

机器视觉智能组态软件 XAVIS及应用

韩九强 著



西安交通大学出版社
XI'AN JIAOTONG UNIVERSITY PRESS

机器视觉智能组态软件 XAVIS及应用



韩九强 著



西安交通大学出版社
XI'AN JIAOTONG UNIVERSITY PRESS

内容简介

《机器视觉智能组态软件 XAVIS 及应用》是一本结合 XAVIS 组态软件介绍机器视觉智能组态编程方法和实际应用开发案例的实用教材。本书将图像采集、图像处理、模式识别、目标跟踪、图像融合、机器学习等数理算法和分类控制概括封装为机器视觉智能组态软件 XAVIS 的基本概念函数,结合 XAVIS 软件的实践教学,可大大减少或省略从数学算法理解机器视觉的基本概念和内容,避免实际应用中从基础数学算法编程研发的复杂模式,从而大大节约学习成本和项目研发成本。本书讲述了 XAVIS 软件入门操作、可视化智能组态编程方法、基于图像处理与模式识别的功能函数、基于 C/C++ 的库函数扩充方法、以及基于智能相机的工业应用案例、群视觉机器人柔性智能化系统教学实验案例、图灵工业机器人的工件装配案例。

本书的布局、结构由浅入深、由简单到复杂,由图像处理概念案例到模式识别实际应用案例,由函数组态编程到 C/C++ 程序扩展,由教学实验平台创新案例到智能相机工业应用案例,直至基于 XAVIS 的视觉机器人研发和群机器人智能化系统教学实验案例,使得学习 XAVIS 具有从学习机器视觉技术到基于 XAVIS 工业应用的渐进过渡效果,也能深入理解机器视觉在现代工业应用中的现实意义和在智能时代的长远意义。本书既适合初学机器视觉的大专生、本科生理论联系实际的案例学习,也适合研究生、博士生进行模式识别与机器学习理论研究的方法验证,更适合从事机器视觉、模式识别、视觉智能设备、群机器人智能化系统和工业机器人离线编程软件研究开发的工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

机器视觉智能组态软件 XAVIS 及应用/韩九强著. —西安:
西安交通大学出版社, 2017. 12(2018. 8 重印)
ISBN 978-7-5605-7131-7

I. ①机… II. ①韩… III. ①计算机视觉-
IV. ①TP302.7

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 001085 号

书 名 机器视觉智能组态软件 XAVIS 及应用
著 者 韩九强
责任编辑 杨 璠 李 佳

出版发行 西安交通大学出版社
(西安市兴庆南路 10 号 邮政编码 710049)
网 址 <http://www.xjtpress.com>
电 话 (029)82668357 82667874(发行中心)
(029)82668315(总编办)
传 真 (029)82668280
印 刷 北京虎彩文化传播有限公司

开 本 787mm×1092mm 1/16 印张 21 字数 510 千字
版次 2018 年 4 月第 1 版 2018 年 8 月第 2 次印刷
书 号 ISBN 978-7-5605-7131-7
定 价 138.00 元

读者购书、书店添货,如发现印装质量问题,请与本社发行中心联系、调换。
订购热线:(029)82665248 (029)82665249
投稿热线:(029)82665379
读者信箱:lg_book@163.com

版权所有 侵权必究

前 言

随着工业革命的一次次推进,机器先后经历由蒸汽机技术推动的动力机器,由加工技术推动的做工机器(机床)、由 PLC 程控技术推动的程控机器(数控机床)、由信息物理系统技术推动的网络机器,逐步具备了类人的"体力、手工、耳朵、嘴巴"等重要器官肌能的仿人作业能力。随着机器智能化的快速发展,类人眼睛肌能的机器视觉技术将成为机器智能化不可或缺的关键技术,因此工业对机器视觉技术乃至人工智能应用需求开始井喷式地涌现,机器视觉和机器学习技术与视觉智能机器的市场潜力越来越大。

机器视觉技术应用对象各异,特别是涉及对不同对象的识别理解,每一种对象个性化视觉信息的处理都涉及繁杂的数学计算,这给机器视觉技术在工程中的应用中造成极大的困难。基于这一原因,历时十几年的努力,自主研制开发成功了自有知识产权的机器视觉智能组态软件 XAVIS。在此基础上,随着视觉机器与智能化机器与智能化系统应用需求的快速增长,结合机器视觉智能组态软件 XAVIS、基于智能相机的机器视觉教学实验平台、视觉机器人教学实验系统平台以及群视觉机器人智能化系统教学实验平台等,编著了《机器视觉智能组态软件 XAVIS 及应用》,这为降低机器视觉技术方法学习难度、缩短学习时间、简化教学环节、提高学习效率创造了条件,为加快基于机器视觉的智能化系统设备开发奠定了一定基础。

《机器视觉智能组态软件 XAVIS 及应用》共分 17 章:第 1 章和第 2 章分别简述了机器视觉技术的发展和机器视觉智能组态软件 XAVIS;第 3 到 6 章重点讲解了 XAVIS 软件涉及的全部库函数,包括基础操作函数、图像处理、模式识别、对象测量、目标跟踪以及机器学习等库函数的功能和调用方式;第 7 章到第 12 章主要介绍了如何利用 XAVIS 软件开发实现一个视觉机器设备或系统的组态编程应用案例,包括图像处理、图像测量、目标检测、模式识别和目标跟踪等典型案例;第 12 章主要介绍了基于 C/C++ 语言的 XAVIS 库函数扩充方法,主要是为研究模式识别、机器学习等理论算法工作者便于使用 XAVIS 组态编程;第 14 章介绍了基于智能相机的 XAVIS 在工业中的应用案例;第 15 章介绍了基于 XAVIS 的视觉机器人教学实验案例、群视觉机器人智能化系统教学实验平台以及群视觉机器人智能化系统教学实验案例;第 16 章简要介绍了机器学习的基本概念和方法,重点讲述了基于智能组态软件 XAVIS 组态编程实现的群视觉机器人智能化系统教学实验案例,包括群视觉机器人工件拆装系统实验案例、二视觉机器人象棋对决协同系统实验案例、四视觉机器人麻将博弈系统实验案例;第 17 章简要介绍了如何将机器视觉智能组态软件 XAVIS 应用于工业机器人视觉智能化的方法步骤,结合图灵工业机器人和 XAVIS 组态编程,实现了工业机器人智能装配实验案例取得成功。

《机器视觉智能组态软件 XAVIS 及应用》是在作者《机器视觉技术及应用》一书第 3 章内容基础上的扩充,是在作者《数字图像处理》一书理论基础上的实践,因此,建议学习《机器视觉智能组态软件 XAVIS 及应用》应结合《机器视觉技术及应用》、《数字图像处理》和机器视觉智

能组态软件 XAVIS,会受到事半功倍的效果,有条件的结合基于智能相机的视觉教学实验平台,或群视觉机器人柔性智能化系统教学实验平台会更好。

本书是在研制开发机器视觉智能组态软件 XAVIS、基于智能相机的视觉教学实验设备、群视觉机器人智能化系统教学实验平台基础上著成。全书由韩九强教授主笔,刘俊、吕红强、张苏香、常振兴、罗娟等参加了编写,上海交通大学田作华教授主审。在编写过程中,参考了作者数十名研究生的学位论文,得到课题组全体老师、研究生和自动控制与检测技术研究所、陕西省智能测控工程研究中心其他老师的关心和支持,在此一并表示衷心感谢!

由于本人水平有限,书中难免存在疏漏,殷切希望广大读者批评指正。

作 者

2017 年 11 月

目 录

第 1 章 绪论	(1)
1.1 机器视觉技术的发展与应用	(1)
1.2 机器视觉智能组态软件 XAVIS	(2)
第 2 章 XAVIS 入门	(3)
2.1 软件简介	(3)
2.2 组态编程	(10)
第 3 章 基础操作函数	(17)
3.1 文件操作	(17)
3.2 变量操作	(20)
3.3 程序控制	(25)
3.4 标示输出	(26)
第 4 章 图像处理函数	(32)
4.1 图像滤波	(32)
4.2 图像变换	(36)
4.3 图像融合	(46)
4.4 阈值分割	(48)
4.5 直方图处理	(52)
4.6 连通域处理	(53)
4.7 形态学处理	(54)
4.8 仿射变换	(58)
4.9 参数计算	(60)
第 5 章 对象测量函数	(64)
5.1 对象测量	(64)
5.2 边缘检测	(68)
5.3 特征检测	(71)
第 6 章 模式识别函数	(77)
6.1 目标匹配	(77)

6.2	目标识别·····	(82)
6.3	目标跟踪·····	(88)
6.4	机器学习·····	(90)
第7章	硬件操作函数 ·····	(92)
7.1	工业相机·····	(92)
7.2	智能相机·····	(93)
7.3	教学机器人·····	(96)
7.4	工业机器人·····	(99)
第8章	图像处理实例 ·····	(103)
8.1	特征提取·····	(103)
8.2	图像增强·····	(105)
8.3	图像分割·····	(107)
8.4	图形拟合·····	(110)
第9章	图像测量实例 ·····	(114)
9.1	线段测量·····	(114)
9.2	面积测量·····	(121)
9.3	角度测量·····	(126)
第10章	目标检测实例 ·····	(129)
10.1	图像特征检测·····	(129)
10.2	缺陷检测·····	(135)
第11章	模式识别实例 ·····	(146)
11.1	图形识别·····	(146)
11.2	字符识别·····	(158)
第12章	目标跟踪实例 ·····	(182)
12.1	实时图像采集·····	(182)
12.2	目标跟踪·····	(183)
12.3	三维重构·····	(188)
第13章	基于C/C++的XAVIS库函数扩充 ·····	(191)
13.1	自定义库函数接口·····	(191)
13.2	自定义库函数算法·····	(192)
13.3	自定义库函数导入·····	(198)
13.4	自定义灰度变换库函数·····	(202)

13.5	自定义图像细化库函数·····	(206)
13.6	自定义灰度均值测量库函数·····	(208)
第 14 章	基于智能相机的实验系统及工业应用 ·····	(212)
14.1	智能相机实验系统简介·····	(212)
14.2	工件尺寸测量实验案例·····	(214)
14.3	形状识别分类实验案例·····	(216)
14.4	药品分装缺陷检测工业应用案例·····	(217)
14.5	集装箱字符识别工业应用案例·····	(220)
14.6	磁环缺陷检测工业应用案例·····	(222)
第 15 章	群机器人物联网智能化系统教学实验平台 ·····	(226)
15.1	群机器人物联网智能化系统教学实验平台简介·····	(226)
15.2	视觉机器人教学实验平台简介·····	(229)
15.3	多工件单工位智能转移实验案例·····	(250)
15.4	机器人自主智能装配实验案例·····	(260)
15.5	群机器人虚拟制造实验案例·····	(272)
15.6	双机器人协同智能装配实验案例·····	(280)
第 16 章	机器学习 ·····	(288)
16.1	机器学习简介·····	(288)
16.2	神经元·····	(289)
16.3	机器人象棋对决协同实验案例·····	(294)
16.4	机器人麻将博弈实验案例·····	(308)
第 17 章	工业机器人及应用 ·····	(316)
17.1	工业机器人·····	(316)
17.2	工业机器人自主装配实验案例·····	(318)
参考文献	·····	(327)

第1章 绪 论

机器视觉是指用机器代替人眼进行目标对象的识别、判断和测量,主要研究用计算机来模拟人的视觉功能。机器视觉技术是一项综合技术,主要包括视觉传感器技术、光源照明与成像技术、图像处理技术、计算机软硬件技术和自动控制技术等。机器视觉技术不仅能模拟人眼功能,更重要的是它能完成人眼所不能胜任的某些工作,特别是机器智能化、工业智慧化的人工智能的研究与应用。作为当今最新人工智能技术之一,机器视觉技术在电子学、光学和计算机技术不断成熟和发展的基础上得到了迅速发展,并且已成为现代加工制造业不可或缺的核心技术,广泛应用于食品、制药、化工、建材、电子制造和产品包装的行业,对提升传统制造装备的智能化生产竞争力与企业现代化生产管理水平发挥着越来越重要的作用。

1.1 机器视觉技术的发展与应用

20世纪80年代以来,机器视觉技术一直是非常活跃的研究领域,并经历了从理论研究到实际应用,从简单的二值图像处理到高分辨率多灰度以至于彩色图像处理,从二维信息处理到三维视觉模型处理的发展阶段。

目前,发展最快、使用最多的机器视觉技术主要集中在欧美、日本等发达国家和地区。中国在机器视觉软硬件研发方面虽然取得了一些成果,但是与国外先进的机器视觉技术与设备相比还有较大的差距。一方面,机器视觉的算法仍采用经典的数字图像处理算法和通用软件编程开发,组态集成开发能力较弱;另一方面,具有自主知识产权的机器视觉技术与系统产品较少,不利于批量生产和广泛推广。

机器视觉技术的主要应用包括以下几个方面:

(1) 在工业检测中的应用

工业检测是在工业生产中运用一定的测试技术和手段对生产环境、产品等进行测试和检验。机器视觉技术不仅在微尺寸、大尺寸、复杂结构尺寸等定量检测中具有突出优势,在定性检测(如印刷电路板检查,缺陷探测、钢板探伤等)中也有很广泛的应用。

(2) 在智能交通中的应用

机器视觉技术在智能交通中可以完成自动导航和交通状况检测等任务。自动导航装置可以把图像和运动信息组合起来,与周围环境进行自主交互,可应用于无人飞机、无人汽车等。

(3) 在医学诊断中的应用

机器视觉技术在医学图像诊断中有两方面应用:一是对图像进行增强、标记、染色等,帮助医生诊断疾病并协助医生对感兴趣的区域进行测量和比较;二是利用专家知识系统对图像进行分析和解释,给出建议诊断结果。

1.2 机器视觉智能组态软件 XAVIS

作为机器视觉系统的重要组成部分,机器视觉软件主要通过对图像的分析 and 处理,实现对待测目标的检测和识别。目前机器视觉软件正朝着通用、可视化智能组态方向发展。组态软件可以实现算法的通用性,并允许用户进行二次组态开发,快速实现多种工业测量、检测和识别功能。

国内对于机器视觉组态软件的开发起步较晚,市场上难以见到成熟的机器视觉组态软件产品。西安交通大学自动控制研究所在机器视觉组态软件开发方面进行了大量的研究开发工作,成功研发了具有自主知识产权的机器视觉智能组态软件 XAVIS,并逐步从 XAVIS1.0 升级为 XAVIS7.0。

XAVIS 是一种通用机器视觉组态集成软件,它最大特点就在于其双模式、组态化、开放式结构。此软件包括组态与运行两大模式,组态模式中可完成图像处理算法与操作视图的组态;运行模式则直接运行最新工程。用户既可利用软件中庞大的机器视觉算法进行二次开发,并利用一键生成功能实现组态界面独立化与最小配置的定制化运行软件,也可以自行向软件库中添加自定义算法进行相关算法研究。目前,XAVIS 可实现任意工件尺寸、圆弧半径、电子插件群组、多边形等有形物体的尺寸测量,数字字符如人民币字符识别,多信息图像融合,条码识别,运动目标跟踪,缺陷检测等功能,可广泛用于包装印刷、半导体、电子插件、制造业、现代制药等许多检测领域,也可以用于教学视觉机器人编程实验和工业机器人测控分拣系统编程。

第2章 XAVIS 入门

XAVIS 是创建图像分析程序的交互式工具。用户可以使用 XAVIS 通过交互式的组态编程,轻松地开发完整的应用程序,方便地设计和实现针对特定问题的机器视觉测控系统。本章以工件尺寸测量为例来讲解 XAVIS 组态软件的使用方法,重点介绍其组态编程。

2.1 软件简介

XAVIS 包含一个成熟的图像处理库,提供基础操作、图像处理、图像检测与测量、目标识别四大类库函数,共计 300 多个函数,适用于工厂自动化、质量监测与控制、医学图像分析等应用领域。

XAVIS 还提供了良好的系统组态编程界面,可快速实现机器视觉检测系统的组态编程。利用 XAVIS 中集成的帮助学习功能,用户可以方便地查看函数功能。XAVIS 还具有一键生成功能,生成的文件夹可以脱离 XAVIS 单独使用,使组态图像界面脱离编辑界面,便于多台电脑同时使用。此外用户还可以利用 XAVIS 的开放式结构进行图像处理、图像信息融合、机器学习、3D 形状恢复等高级算法和功能的扩充。

XAVIS 可以极大地提高用户开发应用程序的效率,主要表现在以下几个方面:

- ①在 XAVIS 的图形用户界面下,可以直接选择、分析和设置函数参数。
- ②XAVIS 函数库采用结构化的函数列表,可以帮助用户迅速找到合适的函数。
- ③XAVIS 包含带有编辑和调试功能的程序编译器。它支持循环、条件等标准编程特性,并可以执行单步调试、断点调试,方便用户开发。
- ④XAVIS 可以即时显示程序执行结果,可以立即看到使用不同函数或参数的影响。
- ⑤XAVIS 带有自动回收功能的变量管理图像对象和控制参数。
- ⑥XAVIS 结合 ZM-VS1300 机器视觉硬件平台,搭载表 2-1 所示任一款相机,可实现产品宽度、厚度、长度、圆度等在线高速实时检测判定和分拣。

表 2-1 XAVIS 搭载相机

序号	相机名称	相机型号
1	大恒图像数字摄像机	DH1351
2	维视数字图像工业相机	MV-VDF130SC
3	台湾显微科技智能相机	Sun Way130D
4	PointGrey 工业相机	50A2M-CS
5	智敏智能相机	ZM-VS1300

1. 主窗口结构

XAVIS 主窗口的窗体头主要包括标题栏、菜单栏以及工具栏,如图 2-1 所示。窗体结构主要由窗体头下方左侧的工程框,右侧的工作区以及最下方的消息框构成。

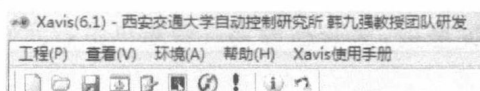


图 2-1 XAVIS 主界面

(1) 标题栏

显示软件名称 XAVIS,以及 XAVIS 软件是否处于激活状态。当打开具体的工程例子后,会在标题栏中显示当前例子的名称。

(2) 菜单栏

工程级命令菜单,包括工程、查看、环境、帮助以及 XAVIS 使用手册五大项。

“工程”菜单项:其下拉菜单中包括基本的新建、打开、保存工程等子菜单项,其功能与 Windows 资源管理器中所使用的多数命令作用相同,此处不再一一介绍。这里需要特别介绍的是“选项”子菜单项。通过“选项”子菜单项,可以设置 XAVIS 能够调用的函数库,以及选择 XAVIS 搭载的相应相机的 dll 库文件,如图 2-2 所示。

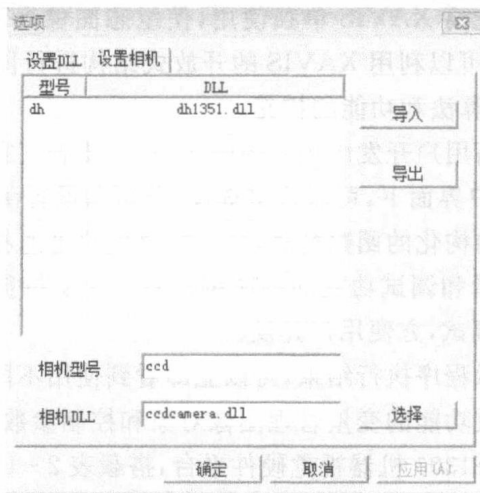


图 2-2 XAVIS“选项”子菜单

“查看”菜单项:设定当前界面中需要显示的栏目;

“环境”菜单项:其下拉子菜单包括打开/关闭算法组态的编辑面板、添加/删除界面组态的绘图面板以及清空消息框消息的功能项;

“帮助”菜单项:用于查看当前使用的 XAVIS 版本;

“XAVIS 使用手册”菜单项:XAVIS 中集成了帮助学习功能,可以在查看函数的同时方便地查看函数功能。XAVIS 主界面的主菜单栏上有一个“XAVIS 使用手册”菜单,鼠标单击之后弹出一个软件相关的 CHM 帮助文档,如图 2-3 所示,可以查看相关的软件简介、XAVIS

操作以及算法库的扩展等内容。这是 XAVIS 软件中附带的一个帮助文档,用于及时辅助用户对于该软件的使用。开始学习使用 XAVIS 的用户,可以通过浏览该文档,方便快捷地获得相应的帮助。

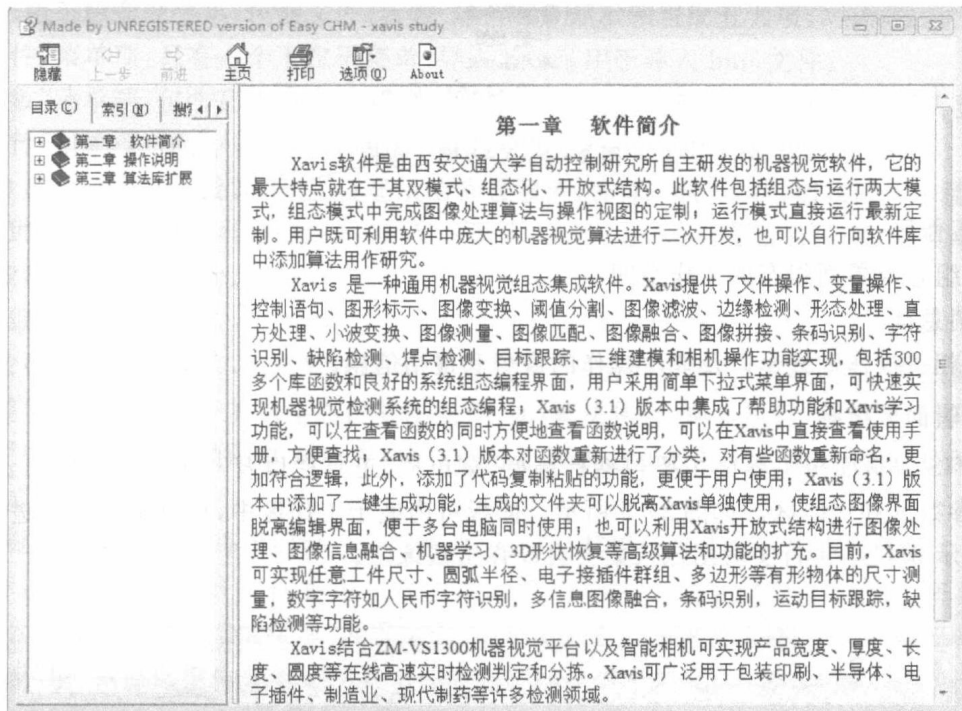


图 2-3 XAVIS 使用手册

(3) 工具栏

工程级工具菜单,包括新建工程、打开工程、保存工程、清空消息框、添加视图面板、预览视图、工程检错、运行、帮助和机械臂调试软件。其新建、打开、保存工程的基本功能与菜单栏中“工程”菜单项的基本功能相同,清空消息和添加面板与菜单栏“环境”菜单项的功能相同,此处不再赘述。

“预览”工具项:在界面组态的过程中,提前查看并循环修改组态的界面,直到达到要求为止,预览支持视图控件的所有功能操作;关于视图控件将在“绘图面板的结构”中进行介绍。

“检错”工具项:在界面组态的过程中或界面组态结束后,精确检查视图与先前组态的图像处理算法之间数据关联的合法性与准确性,即各个控件所关联数据的正确性。如果不满足条件,则给出警告或错误信息,方便用户修改;

“运行”工具项:检错无误后方可执行运行功能,通过真实运行效果检查确认组态算法与组态界面是否达标;

“关于”工具项:查看当前使用的 XAVIS 版本。

“机械臂调试软件”工具项:在线调试 Dobot 机械臂。

(4) 工程框

显示工程的结构组成信息,包括编辑面板、绘图面板和 *.xav 文件,支持弹出快捷菜单操

作。如图 2-4 所示。

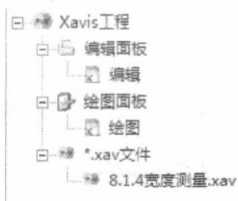


图 2-4 XAVIS 工程框

(5) 工作区

算法组态与界面组态的工作空间。

(6) 消息框

用户相关操作的提示以及非法操作的警告和报错信息。

2. 编辑面板结构

XAVIS 编辑面板主界面主要包括标题栏、菜单栏、工具栏以及 4 个附属子窗口：图像区、值显区、参数区和代码区。如图 2-5 所示。面板可内嵌于工作区中，也可最大化。进行 3D 操作时会显示 3D 区，进行实时图像采集会自动弹出摄像区。

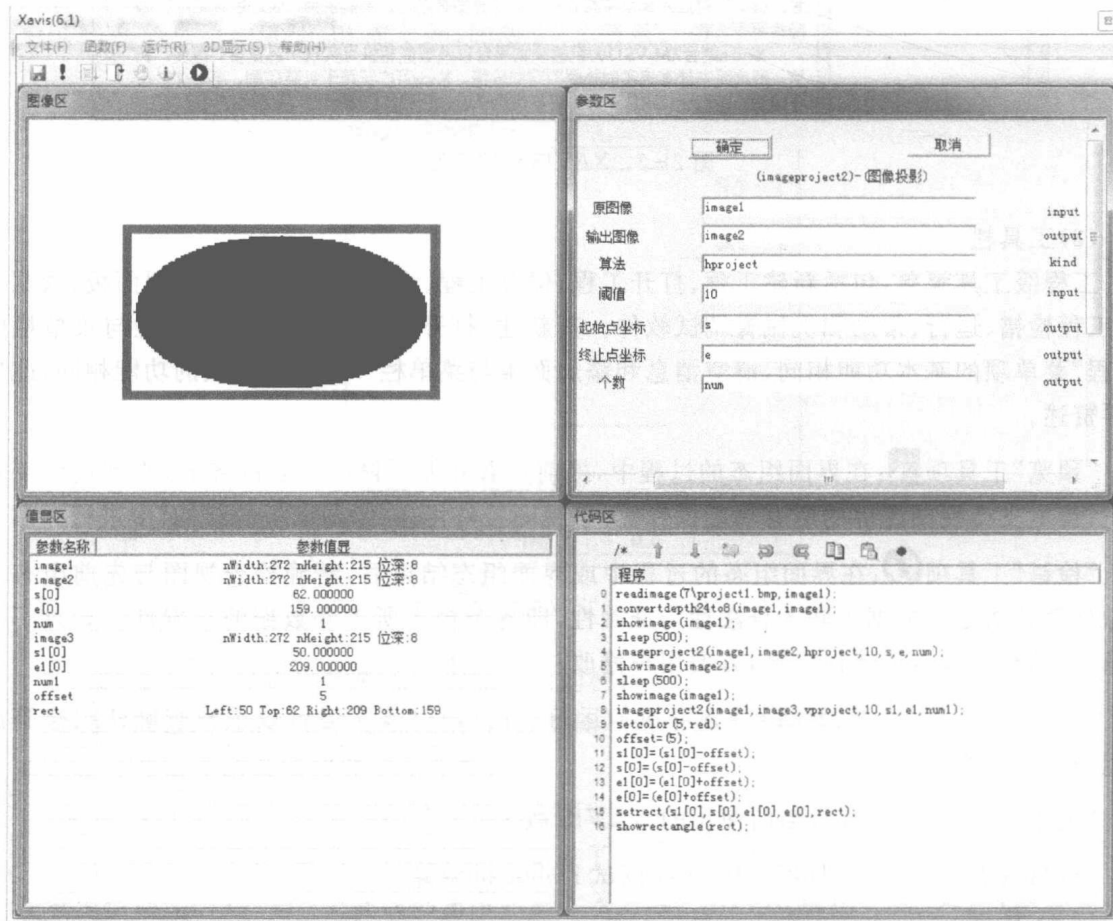


图 2-5 算法组态编辑面板

(1) 编辑面板标题栏

显示软件名称 XAVIS 以及编辑面板是否处于激活状态。

(2) 编辑面板菜单栏

算法组态级命令菜单,包括文件、函数、运行、3D 显示和帮助五大项。

“文件”菜单项:只有一个下拉子菜单“导入 hmt”,用于导入 hmt 文件。

“函数”菜单项:包含算法组态需要的所有函数,组态编程的时候,可以选择需要的函数。

“运行”菜单项:停止/复位/保存程序,以及单步执行/全局执行程序。

“3D 显示”菜单项:设置 3D 工程显示的背景颜色,选择点状/线状/面状的显示模式。

“帮助”菜单项:查看当前使用的 XAVIS 版本。此外还有一个“函数搜索”子菜单项,用于查找搜索需要的函数帮助。

(3) 编辑面板工具栏

算法组态级工具菜单,包括算法保存、算法运行、算法单步运行、算法复位、算法停止运行、关于一键生成。这里关于算法组态的基本操作,如:算法保存、单步执行、程序复位等基本功能与菜单栏中“运行”菜单项的基本功能相同,此处不再赘述。这里只特别介绍一下 XAVIS 的“一键生成”功能。

“一键生成”工具项:每次编好一个例程之后,可对其进行相应的一键生成操作。单击一键生成图标,便会在 XAVIS 文件夹中自动生成一个“xavis 一键生成”子文件夹,里面保存了 XAVIS 运行所需要的动态链接库、配置文件、组态 exe 以及一些必备的 pic 和 samples。进行“一键生成”以后,可以把生成的文件夹单独拷到别的机器上使用,即可以把组态的图像处理机器视觉工程拷贝到别的机器上使用,从而摆脱 XAVIS 编程软件的限制,真正地使 XAVIS 成为一个应用的工具,使组态图像界面单独独立出来。

(4) 图像区

显示程序运行过程中要求显示的二维结果图像,可根据图像大小自动调整窗体大小,也可成比例显示。

(5) 参数区

显示或配置代码区内对应函数的参数及提示信息。

(6) 值显区

显示组态算法运行过程中相关变量的信息。对于过长数组(长度大于 200),优先显示前 20 项,区分数据类型,如 5 与 5.000000。

(7) 代码区

以函数组合的方式完成算法组态,包括代码注释、代码上移、代码下移、代码删除、代码撤销、代码恢复、代码复制、代码粘贴、断点设置九种操作,可自动提示单步调试运行时的当前所在行。

(8) 3D 区

显示三维结果图像,窗体默认为隐藏,可根据用户操作自动显隐窗体。除可用鼠标调整三维图像显示效果外,还支持四个方向键和 W、S、A、D 键操作,以达到理想的三维显示效果,如图 2-6 所示。

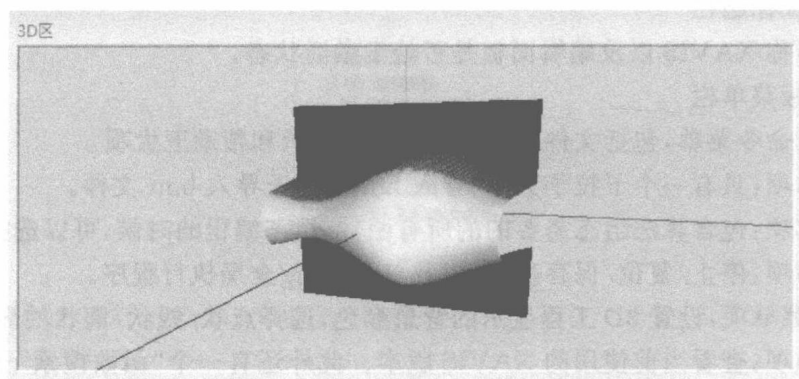


图 2-6 3D 区

(9) 摄像区

实时显示工业相机采集的图像信息,像素与窗体大小均可设置;同时实时显示时间,如图 2-7 所示。



图 2-7 摄像区

3. 绘图面板结构

XAVIS 绘图面板主要包括绘图区域、绘图标尺和绘图控件箱,如图 2-8 所示。用户可通过控件的选择、拖拉和属性设置等可视化操作,方便地组态操作视图。

绘图面板内嵌于工作区中,与 XAVIS 的主界面共享标题栏、菜单栏以及工具栏。其中,标题栏和工具栏保持不变,菜单栏新增了“编辑”菜单项和“命令”菜单项。

“编辑”菜单项:设置/擦除面板颜色、尺寸;

“命令”菜单项:下拉子菜单中包含工具栏中“预览”、“检错”和“运行”三个命令项。

(1) 绘图区域

绘图区域是视图组态的操作空间,承载用户对控件的拖放、属性设置、复制、粘贴、删除、数

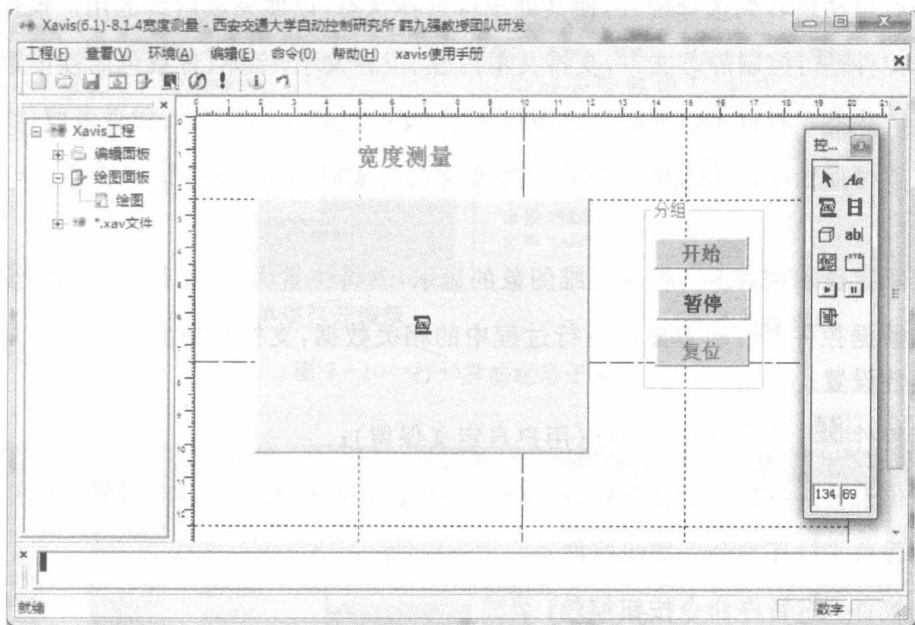


图 2-8 视图组态编辑面板

据关联等操作,支持面板背景色与面板大小的设置。

(2) 绘图标尺

绘图标尺有横与纵两个方向,单位毫米,方便视图组态时对布局和控制大小的把握。

(3) 绘图控制箱

可装载自定义控件,供用户选择不同的控件进行后续操作。此版本中共有两个坐标控件和 11 类视图控件。如图 2-9 所示。坐标控件位于控件箱底端,可实时显示绘图面板上当前鼠标的位置,包括横向与纵向坐标,单位为毫米。



图 2-9 绘图控制箱

视图控件分别如下:

- ① 选择控件 : 最基础控件,支持最基本的操作,如控件的选择、拖放等。选择其余控件