、光源),也可以用几万元来配置高速的处理运动图像的板卡系统。所以这种争论是没有必要的,一切都要根据实际需要而定。

## 机器视觉在未来中国的发展趋势

### 一 应用

从上个世纪 90 年代开始,随着那些带有视觉系统的洋设备进入到我们的一些外资企业,我们才以一种敬畏的姿态开始接触视觉系统。随着多年的接触,并靠着中国人的才智,近年来我们也模仿或者研发了带有视觉系统的自动化设备,但是还不成气候,我觉得甚至比不上台湾。

不管愿不愿意,中国经过这么多年的发展已经成为了世界工厂。“Made in China”的廉价产品充斥了世界,但同时品质似乎也不是很好。近年来,随着国内劳动力成本的上升以及工厂招工难的现象越来越严重,另外自动化设备的制造成本也在不断下降,使用人工的成本与使用自动化设备的成本正在接近,而且在有些行业应该在一两年之内两条曲线就会交叉,如图 1 所示。因此,到那时自动化设备必将迎来一个蓬勃发展的时期。

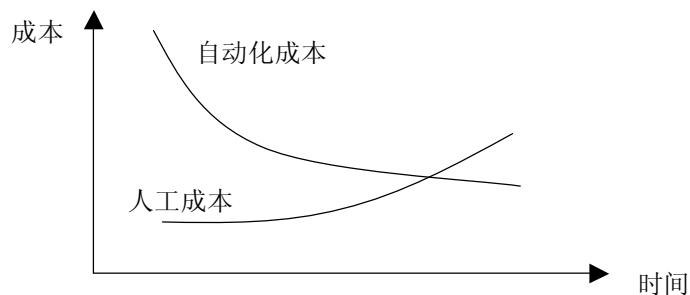


图 1 自动化与人工成本曲线

除此之外,随着世界对中国产品的品质要求越来越高,在很多行业用人工操作也越来越不能满足客户要求,Hand Free 成为越来越多的客户对中国工厂的要求。自动化设备不同于人,不会有情绪波动,不会生病(只要维护得好),操作的一致性及精度要远远高于人手。因此基于品质的需求也必将推动自动化设备在中国的推广。对于这些即将替代生产线工人的自动化设备来说,其中有相当多的是要带视觉系统的,因为他们替代的是人。

技术的进步也将推动机器视觉的在中国的推广应用。目前在中国的很多工厂中,人工最

密集的往往是最后一道工序——人工目检 (VMI), 往往几百人上千人。他们非常希望使用自动化设备来代替工人完成目检, 但是每当他们提出这个要求的时候, 我往往只能摇摇头, 拒绝他们的要求, 因为我做不到。现有的图像处理水平还不足以替代人的眼睛完成这些看似简单的目检工作。另外, 在少数场合即便是能够做到, 但是高昂的价格也足以吓退这些跃跃欲试者。我相信, 随着图像处理技术的进步, 软件的智能水平的提高, 视觉系统价格的不断下降, 必将在不久的将来用机器来替代这些成百上千的目检人员。

## 一 研发

机器视觉技术在中国也毫无例外地走了一条先代理后研发的道路。

### ■ 硬件

近年来, 我国在硬件研发方面的取得了显著的进步, 除了部分高速图像处理系统外, 其它如标准制式的图像采集卡、光源及部分镜头都已经国产化了, 并且品质不错。另外, 近年来出现的基于 USB2.0 或 1394 接口的国产高分辨率数字摄像头也越来越多地应用到视觉系统中。因为有了这些, 才使得我能配置出几千元的硬件系统。

尽管我们的电子市场到处都是出售摄像头的摊位, 但是用到机器视觉的摄像头几乎无一例外地需要进口。另外, 在高速图像处理系统方面我们还是完全依赖于进口。但是随着我国技术的进步, 在未来的几年内赶上国外并不是什么难事。

### ■ 软件

无论是板卡式还是嵌入式图像处理系统, 没有软件都是做不了任何事情的。相对于硬件, 我们的软件水平似乎更要落后一些, 因为到目前为止还很难实用的国产的软件开发包。究其原因, 我认为有两条: 第一, 我们起步晚, 国外的很多的图像公司都起步于上世纪七八十年代, 经过几十年的发展, 一个版本一个版本地推出软件, 到如今已经相当成熟了, 这方面我们是无法相比的。另外, 国外有不少公司的技术脱胎于大学, 在起步之初就站在了一个比较高的位置上了。第二, 中国的学者似乎热衷于在象牙塔中从事一些看似高深的研究, 热衷于发表文章 (当然了, 职称、工资都与之息息相关), 而不屑于研究一些在工业应用方面的实实在在的技术。比如说, 基于几何特征的图像匹配技术在机器视觉中十分有用, 但是国内就找不到, 迫不得已, 我们这家设备制造公司自己投资来做这方面的开发。

所以说, 相对硬件来说, 我们软件开发要走的路似乎更长。

## 参考文献

- 【1】A. Rosenfeld, 数字图像分析, 科学出版社, 1987