



广东省数字信号与图像处理技术重点实验室 汕头大学人工智能与机器人实验室

实验室主任：范衡（教授）
汕头大学





- 1991.9-1995.7
华中科技大学
学士
自动控制
- 1995.9-2000.7
华中科技大学
硕士
自动控制





2000.8-2004.5

密歇根州立大学 博士 电气工程



汕頭大學
SHANTOU UNIVERSITY

教育经历



- 2004.6-2007.6 助理教授
丹麦科技大学 机械工程系
- 2007.7-2011.4 副教授
丹麦科技大学 管理工程系





2004.6-2007.6

助理教授

丹麦科技大学 机械工程系

2007.7-2011.4

副教授

丹麦科技大学 管理工程系

2011.5-2012.4

研究员

密歇根州立大学

BEACON 国家科技中心

2012.4 至今

特聘教授

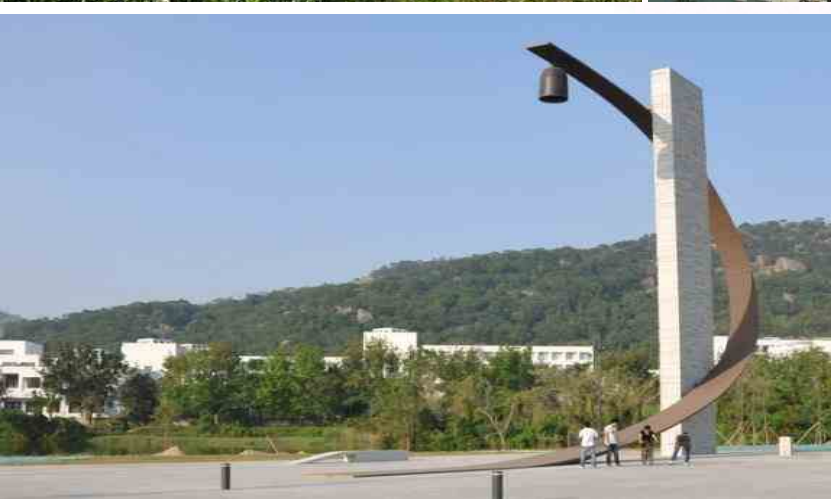
汕头大学 电子工程系

2014.9 至今

实验室主任

广东省数字信号与图像处理技术重点实验室

工作经历







简介提纲



1

实验室概况

2

主要研究方向

3

实验设备及条件

4

成果介绍

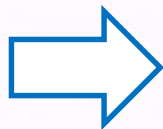
5

支撑平台

以汕头大学为依托，成立于1995年11月。列入汕头大学**重点学科**建设规划，共投入学科建设经费**1020万元**；汕头超声仪器研究所作为实验室共建单位，累计投入设备费**580万元**。目前，实验室重点开展了信号处理新方法新技术、现代医学信息处理、超声影像处理技术、智能信息处理与控制的研究与开发工作。



- 于2014年12月通过申请，将学校原停止使用的“锅炉房”改为“**人工智能与机器人实验室**”。
- 2015年9月份装修完毕并开始使用。

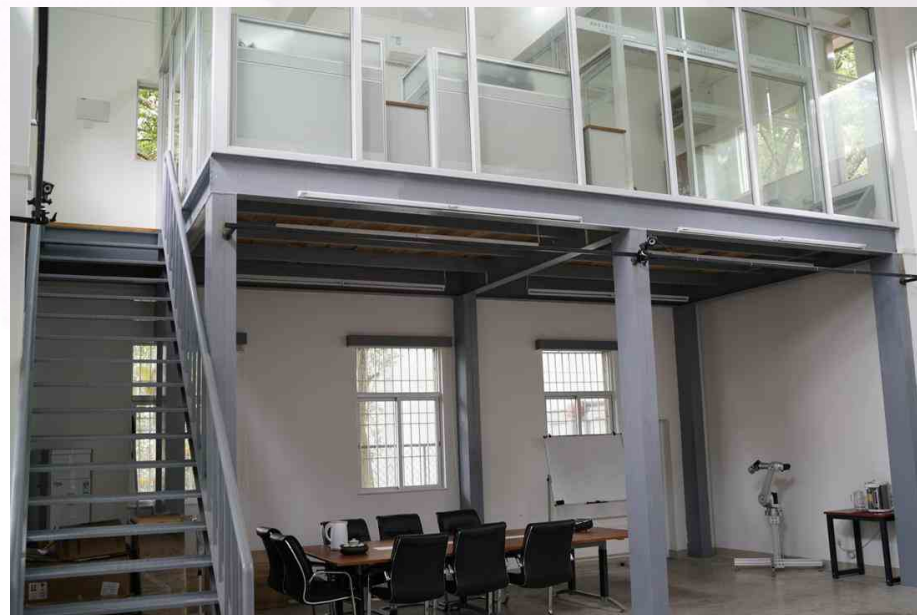


占地面积**143m²**，
具有近**80m²**，**6m**高的专用实验区域

实验室概况



汕头大学
SHANTOU UNIVERSITY



实验室概况



汕头大学
SHANTOU UNIVERSITY

- 实验室主任：范衡（教授）

- 学术团队



范衡

教授、博导

广东省数字信号与图像处理技术重点实验室主任，汕头大学工学院电子信息工程系主任。



闫敬文

教授、博导

广东省数字信号与图像处理重点实验室副主任。



蔡伟鸿

教授

广东省高校数字内容工程研究中心主任。



陈耀文

教授

学术带头人。



庄哲民

教授

学术带头人。

- 项目组成员 科研助理3人,博士后1人，博士生4人，硕士生20余人，本科生10余人。

- 合作单位

美国**BEACON**国家科技中心、华南理工大学智能算法与智能软件实验室、汕头轻工装备研究院、汕头超声仪器研究所、长江工业设计中心。



主要研究方向



实验室总体定位：

在人工智能与机器人、信号与图像处理领域，开展创新驱动，培育前瞻思想，产出一流成果，培养基础人才，支撑区域内经济发展与转型。



主要研究方向



➤ 主要包含4个研究方向：

人工智能
与机器人
技术

机器视觉
技术及其
工业应用

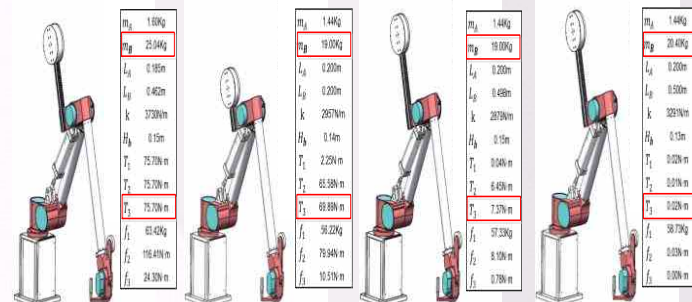
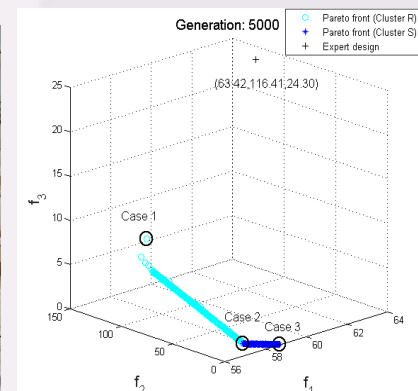
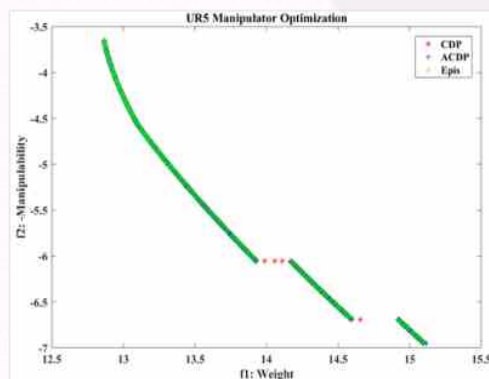
医学信号
处理与成
像技术

智能信息
处理技术
及应用

◆ 以市场为导向，应用为目标，共性关键技术为核心，推动人工智能与机器人、信号与图像处理信息产业发展。

a、机器人系统设计自动化方法

- 主要从智能设计角度出发，研究能不断提升机器人系统性能的设计自动化方法。

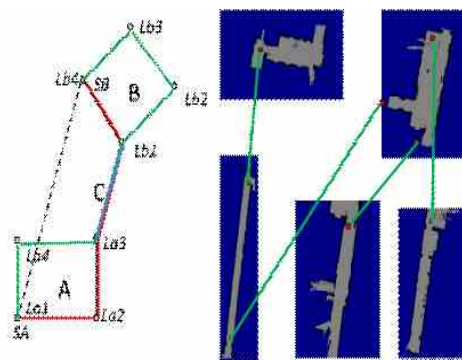




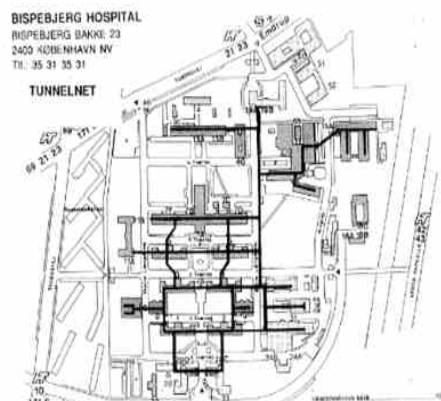
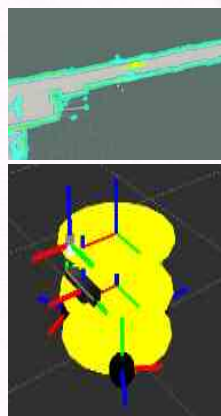
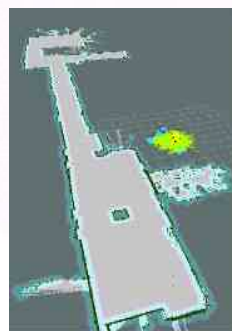
研究方向(1): 人工智能与机器人技术

b、机器人环境感知与交互技术

研究智能机器人在环境感知与人机交互过程中的传感器融合技术，并在云机器人/平行机器人框架下开发具有智能行为的机器人系统。



ROS





研究方向(1): 人工智能与机器人技术

c、特种机器人

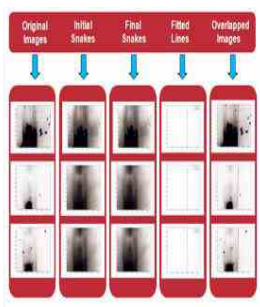
根据生物学机理，研制一系列用于军事、安全等应用领域的仿生机器人，如象鼻机器人、蛇形机器人、蜘蛛机器人、六足机器人等，以实现军民深度融合。



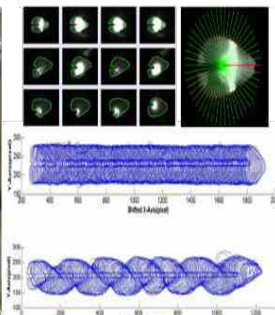
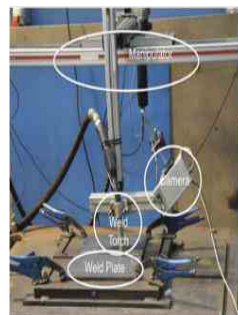


研究方向(2): 机器视觉技术及其工业应用

围绕机器视觉技术，融合图像处理方法和深度学习理论，开发集机器视觉与运动控制于一体的光机电一体化智能测控系统。



字符定位图像



字符定位区域一 二值化结果图



字符定位区域一 字符分割结果图



字符定位区域二 二值化结果图



字符定位区域二 字符分割结果图

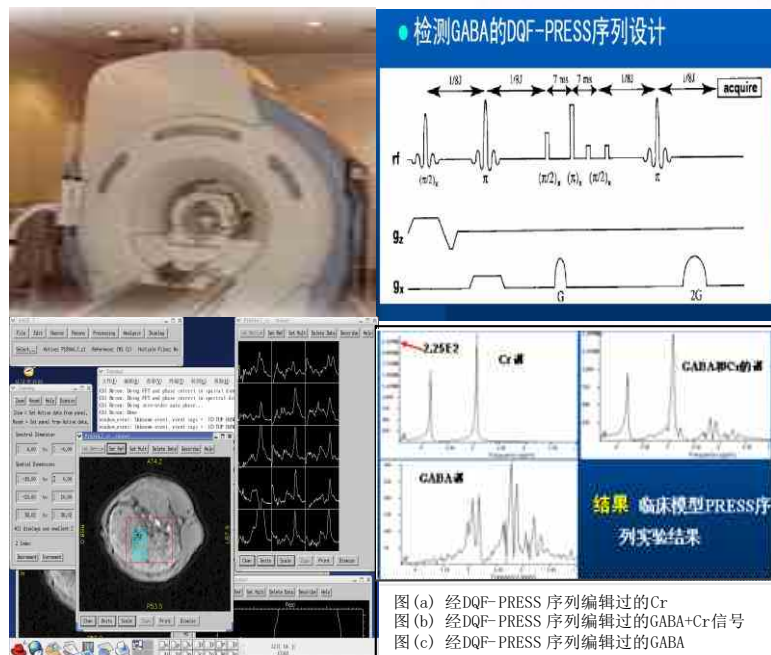


研究方向(3): 现代医学信号处理与成像技术



汕头大学
SHANTOU UNIVERSITY

围绕医学图像、医学信号、磁共振频谱处理技术，研究超声图像噪声抑制，三维超声成像、全数字超声图像和磁共振频谱成像的疾病自动检测技术与分析。



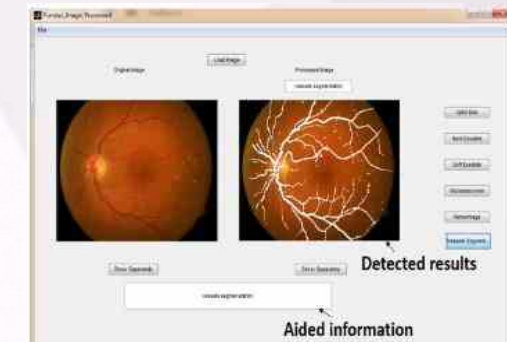
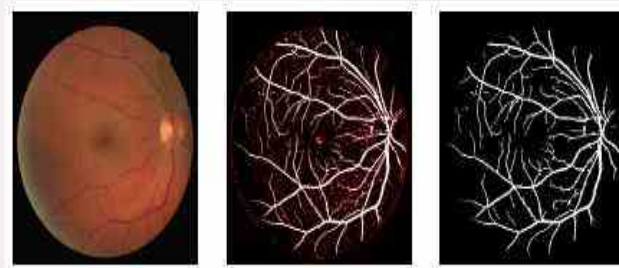
磁共振频谱成像设备



超声成像检测仪



数字超声探伤仪



眼科疾病辅助诊断系统

研究方向(4): 智能信息处理技术及其应用

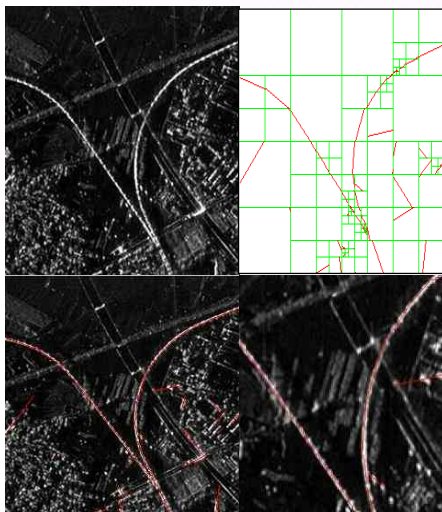


汕头大学
SHANTOU UNIVERSITY

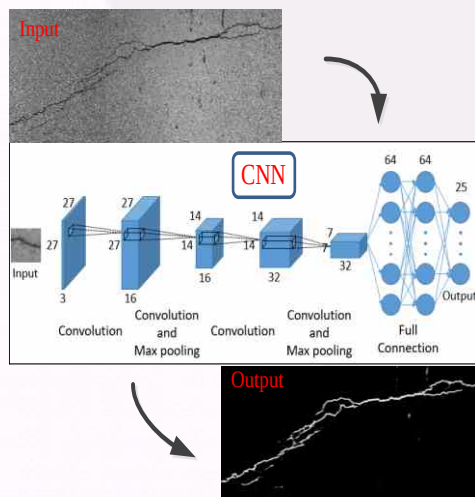
基于各类先进的信号处理方法与技术，将大数据和信息处理技术相融合，开发具有实用价值的工程应用系统。



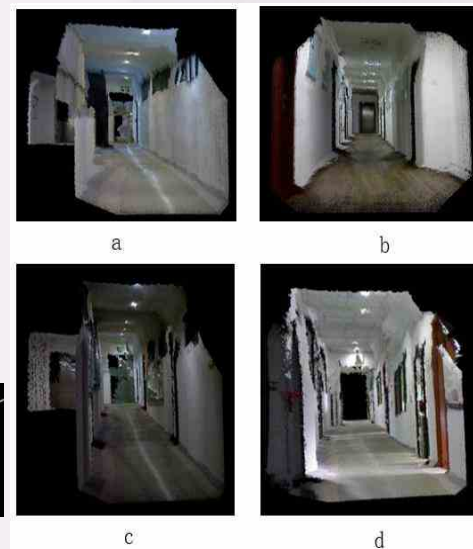
交通视频跟踪系统



SAR图像检测



道路裂缝检测



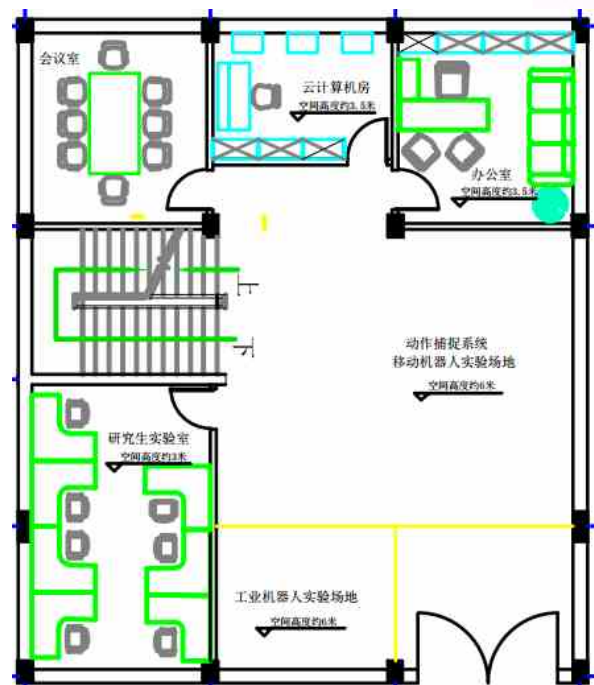
多楼层3D地图构建



广东省数字信号与图像处理技术重点实验室



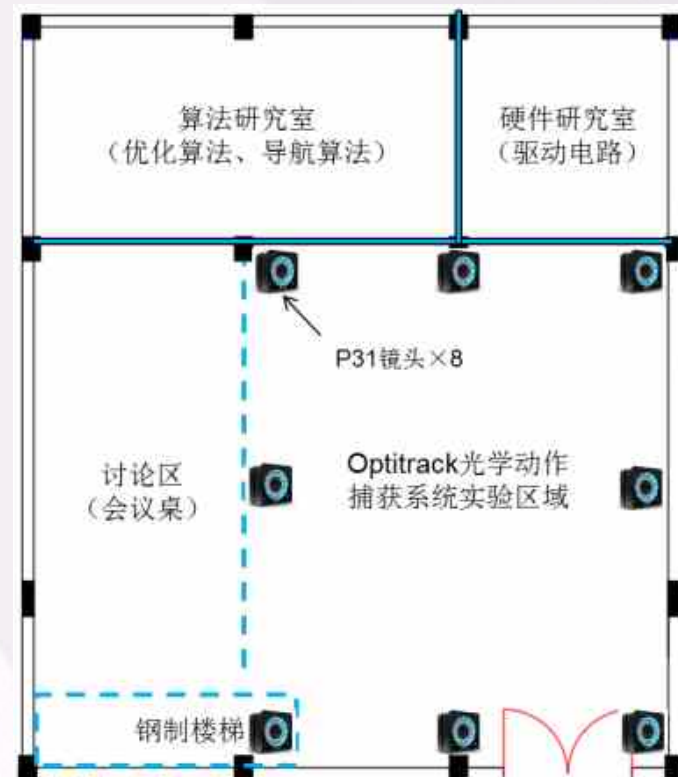
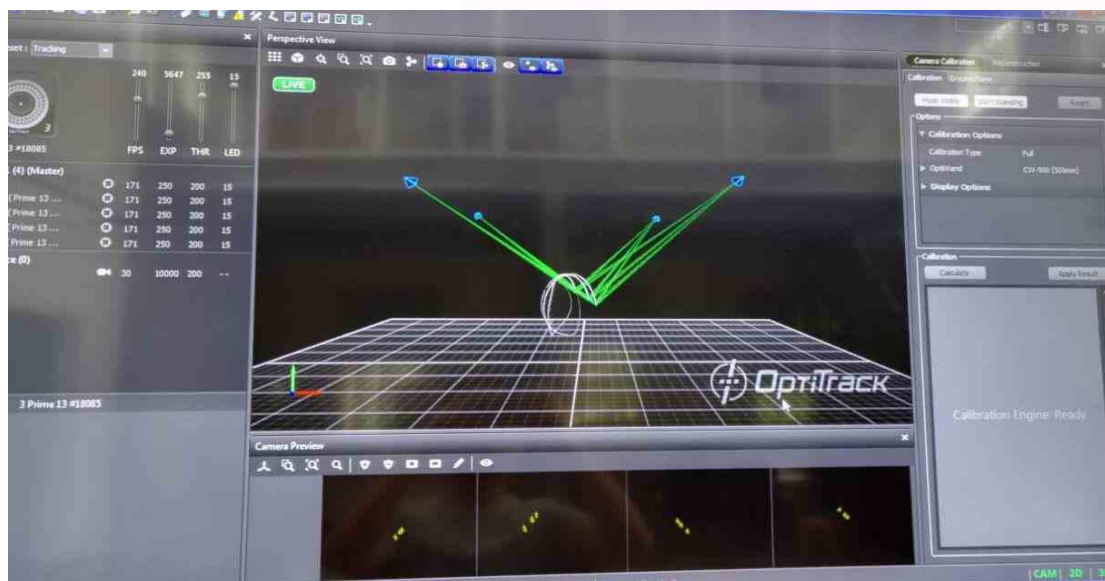
实验室场地条件



- 场地面积: 143m^2
- 装修后可使用面积 200m^2
- 将配置Optitrack P31系列**光学运动捕获系统**
- 配置虚拟现实系统



Optitrack光学动作捕获系统



- 在5m*5m*3m的高效捕获区内，达到毫米级定位精度；
- 可同时跟踪多个物体，分析每个物体的姿态；
- 完整保持被跟踪物体的运动轨迹。

实验设备及条件



汕头大学
SHANTOU UNIVERSITY



TurtleBot2



EV-MRobot6模块化可重构机器人系统



AS-R智能移动机器人平台



蛇形机器人



六足机器人



自主研发机器人StellaX



Sick激光雷达

实验设备及条件



汕头大学
SHANTOU UNIVERSITY



DELL 图形工作站



NI 信号采集系统



KUKA 机器人



3D 打印机



7自由度人机共融机械臂



虚拟现实系统

实验设备及条件



汕头大学
SHANTOU UNIVERSITY



机器视觉实验箱



旋转式机器视觉实验系统



大疆无人机



平移式机器人视觉实验系统



线阵检测实验系统

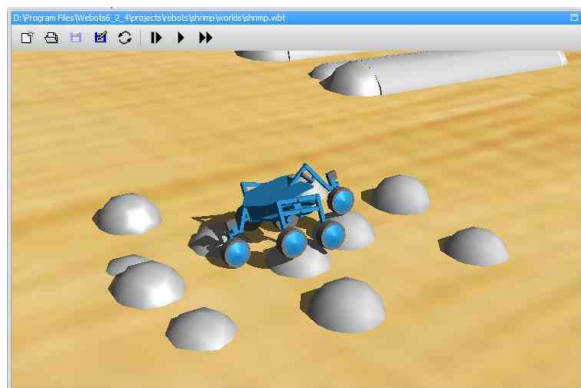


双目立体视觉实验系统

实验设备及条件



汕头大学
SHANTOU UNIVERSITY



Webots PRO仿真软件



Pioneer AT-3移动机器人



模块化乐高机器人

ROS

- 机器人设备可以与Robot Operating System (ROS)无缝对接, 实现**机电系统智能化设计**的一体化模式, 可进行“云机器人”的相关实验。



UR-5机械臂



AUBO-i5机器人

实验设备及条件



汕头大学
SHANTOU UNIVERSITY

板级电路、嵌入式软硬件开发及测试条件



双目立体相机



Jetson机器人开发主板



ThinkStation D30



硬件实验台



电子元器件及工具

实验设备及条件



汕头大学
SHANTOU UNIVERSITY



PXI测试系统



三轴运动测试系统



嵌入式工控机



周立功4通道数字示波器



曙光TC-600并行计算机机群系统（服务器及配套设备）

1

实验室概况

2

主要研究方向

3

实验设备及条件

4

成果介绍

5

支撑平台



三大类项目成果

(一) 进化算法项目

(二) 机器人项目

(三) 图像处理项目



汕 頭 大 學

SHANTOU UNIVERSITY

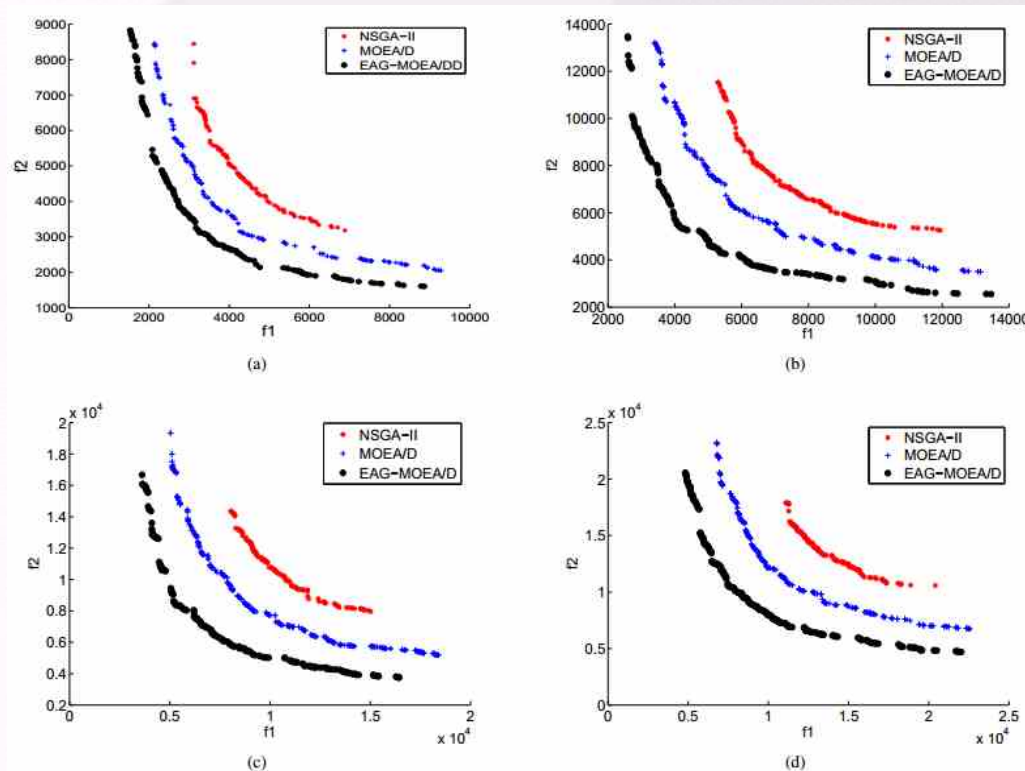
进 化 项 算 目 法

- 1 外部种群指导的多目标优化算法 (EAD-MOEA/D)
- 2 基于分解排序和角度选择多目标优化算法 (MOEA/D-SAS)
- 3 难度可控目标可扩展的约束多目标测试问题 (DAS-CMOPs)
- 4 Push-Pull 搜索在约束多目标优化问题的应用
- 5 基于角度信息的约束处理方法 (MOEA/D-ACDP)
- 6 一种改进的Epsilon约束处理方法 (MOEA/D-Iepsilon)



1、多目标进化算法EAG-MOEAD

- 融合NSGA-II和MOEA/D算法，提出了**外部种群指导**的多目标优化算法，在离散多目标优化问题中取得优异效果。
- 该算法**统计进化过程中每个子问题进入外部种群的历史信息**，根据该历史信息来**动态**地给每个子问题分配计算资源。
- 测试的结果优于现有的多目标进化算法，研究结果发表在《IEEE Transactions on Evolutionary Computation》。

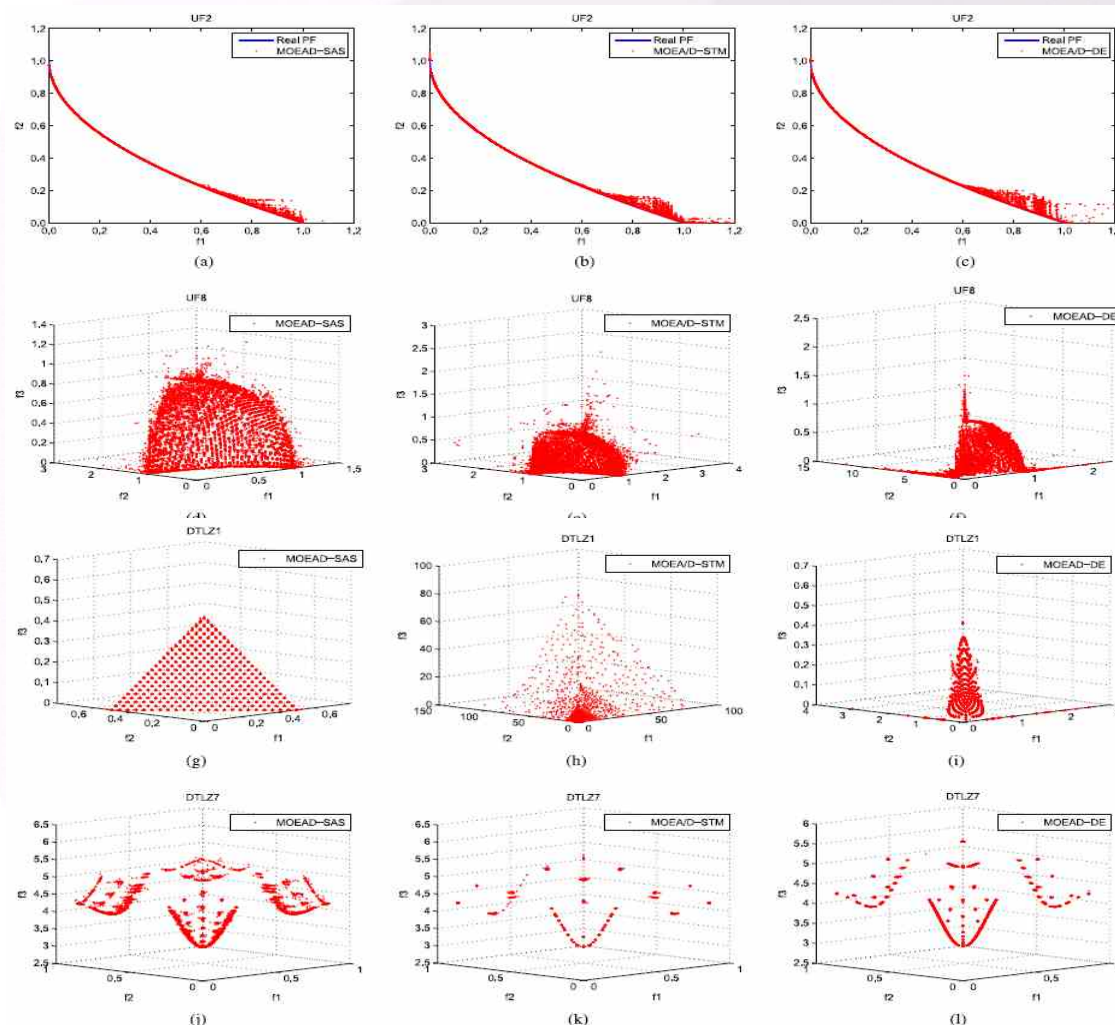


图为NSGA-II、MOEA/D和EAG-MOEAD三种算法在四个MTSP问题上获得的Pareto前沿。

Cai, X., Li, Y., **Fan, Z***, & Zhang, Q. An external archive guided multi-objective evolutionary algorithm based on decomposition for combinatorial optimization. *Evolutionary Computation IEEE Transactions on*, 2015. (人工智能1区, IF=10.629)

2、多目标进化算法MOEA/D-SAS

- MOEA/D-SAS在多目标和高维目标优化问题中均取得优异效果。
- 该算法通过分解的排序来维持种群的收敛性，采用基于角度的选择来维持种群的多样性，有效解决了种群收敛性和多样性平衡的问题。
- MOEA/D-SAS对处理具有不规则PFs的多目标问题，效果尤其显著。



3、难度可控目标可扩展的约束多目标测试问题 (DAS-CMOPs)



- 针对现有约束多目标优化问题的不足，定义了一类**难度可控**，**目标和约束数量可调**的约束多目标测试问题。
- 首次对约束问题的难度类型进行了定义，提出了三种难度的约束类型，即**多样性困难**、**可行性困难**和**收敛性困难**。
- **三种难度类型**的约束能够任意组合，构成同时具有多种难度类型的约束多目标优化问题，每种**约束类型的难度都可以调整**。

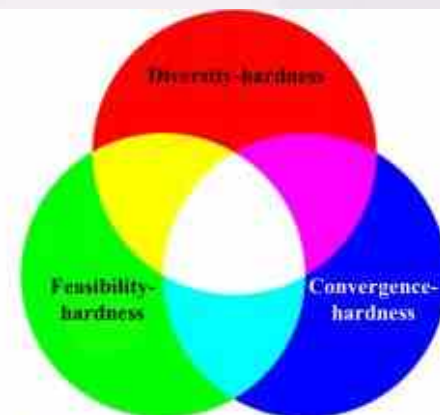


Figure 1: Three primary difficulty types and their combination



Figure 2: Constraint functions using a triplet composing of three parameters

4、约束多目标优化算法 Push and Pull Search

约束通常会给多目标优化问题带来三方面影响：1) 约束阻碍算法向PF搜索；2) 无约束的PF完全被不可行区域覆盖；3) 无约束的PF部分被不可行区域覆盖。

PPS把搜索过程分为两阶段：1) push阶段搜索无约束的PF；2) pull阶段把种群从不可行区域拉回到可行的非支配区域。

PPS算法在14个测试问题和机械爪优化问题上和当前最好的4种约束多目标算法(MOEA/D-Epsilon, MOEA/D-SR, MOEA/D-CDP, C-MOEA/D)相比，在所有问题上的性能都显著比他们好。

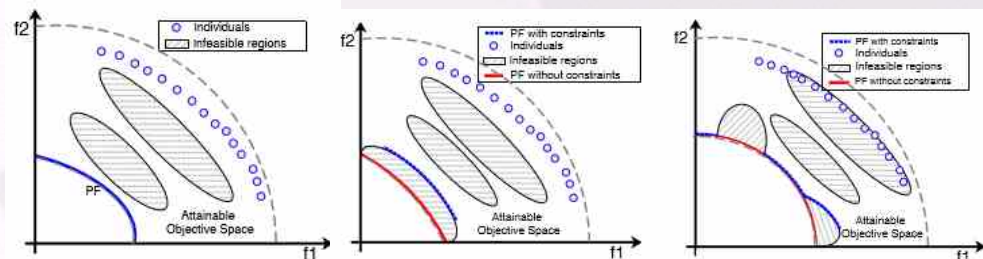


图1. 约束对多目标优化问题的影响

TABLE III
HV RESULTS OF PPS-MOEA/D AND THE OTHER FOUR CMOEAs ON THE GRIPPER OPTIMIZATION PROBLEM

Test Instances	PPS-MOEA/D	MOEA/D-Epsilon	MOEA/D-SR	MOEA/D-CDP	C-MOEA/D
mean	1.895E+03	1.885E+03 [†]	1.864E+03 [†]	1.888E+03 [†]	1.865E+03 [†]
std	1.046E+01	1.342E+01	1.134E+01	8.070E+00	9.435E+00

Wilcoxon's rank sum test at a 0.05 significance level is performed between MOEA/D-Epsilon and each of the other four CMOEAs. † and ‡ denote that the performance of the corresponding algorithm is significantly worse than or better than that of MOEA/D-Epsilon, respectively. The best mean is highlighted in boldface.

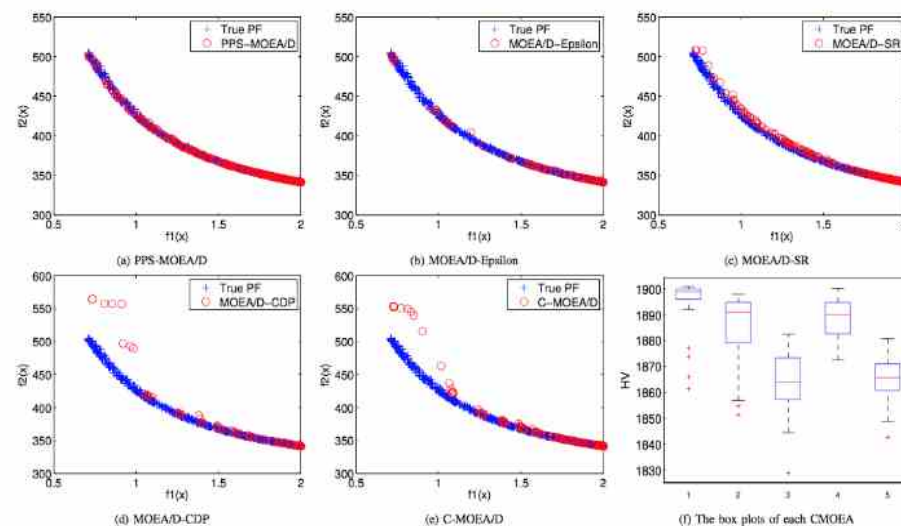
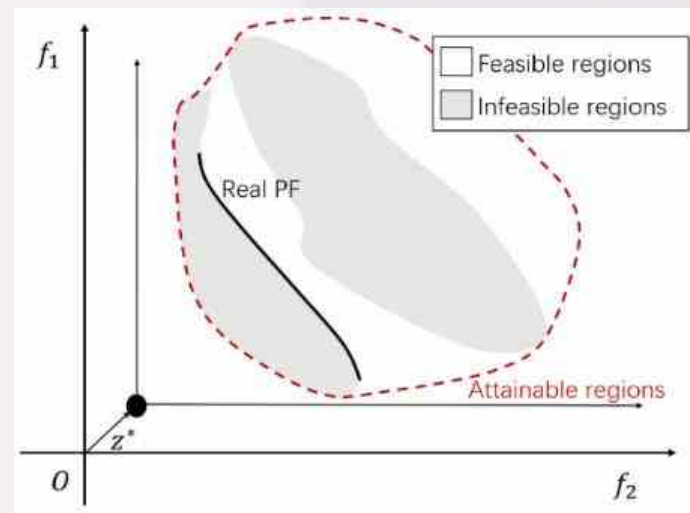


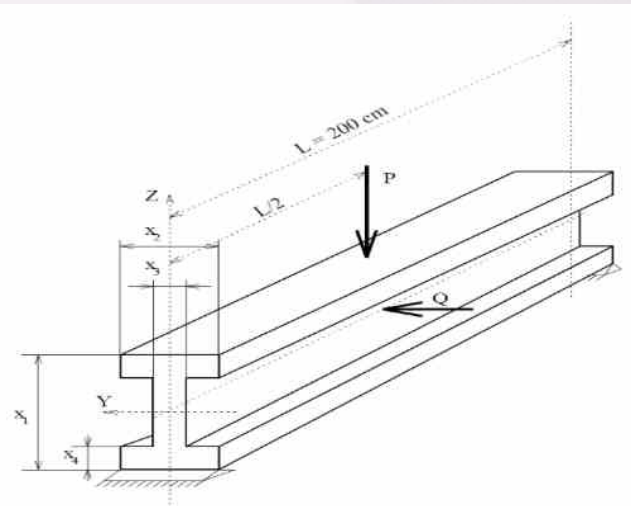
图2. PPS在手抓优化问题上的测试结果

5、约束多目标优化算法 Angle based dominance

- 约束多目标优化问题往往在其目标空间中存在**大规模不可行区域**。
- 经典的**约束处理方法**往往过度关注解的可行性而忽略了种群的多样性保持。
- 提出了一种**基于角度信息**的约束处理方法增强种群在进化过程中**多样性保持**。
- 同时考虑根据**种群的可行比例**来**权衡**种群对目标空间**可行区**和**不可行区**的探索。



图为约束多目标优化问题Landscape示例



图为约束多目标优化工程问题例子I型焊接梁

Z. Fan, Y. Fang, W. Li, X. Cai*, C. Wei, E. Goodman, MOEA/D with Angle-based Constrained Dominance Principle for Constrained Multi-objective Optimization Problems, *Applied Soft Computing*, <https://doi.org/10.1016/j.asoc.2018.10.027>. (工程技术2区, IF=3.907)



6、一种改进的Epsilon约束处理方法 (MOEA/D-IEpsilon)

- 约束多目标优化问题往往在其目标空间中存在大规模不可行区域。
- 经典的约束处理方法往往过度关注解的可行性而忽略了种群的收敛性和多样性保持。
- 提出了一种改进的Epsilon约束处理方法方法增强种群在进化过程中收敛性和多样性保持。

基于 ε 约束比较方法，提出一种根据当前种群可行解比例自适应调节 ε 值的方法：

1、初始化：

$$\varepsilon(0) = \begin{cases} \phi(x^\theta), & \text{如果 } \phi(x^\theta) > 0 \text{ 和 } G = 0 \\ \infty, & \text{如果 } \phi(x^\theta) = 0 \text{ 和 } G = 0 \end{cases}$$

$$\varepsilon(0) = \phi_{\max}^k, \text{ 如果 } \varepsilon(0) = \infty, \text{ 其中 } k = \arg \min_G \text{ 和 } r_f^G < 1$$

2、调节过程：

$$\varepsilon(G) = \begin{cases} \varepsilon(0) \left(1 - \frac{G}{T_c}\right)^{cp}, & \text{如果 } \gamma_f^G < \alpha \text{ 和 } G < T_c \\ (1 + \gamma) \phi_{\max}^G, & \text{如果 } \gamma_f^G \geq \alpha \text{ 和 } G < T \\ 0, & G \geq T_c \end{cases}$$

Fan Z, Li W, Cai X, et al. An Improved Epsilon Constraint-handling Method in MOEA/D for CMOPs with Large Infeasible Regions[J]. arXiv preprint arXiv:1709.05915, 2017. (*Soft Computing*, IF=2.472, minor revision)



汕頭大學

SHANTOU UNIVERSITY

机器人项目

- 1 医用交通机器人
- 2 复合机器人
- 3 机器人系统设计自动化
- 4 智能移动机器人-StellaX
- 5 示教机械臂
- 6 机器人3D视觉抓取与分类
- 7 机械臂路径规划
- 8 六足仿生机器人
- 9 无人机系统
- 10 编程教育机器人

1、医用交通机器人

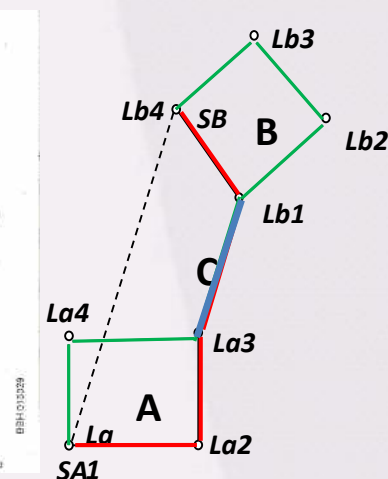
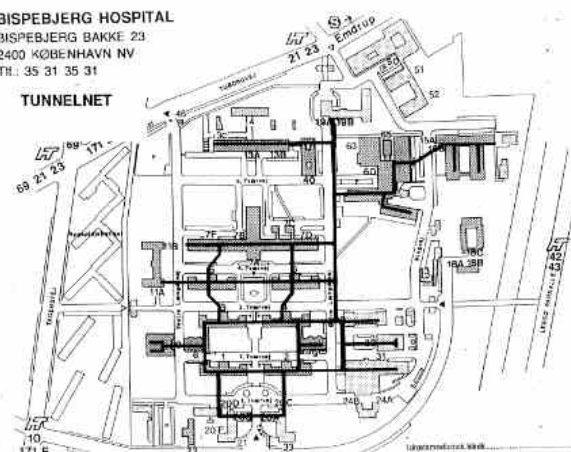


1、医用交通机器人

- 服务机器人能够在**非结构化**环境下进行工作。
- 采用**分而治之**的模块化集成方法，提供对移动机器人工作环境**可扩充**问题的解决方案。
- 该方案没有采用昂贵的传感器和技术，极具大规模商业应用的潜力。
- 开发出原型机设备通过验收。



BISPEBJERG HOSPITAL
BISPEBJERG BAKKE 23
2400 KØBENHAVN NV
TEL: 35 31 35 31



Ozkil A G, **Fan Z**, Xiao J, et al. Empirical evaluation of a practical indoor mobile robot navigation method using hybrid maps. *International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS)*. 2010.



2、复合机器人

四轮独立驱动移动平台

获2015年中日韩CEDC国际工程竞赛“金奖”



第Ⅰ代

第Ⅱ代

复合型机器人6轴机械臂

- 6自由度，工作范围85cm，重复定位精度0.1mm，末端负载5kg，总功率750W。
- 每个关节均配备高精度绝对值编码器。
- 采用总线形式控制。



第一代原型机



第二代原型机

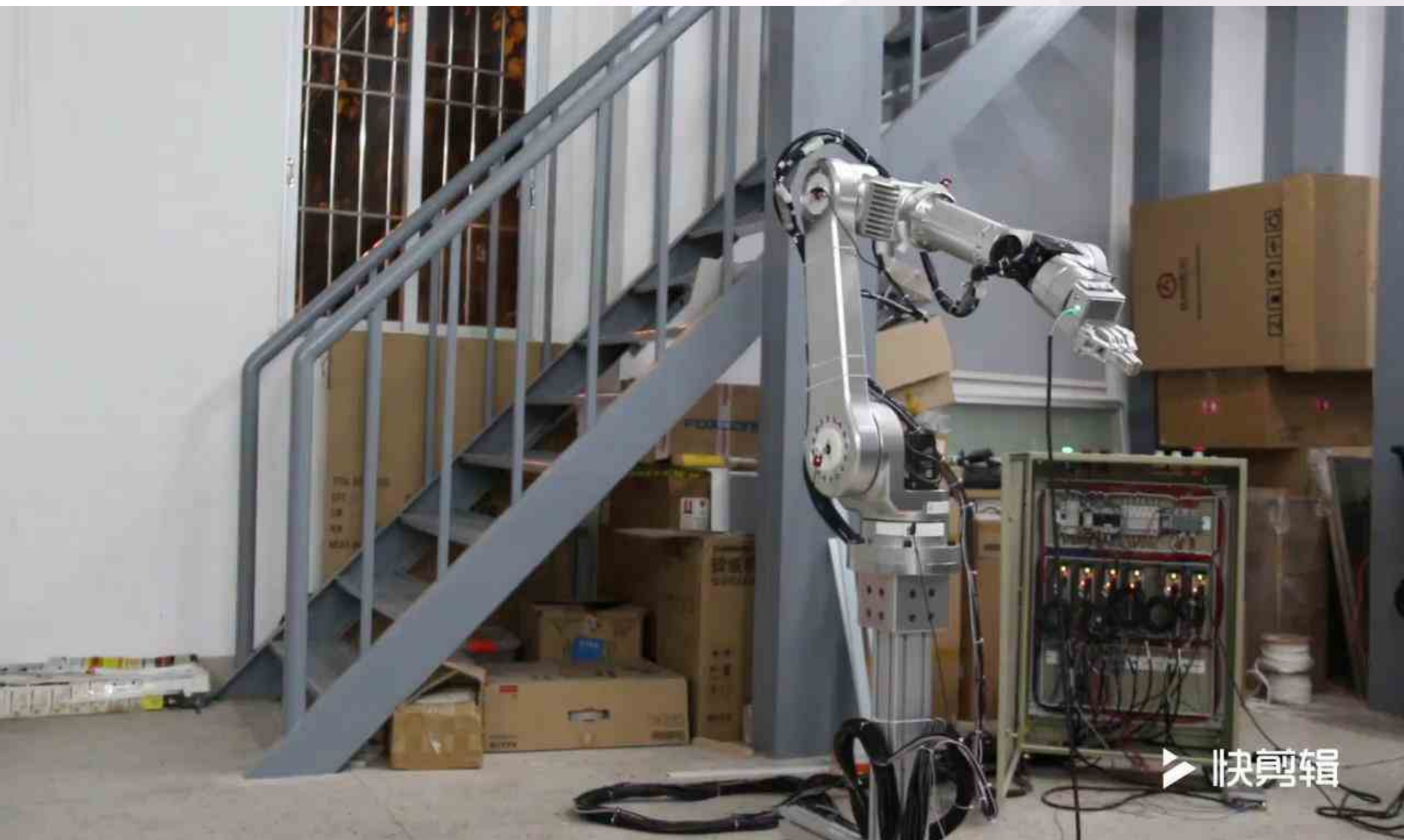


第三代原型机

机械臂



汕头大学
SHANTOU UNIVERSITY



► 快剪辑

2、复合机器人

复合机器人可应用领域

- **工业**领域，如物流运送，装/卸载等；
- **农业**领域，如温室果实采摘，安装多个传感器后，可用于温室的监控及相关数据采集；
- **交通安全**领域，如桥面裂缝检测等；
- **电厂**，如电厂区域的巡检等。与华能海门电厂合作开发**电厂巡检用机器人组**。
- **军事**，如移动式打靶；对坦克、战场通信车，卫星通信车，战场指挥车等多种车型的维护与检修；运送物资，协助后勤；排雷排爆、侦打一体等。

范衡, 黄国杉, 余泽峰等. 一种多自由度机械臂的智能移动平台. ZL205219095U.



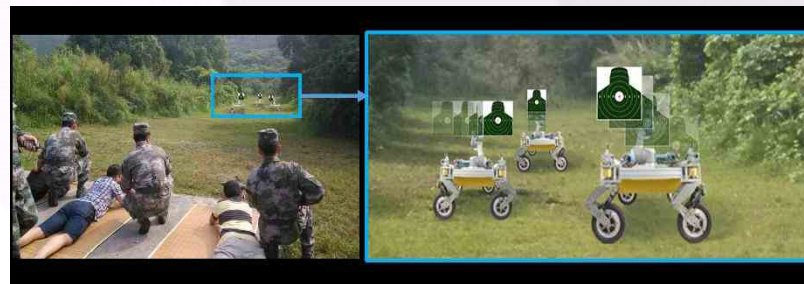
温室用



路桥检测用



电厂巡检用

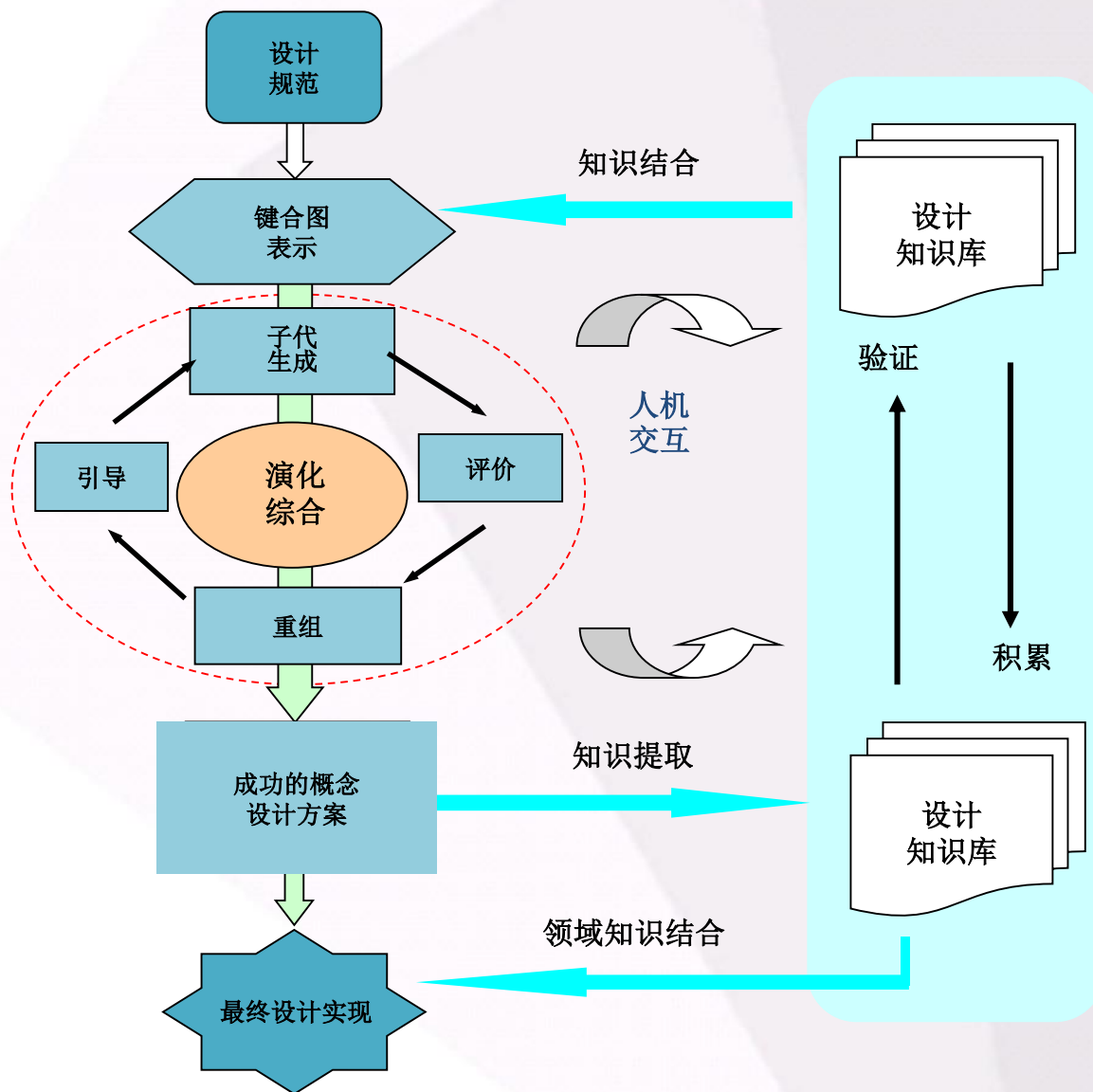


移动式打靶

3、机器人系统设计自动化

➤设计自动化不是要代替人类进行设计，而是主动的协助人类进行设计。

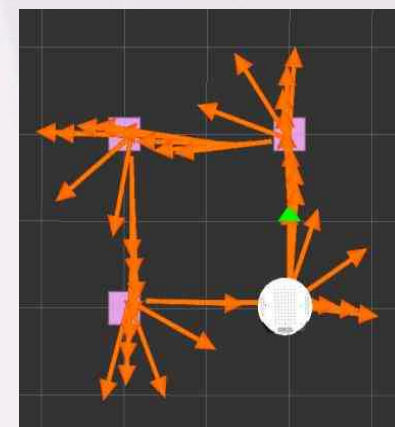
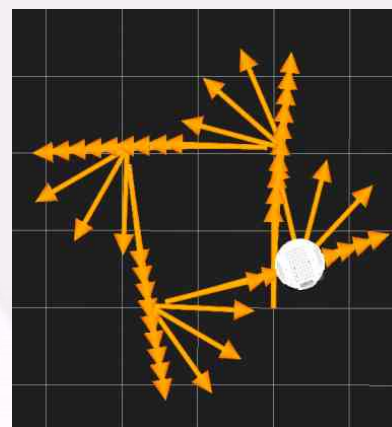
➤自动设计算法和人类设计人员构成一种共生的关系。



机器人系统设计自动化框架

4、智能移动机器人-StellaX

- 具有**人机交互界面**和**语音交互功能**。
- 结合**Kinect传感器**和**激光雷达**实现室内**自动导航**、**动态避障**。
- 融合**里程计**和**惯导**进行精确定位和姿态估算。



通过里程计提高定位精度

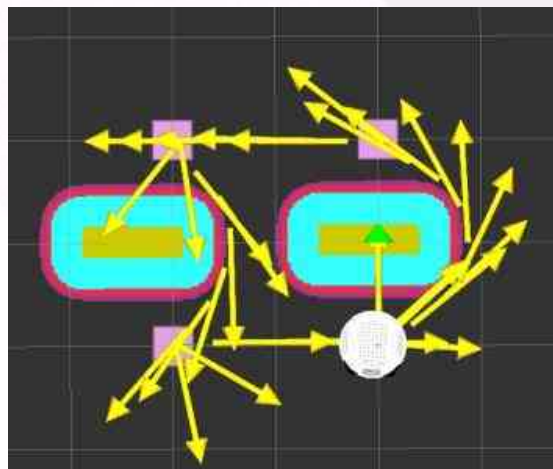


Kinect

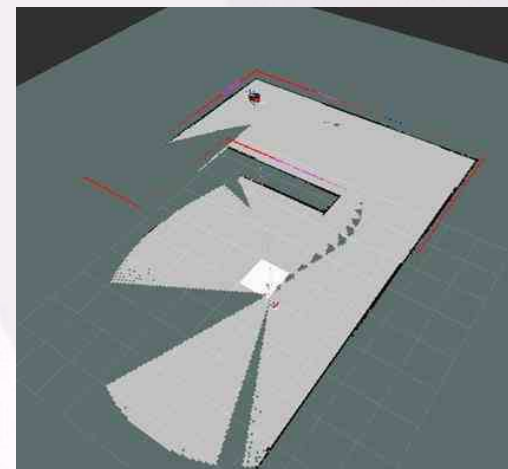
激光雷达



StellaX



自动导航及自主避障



激光雷达地图自动绘制

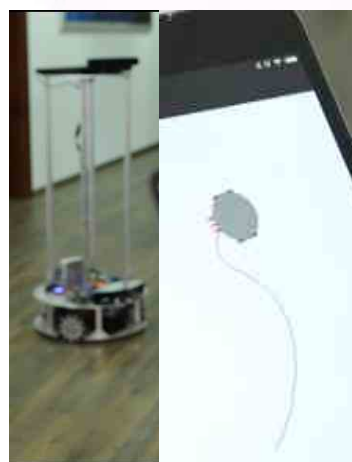
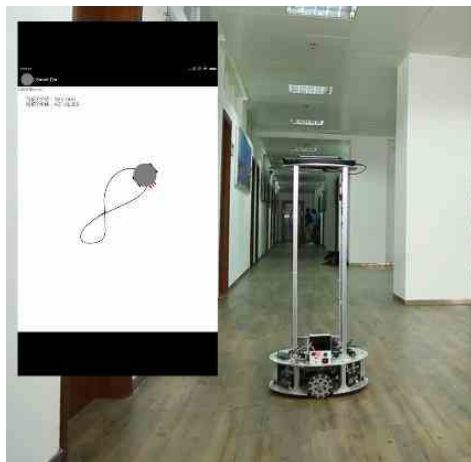
4、智能移动机器人-StellaX

StellaX的功能：

- (1) 可实现自主导航，自主路径规划以及自主避障。
- (2) 可在室内完成跟随任务，且在跟随过程中不受穿梭于人与机器人之间其他用户的干扰。
- (3) 可通过安卓手机端的APP完成划线控制，使其在实际环境中完美执行8字型、S型或其他运动线路。



自主导航、规划及避障



跟随运动

4、智能移动机器人-StellaX



Stellax 1.0



Stellax 2.0



Stellax 3.0

- 2016年中国服务机器人大赛 项目 **二等奖**。
- 2017年中国服务机器人大赛 “Follow” 项目 **全国亚军**，“Who Is Who” 项目 **全国季军**。
- **范衡**，游煜根，陈文钊等。一种自主移动机器人平台用控制系统、方法及装置。201610865308（在审）。
- **范衡**，游煜根，陈文钊等。一种自主移动机器人平台控制装置。ZL 206115273U。

4、智能移动机器人-StellaX



汕头大学
SHANTOU UNIVERSITY



服务机器人StellaX导航功能演示

Service Robot StellaX Navigation Function Demonstration

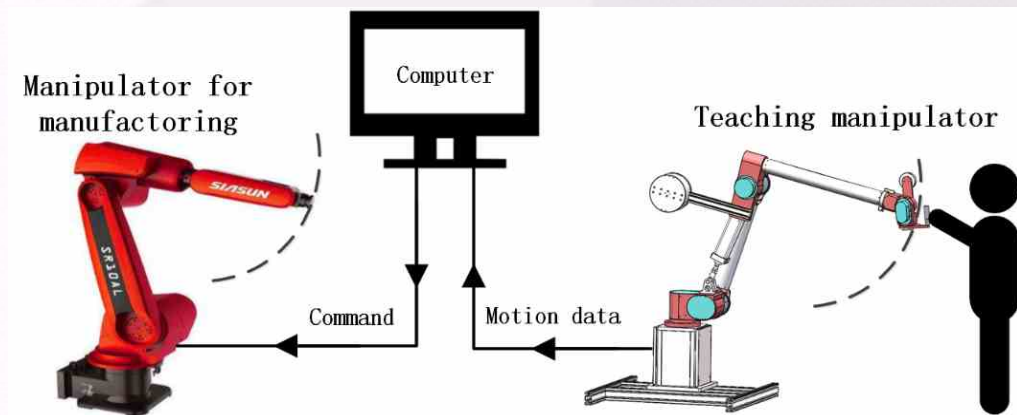
广东省数字信号与图像处理技术重点实验室

汕头大学

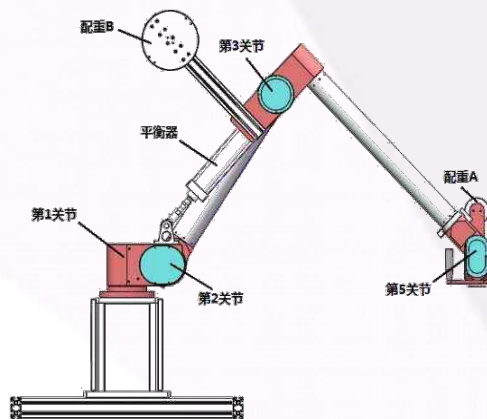
5、示教机械臂

示教机械臂的优化设计

- 传统的编程与示教方式对控制人员有专业技能的门槛。
- 使用智能算法对设计参数进行设计优化和设计知识提取，可以获得质量更轻，操作力更小、更均匀的示教机械臂设计方案。
- 已开发出原型机系统并通过现场验收。



示教机械臂工作示意图



示教机械臂设计图及原型机

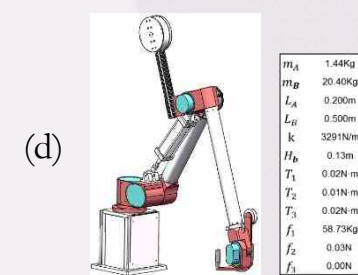
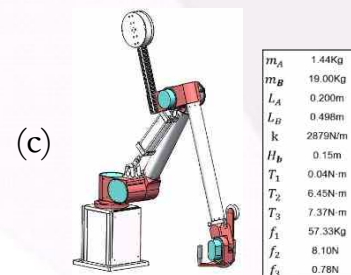
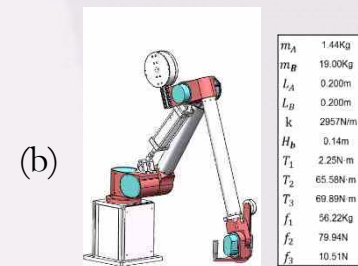
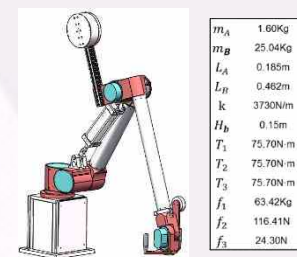
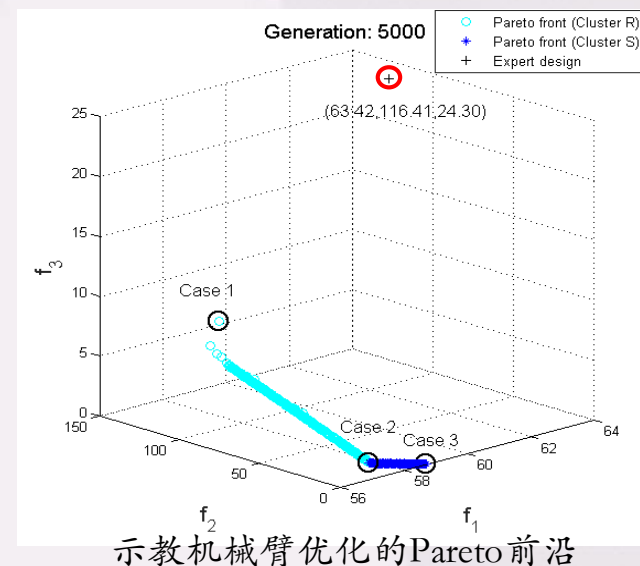
5、示教机械臂

示教机械臂的优化设计

- (1) 采用多目标优化算法，同时对示教机械臂的总质量、操作力大小及均匀程度等多方面性能进行优化。
- (2) 优化结果显示，获得的最优解集均优于人类工程师的设计方案。
- (3) 可以获得多种具有不同性能偏好的优化设计方案。

范衡，游煜根，朱贵杰等。一种自平衡示教机械臂。
实用新型，专利申请号：201721096302.9（在审）。

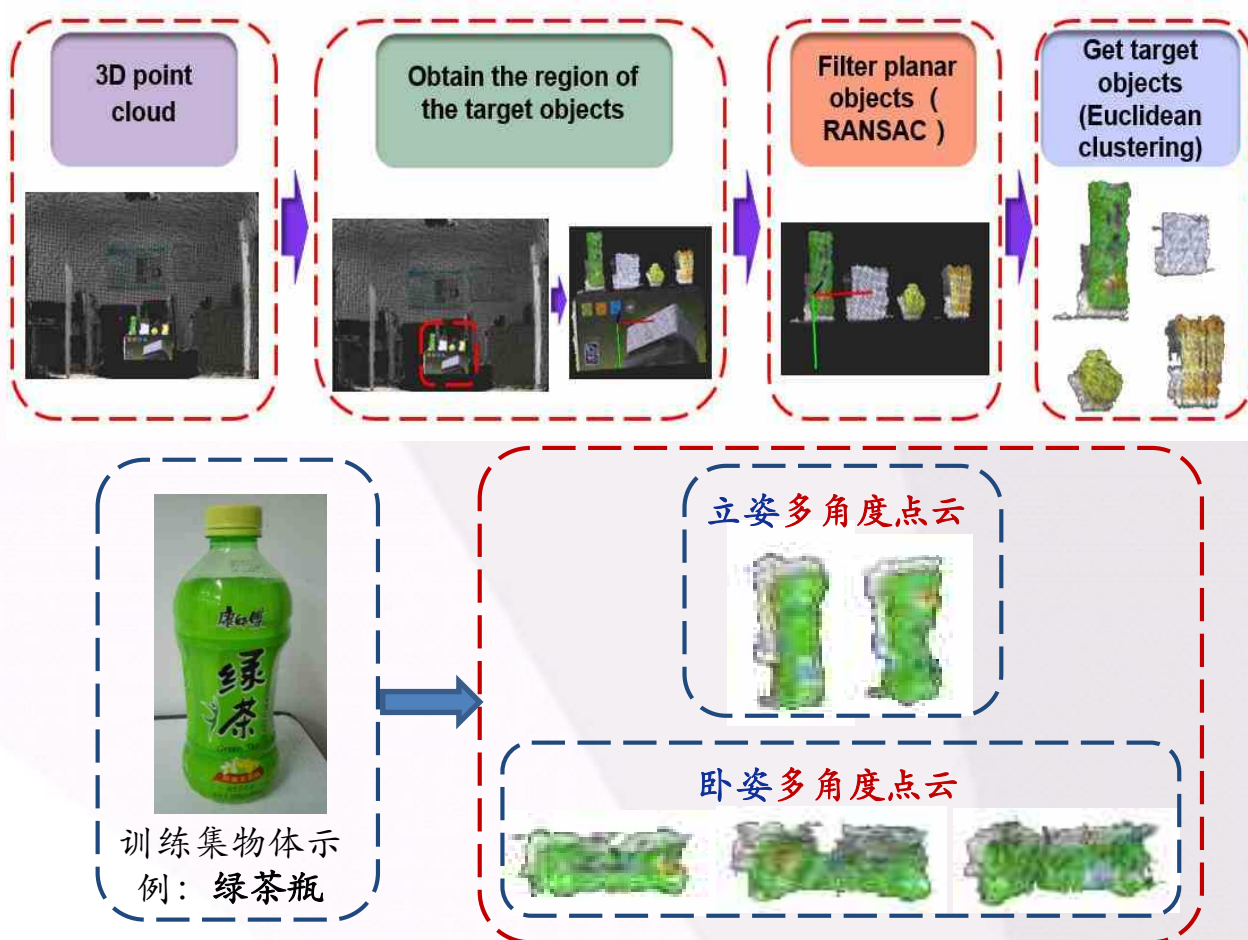
Fan Z, You Y, Zheng H, et al. Modeling and Multi-objective Optimization of a Kind of Teaching Manipulator[J].
arXiv preprint arXiv:1801.10599, 2018.



工程师设计(a)与优化结果(b,c,d)对比

6、机器人3D视觉抓取与分类

- 结合三维特征和二维特征来识别物体。
- 使用随机一致性算法和聚类算法对物体进行分割。
- 采用多分类SVM对物体进行分类，训练集采集是通过多角度获取物体各个姿态点云图像。



获“华为杯”第十二届中国研究生电子设计竞赛全国总决赛“二等奖”，华南区“一等奖”。

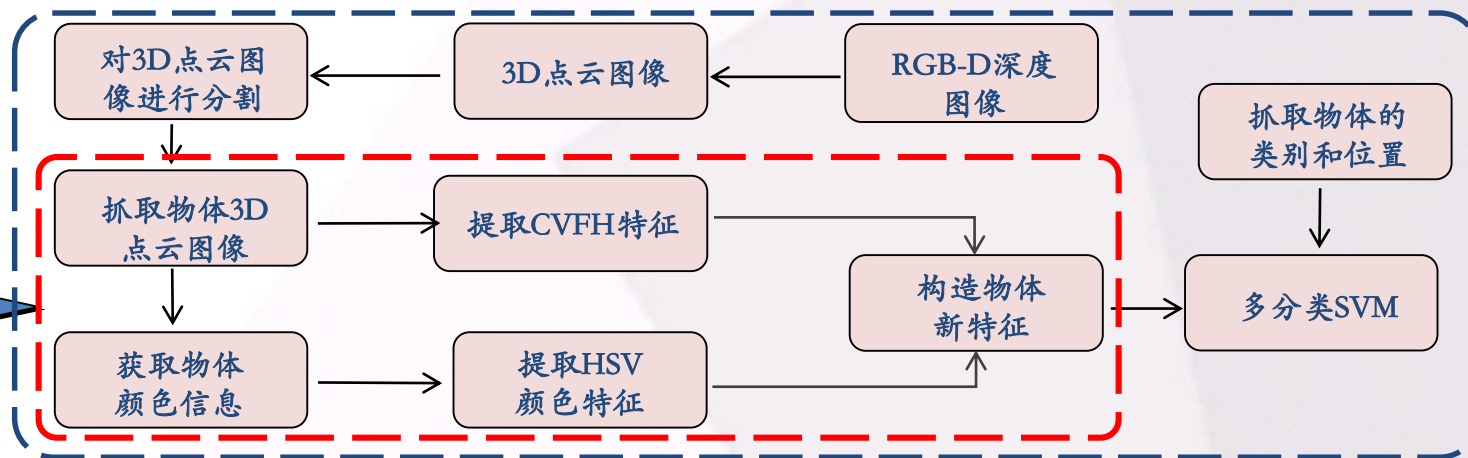
范衡，李中兴，朱贵杰等。一种基于深度图像的视觉抓取方法、装置及其可读存储介质。201710811456.X

Fan Z, Li Z, Li W. Object Detection and Sorting by Using a Global Texture-Shape 3D Feature Descriptor[J]. arXiv preprint arXiv:1802.01116, 2018.

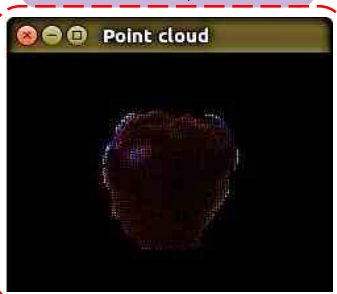


6、机器人3D视觉抓取与分类

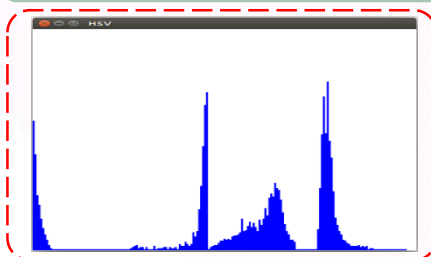
方法设计流程图



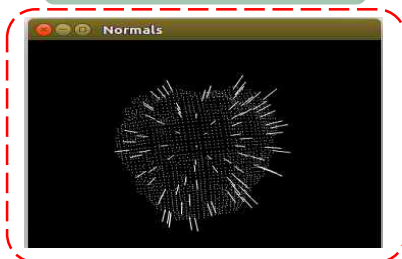
获取目标物体3D
点云图像



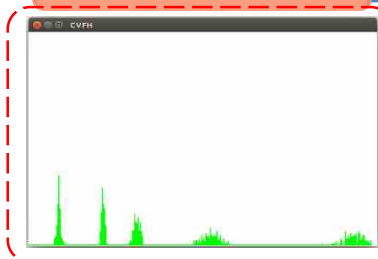
提取HSV颜色特征



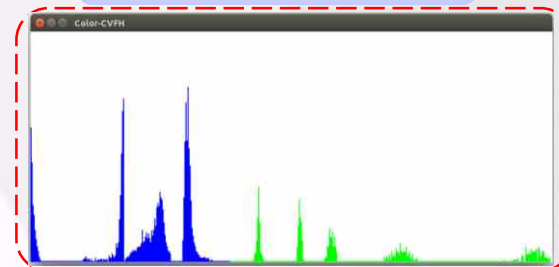
计算点云图像法向量



计算点云图像CVFH特征



构造新特征Color-CVFH





6、机器人3D视觉抓取与分类



3D视觉抓取与分类

7、机械臂路径规划

- 机械臂在实际生产活动，服务活动扮演越来越重要的角色。
- 机械臂的出现既能提高企业的生产效率又能大大降低企业的人力用工成本。
- 人机交互机械臂能提供生活上的便利。
- 机械臂路径规划是机械臂实现其自身功能必不可少的一部分。



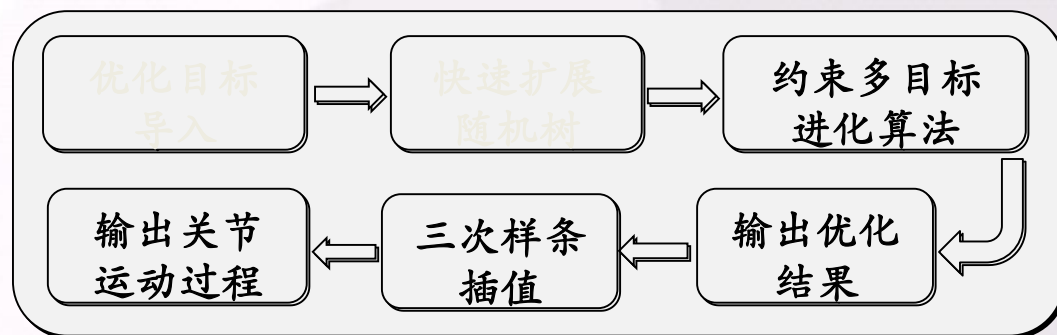
7、机械臂路径规划

(1) 融合快速扩展随机树和约束多目标进化算法的方法，优化机械臂执行任务路径的性能指标-路径长度，能耗和时间。

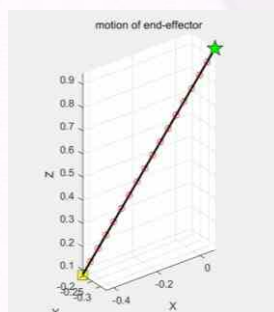
(2) 分析路径性能指标在2维环境和3维环境下的冲突性。

(3) 基于分析结果，设计两层优化，加入碰撞检测，缩短规划时间，提高实际生产的应用性。

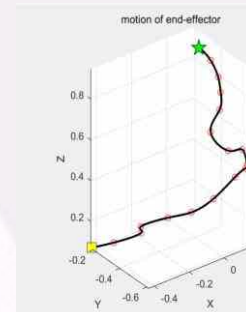
(4) 利用三次样条插值拟合各个关节的运动过程。



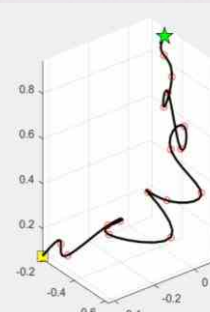
3维环境下能耗与路径长度冲突性分析



能耗= 26.9636

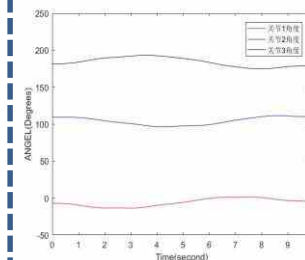


能耗=22.5789

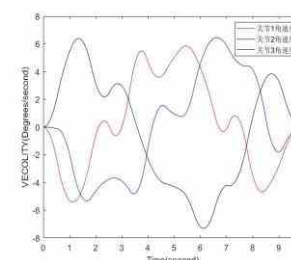


能耗= 44.3334

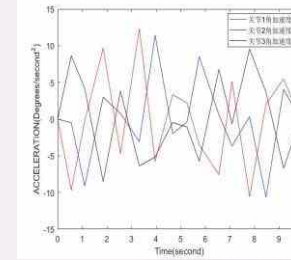
三次样条插值



关节角度



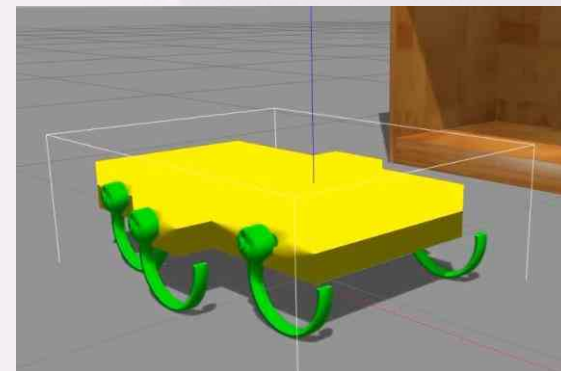
关节角速度



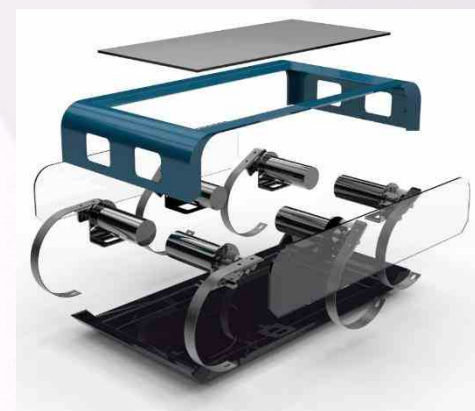
关节角加速度

8、六足仿生机器人

- 研发了一种**基于ROS建模的六足机器人**。
- 设计了一种**半圆形柔顺腿机构**来替代传统的以电机驱动轮胎来获得移动能力的机械系统，可极大提升机器人的行走和越障能力。
- 导入的gazebo模型可在ROS下进行**SLAM仿真**。
- 通过WiFi连接路由器实现内网**数据流分享**。



ROS建模仿真



结构渲染图



实物系统图

获2017年丝绸之路机器人创意大赛“**一等奖**”



8、六足仿生机器人

六足仿生机器人

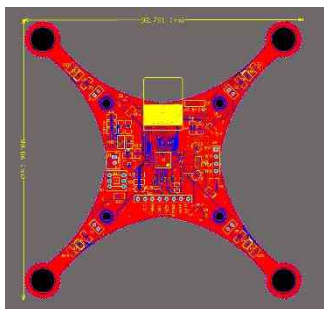
Six - legged Bionic Robot

9、无人机系统

- 实验室自主开发了多种无人机。
- 深入的底层开发使得实验室有能力搭建出结构紧凑、搭载不同传感器的无人机。
- 发展方向：对无人机群进行实时调度与控制；不同功能的无人机可以相互协作，组成功能完备的无人机小队，以适应任务的需求。



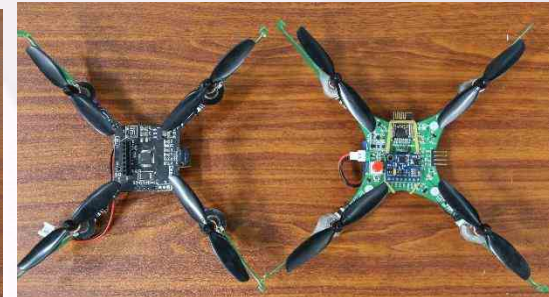
实验室开发的飞行器系列



飞控板电路设计图



遥控器原型机



迷你四轴飞行器



9、无人机系统

多功能性四轴无人机项目展示



导师 范衡

汕头大学人工智能
与机器人实验室

10、编程教育机器人

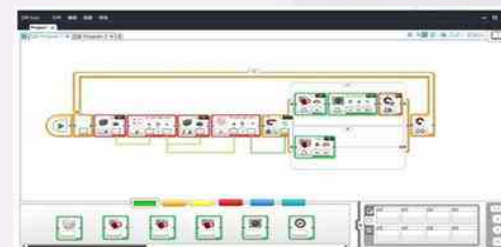
- 随着机器人技术的不断提高，教育机器人在教育领域中的应用越来越普遍。
- 教育机器人是一门多领域多学科交叉的综合性技术，是一种典型的数字化益智玩具，适用于各种人群，可通过多样化的功能达到寓教于乐的目的。
- 国内教育装备高速发展，国内很多相关企业纷纷转型迎头赶上，推动国内机器人教育事业的发展。



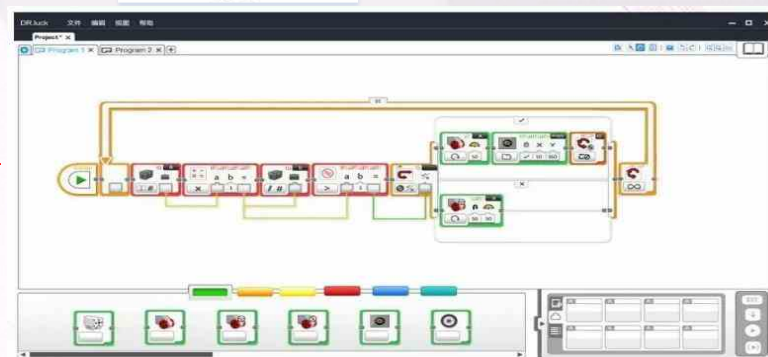
10、编程教育机器人

1、可视化编程教育机器人

- 研发了该教育机器人分为两部分：**硬件部分EST**和**软件部分ACE**。
- ACE主要包含**可视化编程界面**，用户可在软件上实现自己的想法，然后编译成可执行代码。
- EST包含**积木套装**和**电子套装**：
 - (1) 积木套装可以拼接成各种各样形状的物体，如小车、机械臂、机器人等；
 - (2) 电子套装含有主控器、传感器和电机，用户可以将电子套装拼接起来实现寻迹避障小车、机械臂搬运台、行走机器人等功能。



ACE



EST



10、编程教育机器人

2、卡片式编程教育机器人

- 该机器人是把电脑里**虚拟的程序符号**和摸不着的**编程逻辑**，变成一种程序卡片，通过每一次的刷卡动作来实现编程，从而实现各种功能。
- 具有编程器、控制器、马达以及多种传感器等外设。
- 通过**条形码卡片进行编程**、无须通过电脑。
- 具有手机**APP软件**，可增强老师、家长与学生的互动。



各种外设





汕头大学

SHANTOU UNIVERSITY

图像处理项目

工业应用

1 焊缝边缘跟踪

农业应用

2 烟草植株检测

3 植被分割

交通应用

4 道路裂缝检测

医学应用

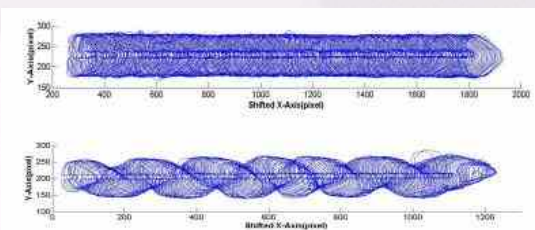
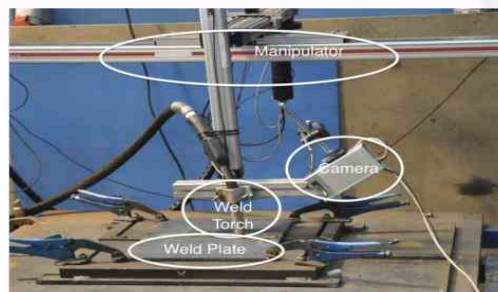
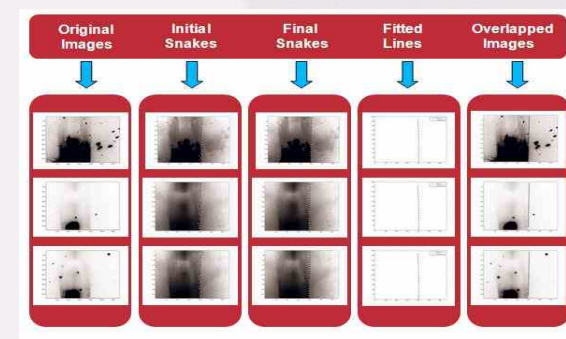
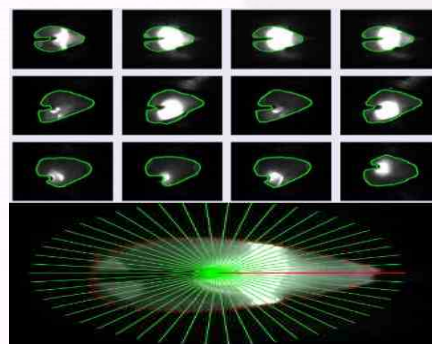
5 斜视自动检测

6 眼部视盘检测和血管检测

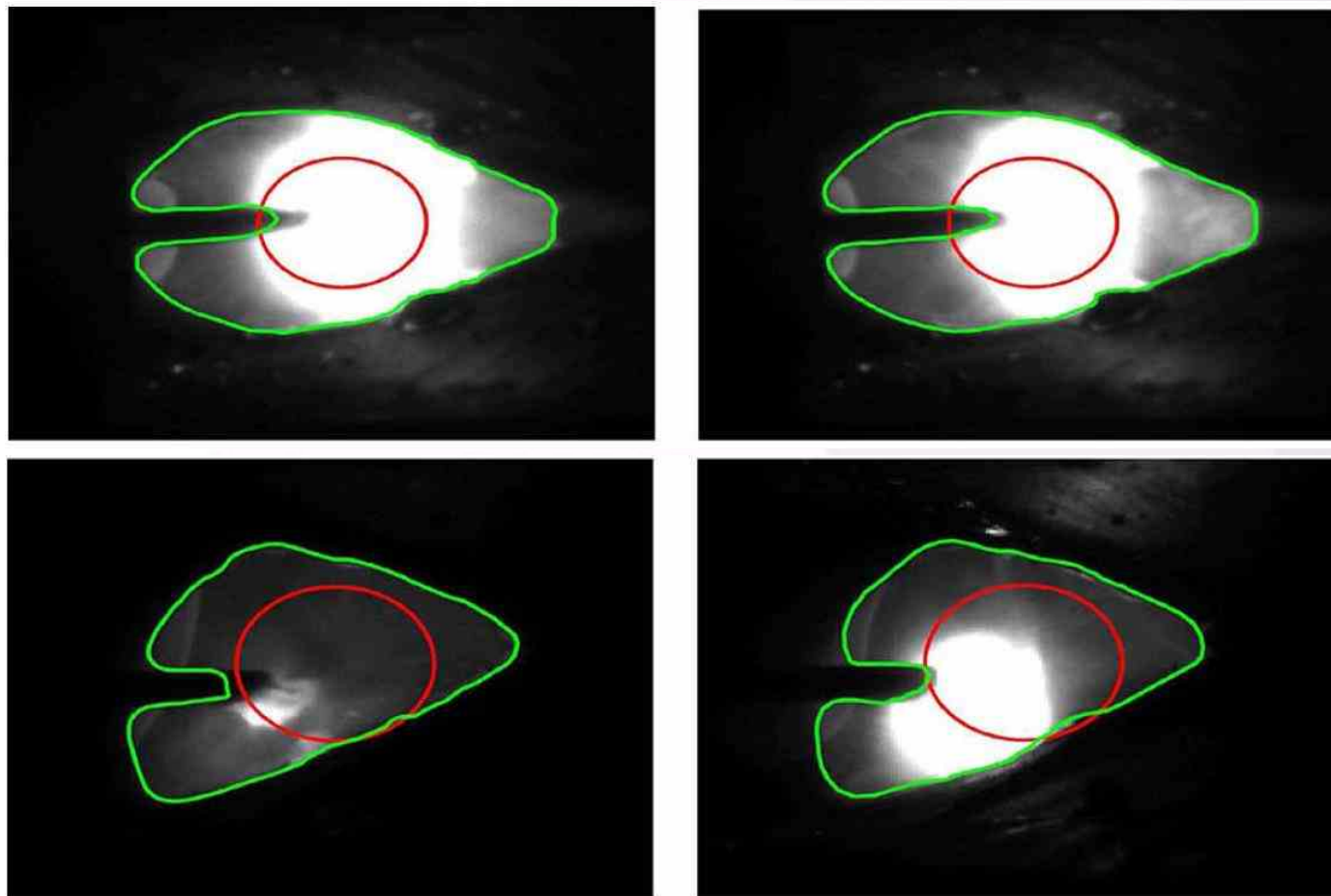
7 色素性皮损分割

1、焊缝边缘跟踪

- 融合图像处理 and 机器学习的方法，使机器视觉能够代替人的视觉，感知并判断焊接质量的好坏。
- 引入包含用户先验知识的概率模型，提高了视觉处理的准确率。
- 在实时条件下同时进行焊缝跟踪和熔池边缘提取。
- 开发出原型机系统并通过现场验收。



1、焊缝边缘跟踪



焊缝边缘检测结果：红色表示初始的焊缝边缘，绿色表示最终找到的焊缝边缘。

Liu J, **Fan Z**, Olsen S I, et al. Boosting Active Contours for Weld Pool Visual Tracking in Automatic Arc Welding, *IEEE Transactions on Automation Science and Engineering*. 2017. (工程技术2区, IF=3.502)

2、烟草植株检测

- 烟草植株是一种重要的经济农作物。
- 传统的烟草植株检测方法是人为进行检测，耗时耗力。
- 精准的烟草植株检测有助于评估烟草植株的产量，而该产量常常涉及到农民政府补贴，且便于对烟草作物的管理。



2、烟草植株检测

目的：检测无人机图片下的烟草植株及植株数

多学科交叉方法

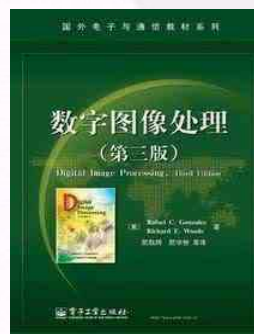
采集烟草植株图片

Unmanned Aerial Vehicle

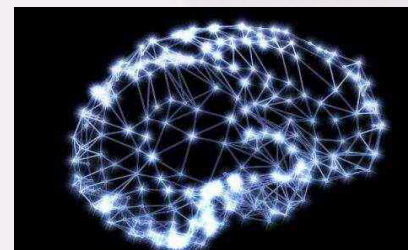


自动检测烟草植株并计数

Image Processing



Deep Neural network



方法框架

Input
无人机
图片

Stage 1
候选烟草植株
区域的提取

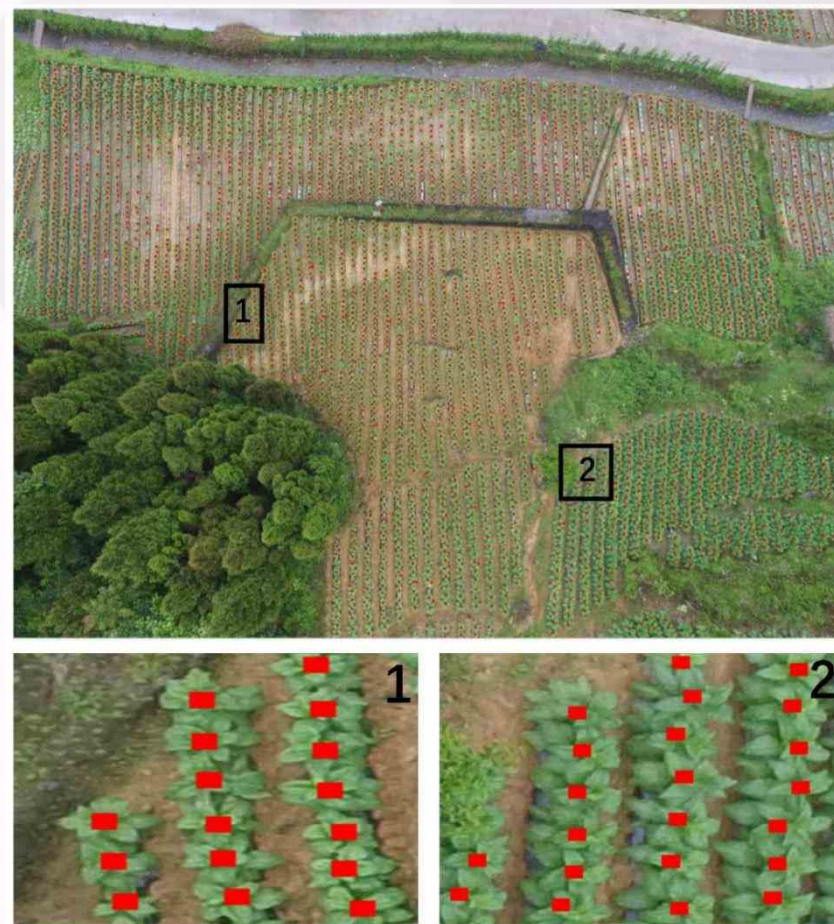
Stage 2:
深度神经网络
的建立

Stage 3:
后处理

Output:
烟草植株
检测图像

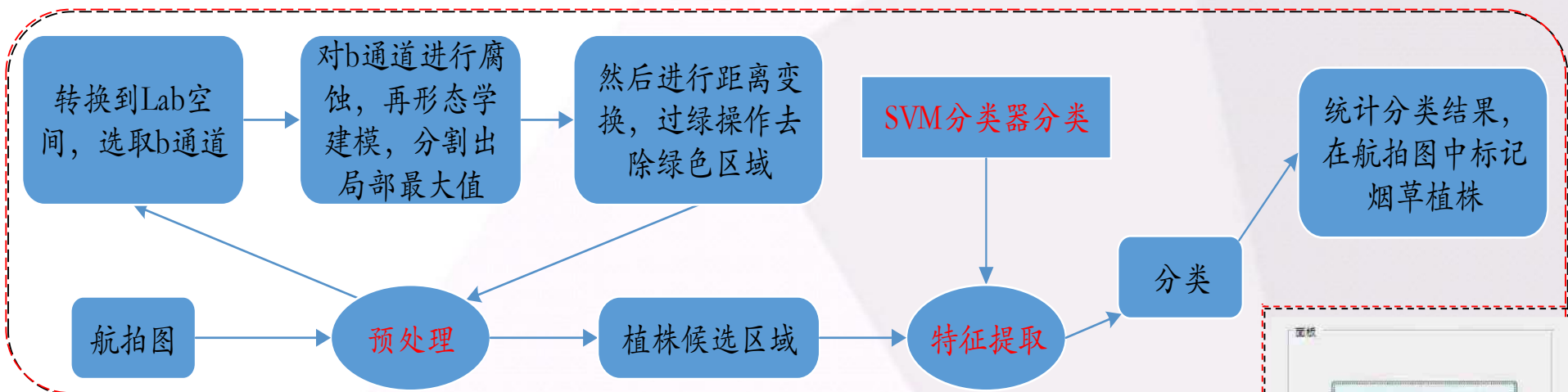
2、烟草植株检测

- (1) 融合图像处理方法和深度学习算法对烟草植株进行检测。
- (2) 利用图像分割算法对植株图像进行切割，然后利用深度神经网络判断每个分割部分是否包含烟草植株。
- (3) 该方法实现了烟草植株的自动检测，大幅度提高烟草检测效率。

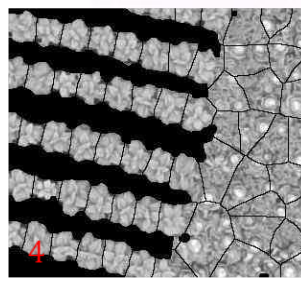
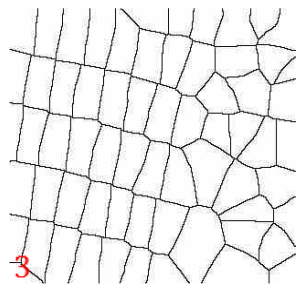
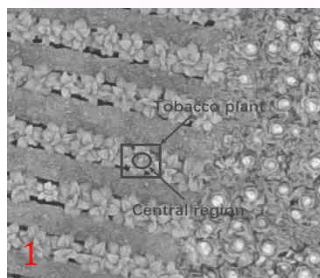


2、烟草植株检测

方法流程:



识别与计数系统:





2、烟草植株检测

烟草植株识别与计数

指导老师：范衡

广东省数字信号与图像处理技术重点实验室



3、植被分割

- (1) 植被覆盖度作为植被的直观量化指标，是刻画陆地表面植被数量的一个重要参数，也是指示生态系统的重要指标。
- (2) 利用快速、精准的植被覆盖度测算方法对植被领域的研究十分重要。
- (3) 现有的基于光谱指数的植被覆盖度检测的方法受到了对光谱的过度依赖。



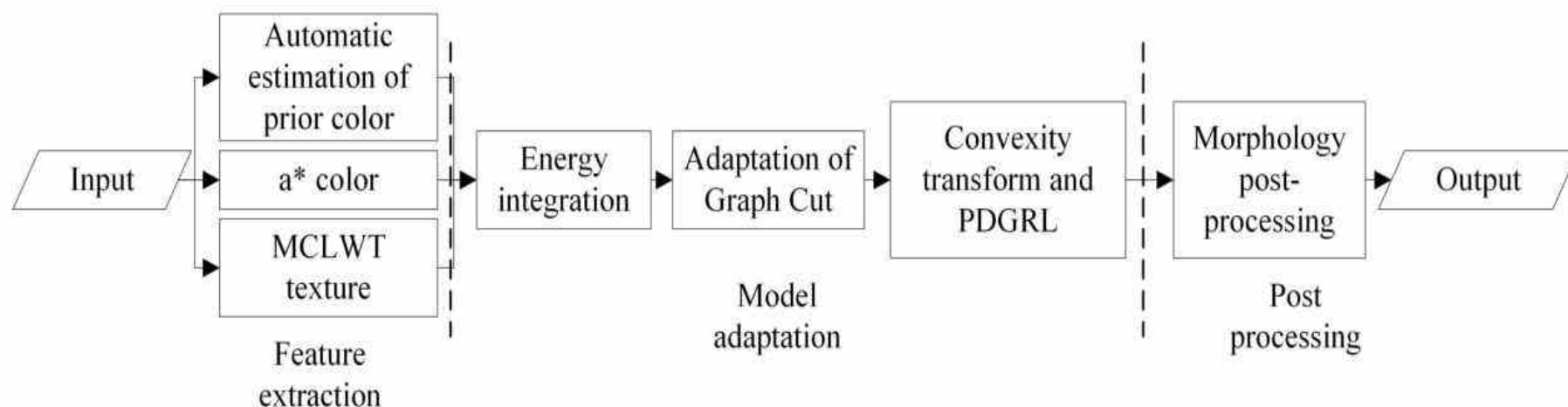
已被绿化的植被覆盖图



地表植被覆盖图

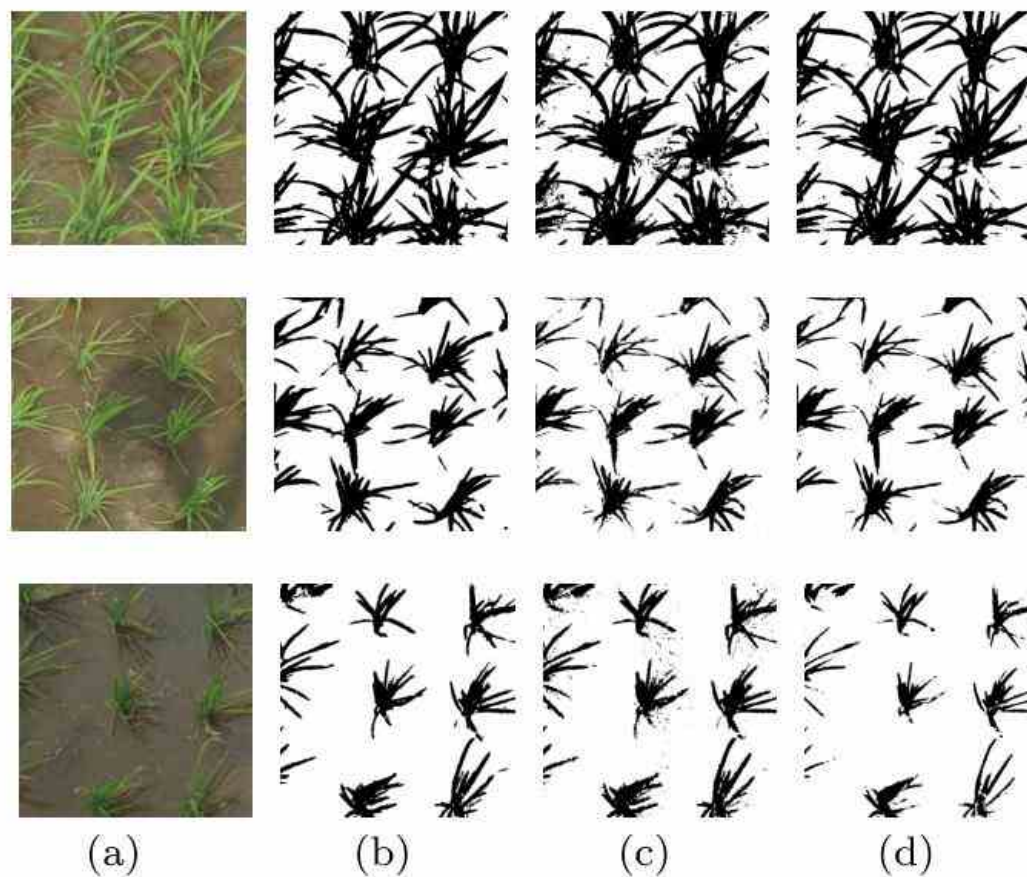
3、植被分割

- 提出了一种**基于变分层集的植被分割算法**，该算法提升了植被分割的准确度。
- 该算法在Gabor小波变换过程中提取**多通道局部小波纹理**，并通过整合该纹理特征来改善植被分割的准确度。
- 该算法可以通过对**非凸能量泛函进行凸变换**自动生成植被先前的颜色。



基于GCTV的改进算法的流程图
包括预处理、图像分割和后处理

3、植被分割



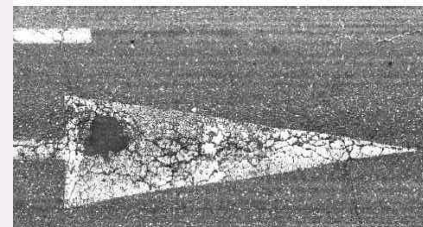
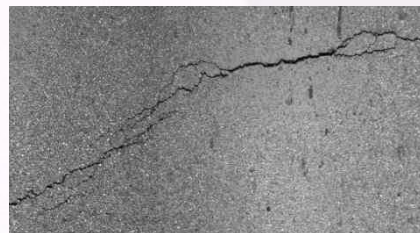
基于GCTV的改进算法和ClusterMorph算法的水稻分割结果图

(a) 为来自图集DB2的原始图，(b)为实况图，(c)和(d)分别为ClusterMorph算法和改进算法的结果图

Tie-jun Yang, Yao-wen Chen, and **Zhun Fan***. Vegetation segmentation based on variational level set using multi-channel local wavelet texture and color. *Signal, Image and Video Processing*. 2018. (IF=1.43)

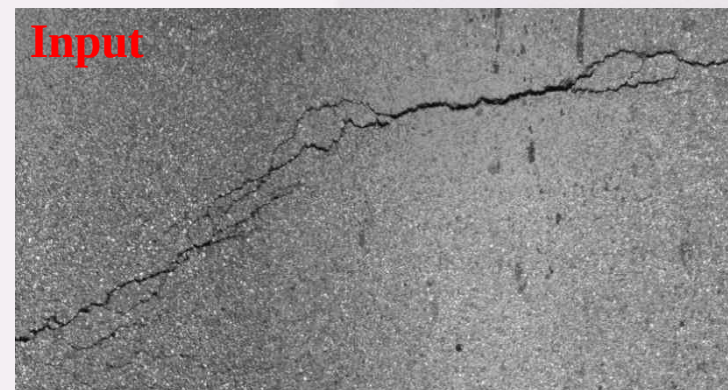
4、道路裂缝检测

- 道路裂缝检测对于维持道路安全起着十分重要的作用。
- 及时的检测有助于道路的诊断和维修，从根源上减少安全隐患。
- 传统方法是基于人对道路进行检测，该方法的缺点：
 - (1) 耗大量的人力物力和时间；
 - (2) 易出现人为误判；
 - (3) 由于人类视觉的局限性导致检测精度不高。

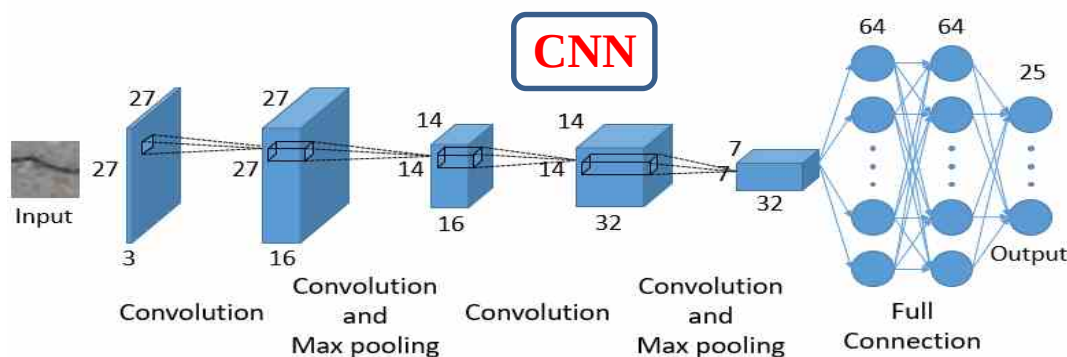
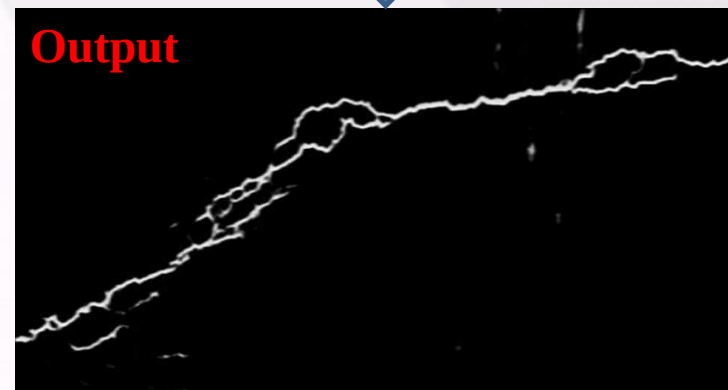


4、道路裂缝检测

- (1) 融合图像处理方法和深度学习算法对道路裂缝进行检测。
- (2) 先对图像进行分割处理，然后利用卷积神经网络对分割的每个小块进行分类。
- (3) 该方法实现了道路裂缝的自动检测，减轻了人为检测的负担和错误率。

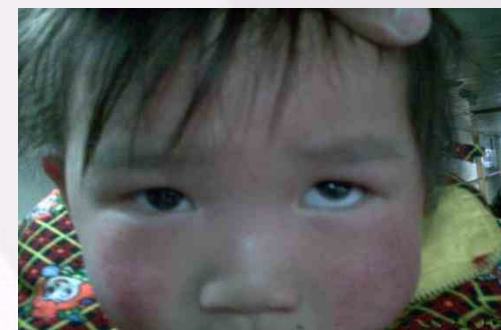


CNN



5、斜视自动检测

- 斜视是一种常见的眼部疾病，它可导致患者复视，弱视，甚至失明，并影响个人形象。
- 斜视的自动检测有助于斜视的分析和诊断治疗，节省医生的诊断时间。



5、斜视自动检测

- (1) 融合图像处理方法和深度学习算法对斜视患者进行检测
- (2) 先利用卷积神经网络获取眼睛的位置，然后利用染色特征获取眼睛瞳孔的位置，最后根据瞳孔在眼睛的位置关系确定是否患有斜视
- (3) 该方法实现了斜视的自动检测，提高了医生的诊断效率



(a)



(b)



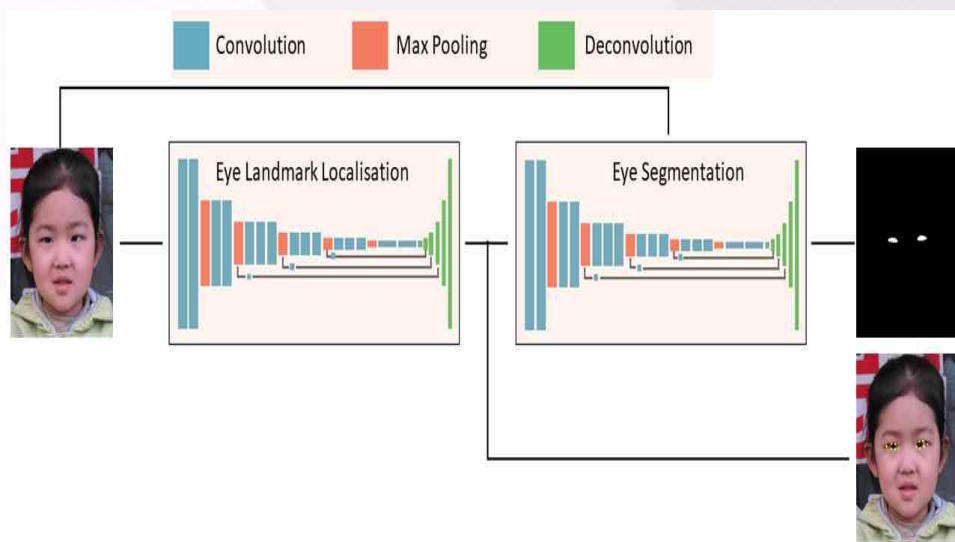
(c)



(d)

(a) 输入的人脸图像 (b) 眼睛的位置图像 (c) 放大的瞳孔分割图像。灰色部分代表瞳孔。 (d) 斜视判断过程。D表示瞳孔中心和眼睛中心的距离，T表示两眼角的距离。

级联的用于眼睛分割的CNN网络结构



6、眼部视盘检测和血管检测

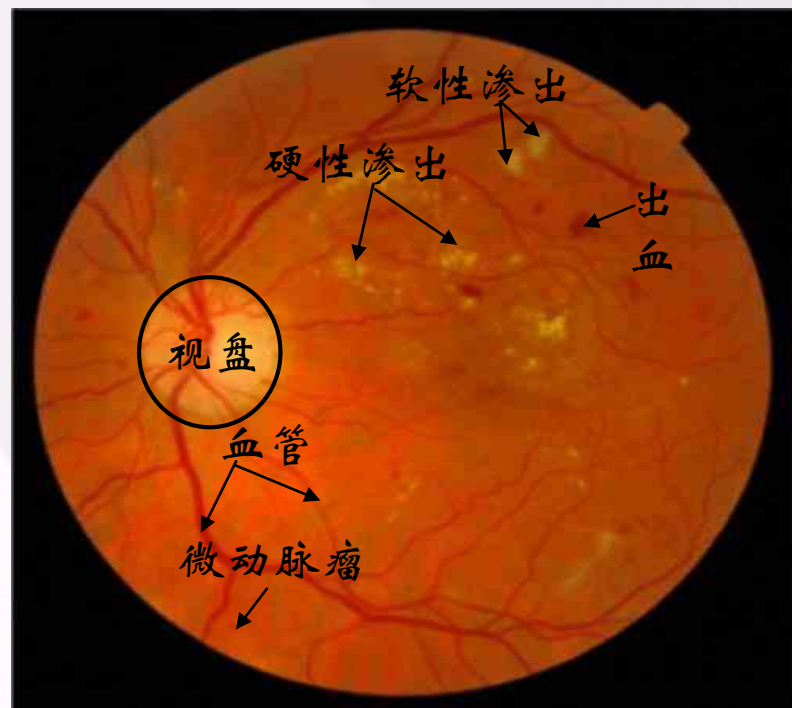
随着眼病患者的增加，越来越多的研究者对眼底图像进行研究，主要包括：

- A. 硬性渗出的检测、软性渗出的检测
- B. 出血的检测、微动脉瘤的检测
- C. 血管的检测、视盘的检测

➤ 视盘检测和血管检测在眼底图像分析与计算机辅助眼病诊断中扮演着重要的角色。

➤ 视盘检测和血管检测在青光眼的检测中扮演着重要的角色。

➤ 视盘大小与视杯大小间的比例广泛应用于青光眼的诊断。

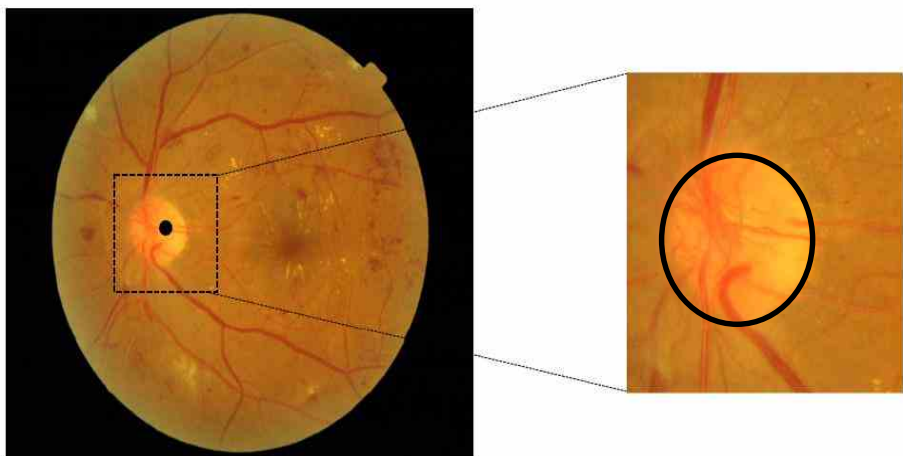


眼底图像

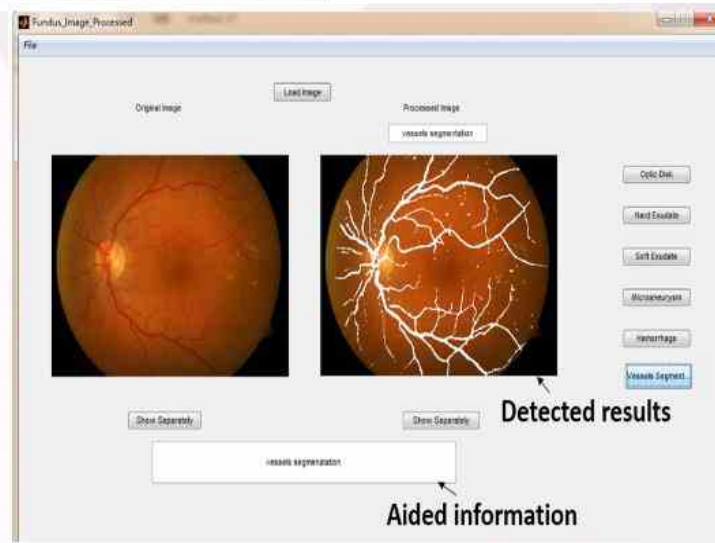
眼部视盘检测

基于结构学习进行视盘检测

- 提出一种基于**结构学习**的视盘检测方法。
- 利用**结构学习**对视盘的边缘进行检测，利用**霍夫变换**对视盘的区域进行定位，最后将两者结合提取视盘区域。
- 该方法的意义在于利用了视盘的**边缘信息**与**区域信息**对视盘进行检测，从而提高算法的性能。



眼科疾病辅助诊断系统



Fan Z, Rong Y, Cai X, et al. Optic Disk Detection in Fundus Image Based on Structured Learning.

IEEE Journal of Biomedical & Health Informatics, 2017. (工程技术2区, IF=3.4509)

眼部血管检测

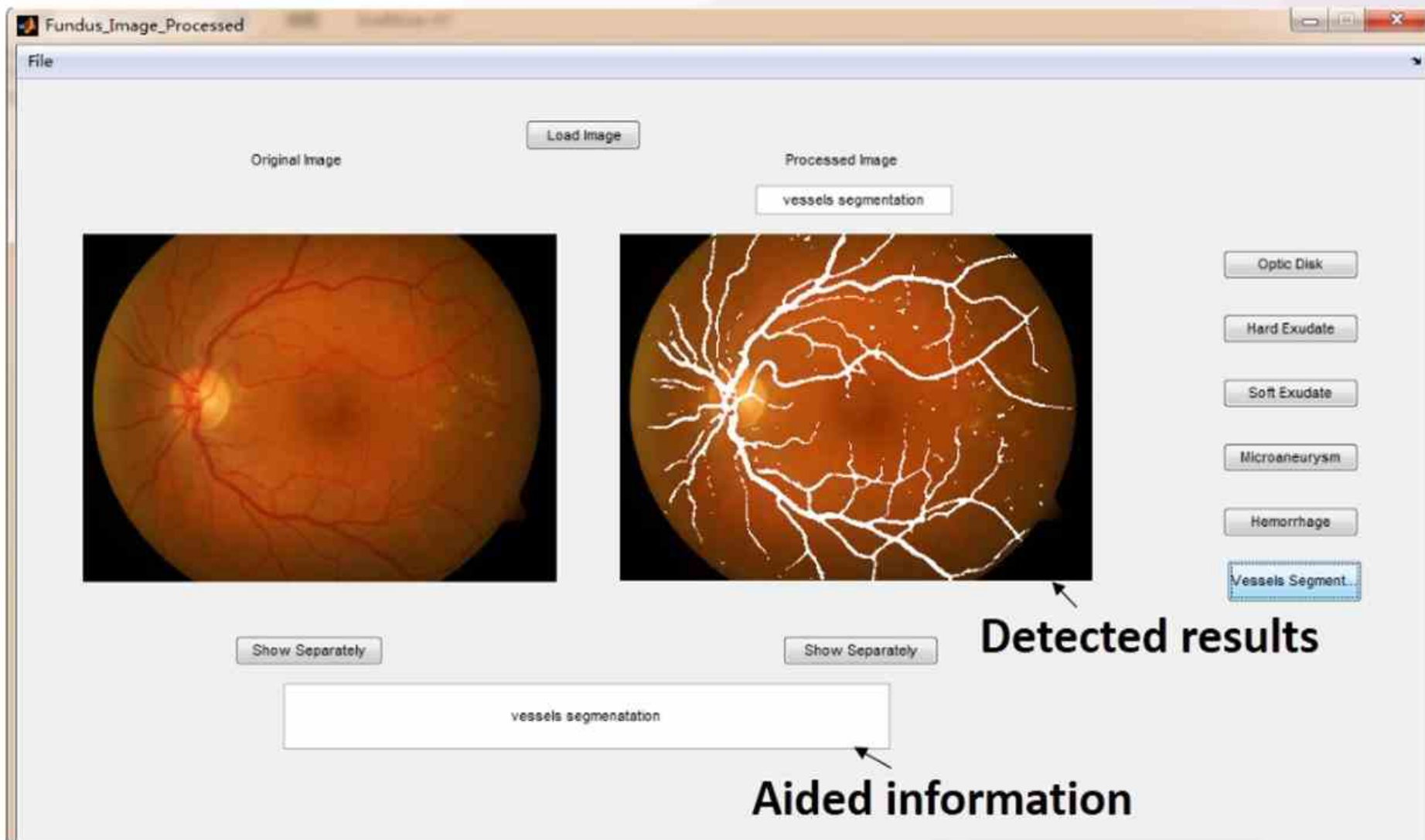
基于分层的抠图模型进行血管检测

- 提出一种基于**分层的抠图模型**进行血管的提取。
- 利用**区域特征**将图像切割成确定区域和不确定区域，再利用提出的**分层抠图模型**提取不确定区域的血管。
- 该方法的意义在于提出了一种**高效率**的分层抠图模型，实现了血管的准确提取。



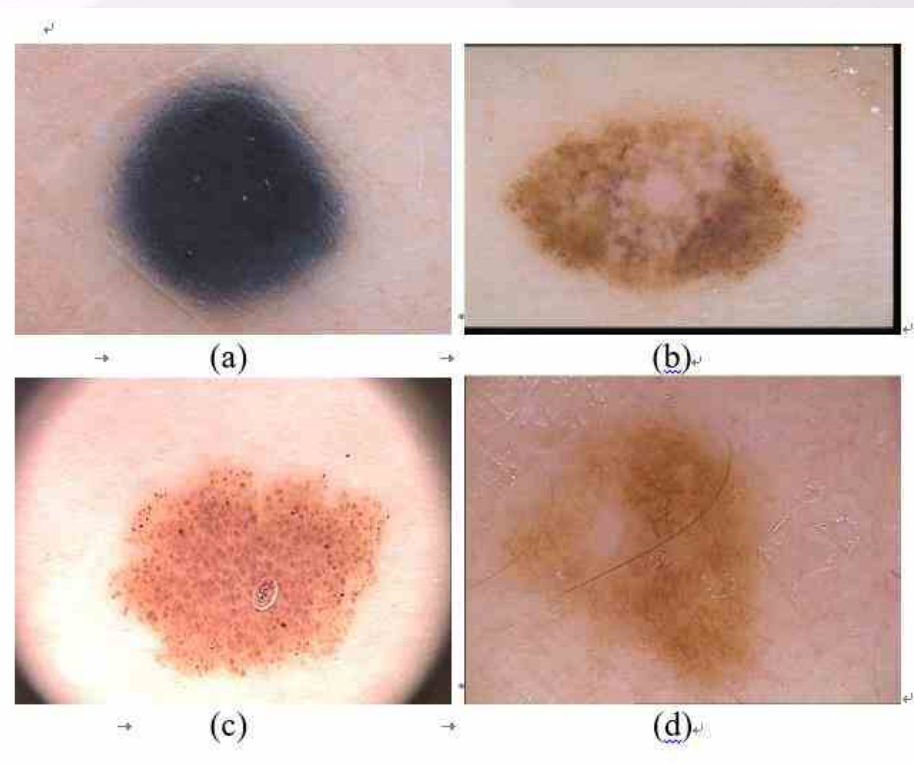
(a)为眼部原始图像，
(b)为基于分层抠图模型方法所产生的三元图，其中，白色、黑色和红色分别表示近景、背景和不明区域，
(c)为基于分层抠图模型方法所产生的最终结果图

► 眼科疾病计算机辅助诊断系统



7、色素性皮肤病分割

- **黑素瘤**是当今最致命的皮肤癌，而且它的发病率也在逐年增加。
- 黑素瘤表现为**色素性皮肤病**在数月或数年中发生明显改变。其特点为：
 - (1) 发病率低，但恶性度高；
 - (2) 转移发生早，死亡率高。
- 早期诊断可以提高患者的存活率。



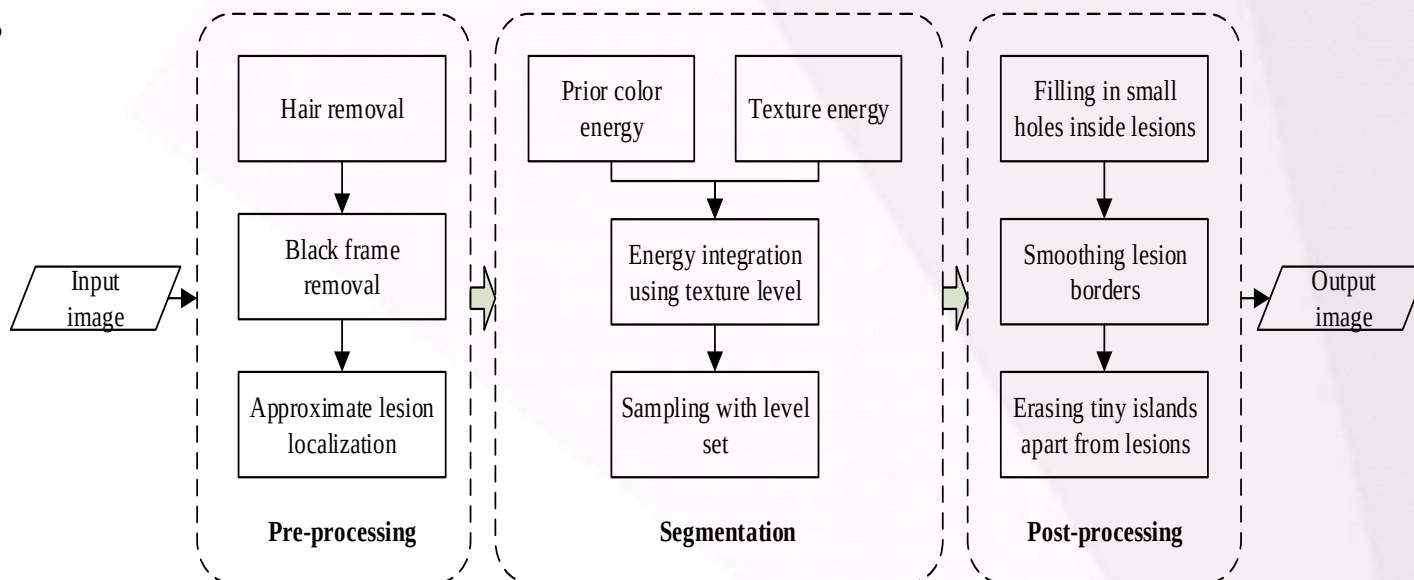
色素性皮肤病的例子

(a)为一般的痣，(b)为内部颜色斑驳的黑素瘤，
(c)为带有斑点的黑素瘤，(d)为边缘模糊的黑素瘤

7、色素性皮肤病分割

基于层集的分割方法

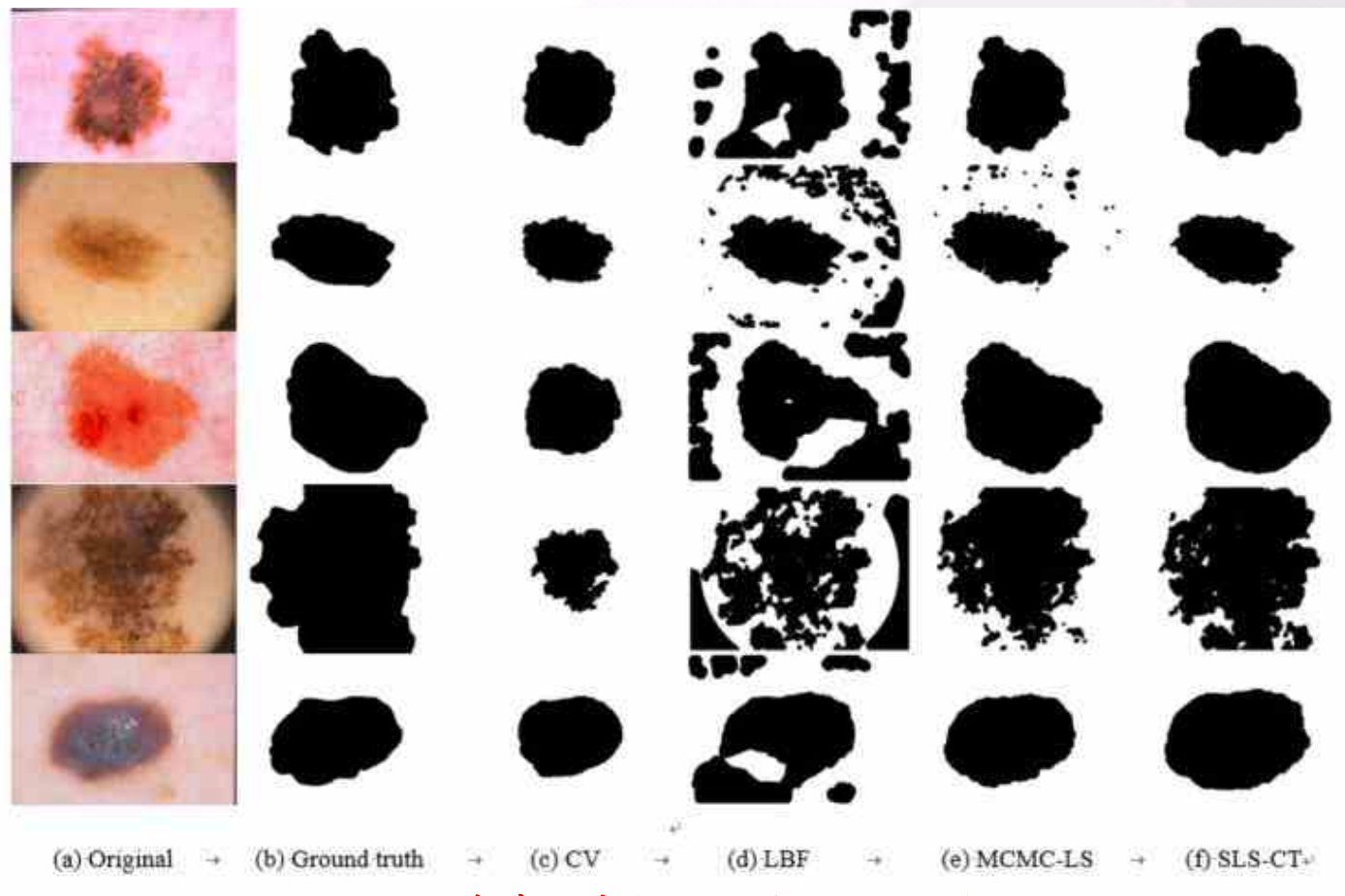
- 提出一种基于层集的色素性皮肤病分割方法。
- 通过整合额外的微观特征（如纹理）来提高分割的准确性。
- 通过不同的内在纹理使用纹理层级来区分特征的重要性，从而提高算法的适应性。



SLS-CT算法的流程图

包括预处理、图像分割和后处理

7、色素性皮肤病分割



色素性皮肤病分割的可视化比较

(a)和(b)分别为原始图和标定图，(c)~(f)分别为CV、LBF、MCMC-LS和SLS-CT方法的分割图。

Tie-jun Yang, Yao-wen Chen, and **Zhun Fan***. Color- and Texture-guided Sampling with Level Sets for Pigmented Skin Lesion Segmentation. *Scientific Reports*. (IF=5.578, 一审中)

1

实验室概况

2

主要研究方向

3

实验设备及条件

4

成果介绍

5

合作平台



重点实验室合作平台



汕头大学
SHANTOU UNIVERSITY



广东省数字信号
与图像处理技术
重点实验室

粤东西北地区
唯一的信息学科
省重点实验室

汕头轻工装备研究院

合作项目“粤东数控一代创新应用
综合服务平台”资助经费500万。

汕头市超声仪器
研究所

医学图像处理

人工智能与机器人
实验室

智能移动机器人平台

机器人系统设计自动化

广东省机器视觉智能检测
装备工程技术研究中心

广东省机器人设计
工程技术研究中心

机器人结构设计

汕头市机器人与智能
制造研究院

华南理工大学智能算
法与智能软件实验室

广东省数字信号与图像处理技术重点实验室

Key Lab of Digital Signal and Image Processing of Guangdong Province

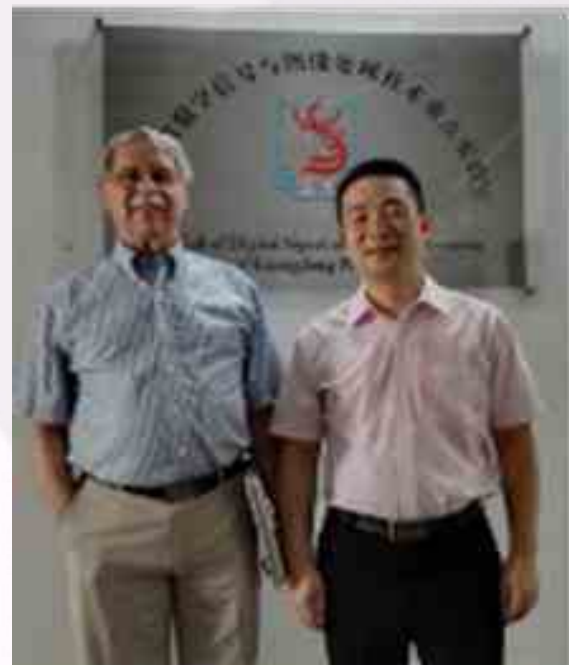
- 广东高校省级重点合作创新平台——进化智能与机器人联合研究中心，资助金额180万元。
- 外方单位：美国BEACON国家科技中心（NSF资助约5千万美元）

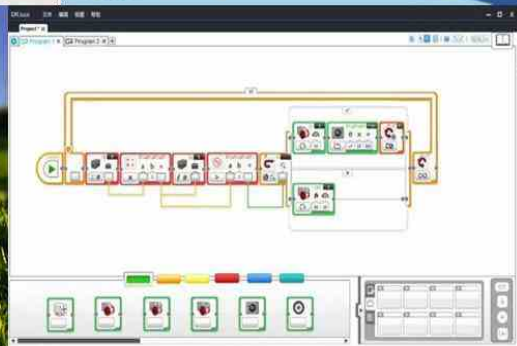
New Funding Received for Joint Research Center of Evolutionary Intelligence and Robotics

In January, 2016, we were notified that the Guangdong Provincial Government had funded our joint proposal to establish the Joint Research Center of Evolutionary Intelligence and Robotics. The new center is headquartered at Shantou Technical University (STU), Shantou, Guangdong Province, China. The partners in the new center are BEACON, the STU Center of Artificial Intelligence and Robotics (STU-CAIRO), and the Guangdong Provincial Key Laboratory of Digital Signal and Image Processing, also headquartered at STU. Funding of about US\$300,000 will support travel and visits for Center participants from China to BEACON HQ and vice versa. This new funding results from a collaborative research agreement signed in 2014 between these centers. BEACON Director Erik Goodman visited Shantou University in 2014 and again in November, 2015, meeting with many of the students and faculty members who will collaborate in the new Joint Center.



Prof. Zhun Fan (left), who received his Ph.D. at Michigan State University working with Prof. Goodman, was named as the Director of the new Joint Center. Profs. Fan and Goodman have collaborated on design of mechatronic systems using bond graphs and genetic programming since Fan's graduate student days at MSU and during his time on the faculty of the Technical University of Denmark.





➤联合申请项目“粤东数控一代创新应用综合服务平台”，经费500万。



制造装备数字化国家工程研究中心
(华中科技大学)

➤国家工程研究中心



1、“智能制造技术”教育部重点实验室
2、省数字信号与图像处理技术重点实验室

➤省部级重点实验室



软包装印刷设备工程技术研究中心

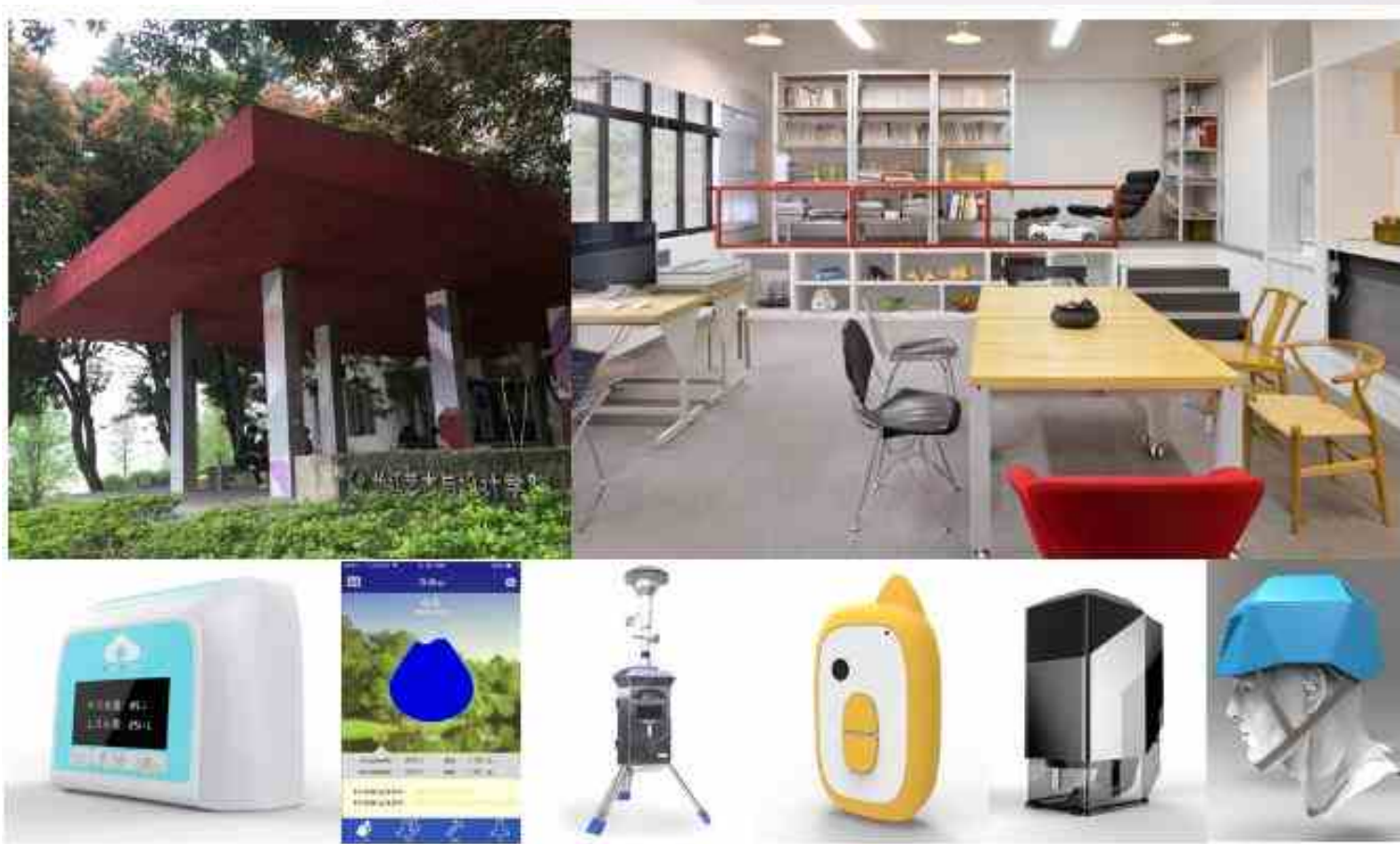
➤省级工程研究中心

技术支撑平台

- 汕头市超声仪器研究所有限公司 (SIUI) 始终专注于医学影像系统及工业检测设备的研发和制造。



- 一个以培养具有国际高水准的**跨学科设计人才**为目标，支持企业创新发展与转型，培育商业创新生态系统的综合设计平台。





谢谢!

