

哈特机器人



哈工大芜湖机器人产业技术研究院

主办 月刊 第4期 总第16期 2016年4月7日

芜湖哈特机器人产业技术研究院有限公司

(内部刊物仅供参考)

总编：高云峰

主编：徐俊

编辑：方园

编委：曹维清、陈健、李超、万立浩、汤德胜

热烈欢迎参加2016全国机械工程博士生学术论坛的各位领导、专家学者和博士生代表！

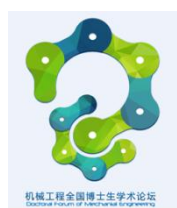
由哈尔滨工业大学主办，芜湖滨江智能产业发展有限公司、安徽工程大学、安徽省机器人产业技术创新战略联盟、芜湖哈特机器人产业技术研究院有限公司、芜湖安普机器人产业技术研究院有限公司与芜湖赛宝机器人产业技术研究院有限公司共同承办的 2016 全国机械工程博士生学术论坛将于 4 月 8 日至 9 日在芜湖海螺国际大酒店举行。

此次论坛以“求真务实、开拓创新、学以致用、服务社会”为宗旨，本着高起点、高水平及结构合理的原则，以报告、交流、讨论为主，为博士生提供一个多方

向的学术交流平台，促进学科的交叉融合，加强各个大学相关专业和相关方向博士生的交流与沟通，拓宽博士生的学术视野，激发博士生的创新思维，增强博士生的使命感和责任感。

本次大会共有清华大学、上海交通大学、中国科学技术大学、山东大学、西安交通大学、北京航空航天大学、天津大学、和哈尔滨工业大学等 40 余所国内外知名高校院所近 50 名专家学者、130 余名博士生参加。论坛由主题大会、分论坛、主题演讲、高端访谈等部分组成。

届时，芜湖市重点企业的近 100 名管



理和技术负责人将参与到论坛的各项活动中去，与与会专家学者和博士生进行技术沟通与交流。

(综合部-徐俊)

芜湖市市委常委，市政府副市长曹哨兵一行调研哈特研究院



曹哨兵副市长一行参观服务机器人展厅

3 月 23 日上午，芜湖市市委常委，市政府副市长曹哨兵、副秘书长张东在鸠江区区长茆斌、副区长吕明跃、鸠江区管委会主任洪志强的陪同下，莅临哈特研究院调研研究院建设和研发工作开展情况。

研究院副院长高云峰向曹副市长一行汇报了研究院的前瞻技术研发项目和科技成果转化情况，并陪同参观了研究院的实验区和研发试验场所，以及新建成的服务机器人展厅，仔细观看了各类机器人

展品的演示。曹副市长充分肯定了研究院自成立以来为芜湖市机器人产业发展所做的工作以及取得的成绩，希望研究院的科研人员，在哈工大团队的带领下，将研究院打造成为国内一流的机器人技术产学研基地，更好的服务于芜湖机器人产业的发展。

(综合部-方园)

哈特机器人研究院向科技部领导汇报新型研发机构建设情况



座谈会现场

3 月 28 日上午，科技部政策法规司副处长侯琼华、中国科学技术战略研究院专家一行 5 人来皖调研新型研发机构建设发展情况。安徽省科技厅在合肥召集省财政

厅、国税局、地税局以及合肥、芜湖、蚌埠科技局相关负责人专门召开了新型研发机构调研座谈会，中国科学技术大学先进技术研究院、合肥工业大学智能制造技术研究院、中科院（合肥）技术创新工程院以及芜湖哈特机器人产业技术研究院等 6 家省内新型研发机构主要负责人参会，汇报了新型研发机构建设发展情况，并与科技部领导进行了交流。

作为芜湖市唯一参会新型研发机构，哈特研究院总经理高云峰向科技部领导和省厅领导重点汇报了研究院的建设背景、基本情况、人才队伍建设、治理机制、

经费来源与结构、研发组织管理模式和产业化绩效等情况，并就目前企业化运作的研究院在税收、项目申报、资金支持、职称评定、人才引进和建设用地等方面存在的体制机制障碍与政策需求进行了重点阐述。

芜湖市科技局副局长汪自强、计划科科长陈斌参加座谈。汪自强副局长重点介绍了芜湖市在建设社会化新型研发机构方面采取多元化组建、企业化管理、市场化运作和创新服务方面的做法和经验。

(综合部-徐俊)

哈工大芜湖机器人产业技术研究院与奇瑞前瞻技术研究院、芜湖汽车研究院签订战略合作协议



签约现场

3 月 16 日下午，奇瑞汽车前瞻技术研究院、芜湖市汽车产业技术研究院举办技术成果发布会。发布会上首次亮相了艾瑞泽 7 碳纤维版汽车、奇瑞智能车和无线充电样车。发布会共发布包括无线充电、智能车跟车、开门预警、车车协同平台、E-Pilot 车联网智能系统等 10 项新技术成果。

在此次技术成果发布会上，哈工大芜湖机器人产业技术研究院与奇瑞汽车前

瞻技术研究院、芜湖市汽车产业技术研究院在芜湖市委副书记、市长潘朝晖和奇瑞集团董事长尹同跃的见证下，签订了战略合作协议。双方旨在共同打造产业技术研究院技术与团队合作创新体系，推进中国制造 2025，促进汽车制造业转型升级，拓展汽车产品价值空间。

(综合部-徐俊)

热烈庆祝中共芜湖哈特研究院支部委员会成立

2016 年 3 月 28 日，经中共安徽省芜湖市鸠江经济开发区党工委批准，中共芜湖哈特机器人产业技术研究院有限公司支部委员会在芜湖机器人产业集聚区成立。3 月 31 日下午，支部成立大会在哈特研究院培训教室举行，支部 15 名党员列席会议，中共鸠江经济开发区工委书记、管委会主任洪志强同志参加会议并发表重要讲话。

党支部成立仪式在庄严的国歌声中拉开序幕，党工委洪志强书记首先宣读了《关于同意成立芜湖哈特机器人产业技术研究院有限公司党支部的批复》，支部书记由研究院技术总监曹维清同志担任。

洪书记表示，自哈特机器人研究院落户芜湖机器人产业集聚区以来，在机器人科研创新方面做出了重大的贡献，这其中离不开党员的先锋模范带头作用。哈特研究院有一支年轻、有活力的党员队伍，芜湖市和鸠江区对你们寄予厚望，希望你们展现新时期党员风采，在机器人研发和产业应用方面做出更大的成绩，为芜湖机器人产业集聚区的发展做出更大的贡献。

会议期间，党支部书记曹维清同志、党内代表李超同志也分别发表讲话。

最后，伴随着庄严的《国际歌》歌声，党支部成立大会取得圆满成功。（项目部-张爽）



与会党员与鸠江区党工委领导合影留念

三月新闻

- 03.04 中共江苏省委办公厅调研员、南通经济技术开发区管委会副主任孙庆刚一行莅临我院考察调研；
- 03.09 芜湖哈特机器人产业研究院有限公司与南京帕睿格智能装备制造公司在南京签订了智能制造关键技术“产学研用”合作协议。
- 03.15 北京机电研究所所长梁丰收一行在鸠江区委常委、副区长李声啟和鸠江区科技局局长陈敏的陪同下，来我院参观交流。
- 03.18 天津市机器人产业技术创新战略联盟秘书长张春林一行莅临我院参观交流；
- 03.18 南京晨光集团有限责任公司民用产业部副部长钟莉华、航天智能控制研究所副所长杨伟峰一行莅临我院交流考察；
- 03.18 哈工大芜湖机器人产业技术研究院与安徽感航电子科技有限公司签署传感器合作开发协议；
- 03.29 芜湖市鸠江区政协委员一行调研哈特研究院。

基于OpenCV的嵌入式智能图像处理系统设计

■ 工研中心 郑亮

1 引言

嵌入式图像处理系统因具有功耗低、便携性好、无损检测、成本低的优点，在工业机器人与服务机器人领域都有广阔的应用前景。在工业现场，该系统可用于工件尺寸检测、方位检测等应用场合，并替代工控机与机器人控制器通讯，实现控制机器人的目的；在服务机器人领域，该系统可作为主控系统，采集图像信息，并依据图像处理结果调度各个控制单元协同工作。因此，该系统具有多用途、适合二次开发的特点，具有很高的市场价值。本文将围绕开源图像处理函数库 OpenCV 介绍基于嵌入式图像处理系统的产品设计方法。

2 产品设计目标

项目组开发的目标产品-智能相机，作为一款多用途智能设备，其主要应用场合是一些中低端的工业机器人领域或可移动的服务机器人领域，该款智能相机可被当作集成有视觉传感器的工控机使用，其将直接与机器人控制器通讯，控制机器人工作，在一些复杂的机器人控制系统中，其也被当作智能传感器使用，和其它传感器一样，作为整个系统的一部分，由工控机控制其进行图像采集与处理，并将处理结果直接传回工控机。围绕产品的功能定位，该款产品需要实现图像采集与处理、替代工控机与机器人控制器通讯、作为智能传感器将图像处理结果回传工控机。

3 设计流程

嵌入式视觉系统产品设计主要分为平台选型、软件测试、产品硬件设计、应用算法设计、综合性能调试、产品外观设计六步；其中平台选型主要是根据项目需要达到的预期目的来对开发平台进行选型，其选型依据主要根据市场上现有开发平台的各类已知参数及平台的服务支持；开发平台确定后，即对开发平台进行软件测试，测试主要分为三个步骤，其一，开发环境的搭建，其二，选择合适的图像采集方法完成图像信息提取，其三，进行系统实验，包括 OpenCV 库函数测试、结果回传等；软件测试完成后，进行最终的产品设计，包括原理图裁剪、PCB 布局布线、应用算法设计、综合性能测试、产品外观设计等。设计流程如图 1 所示：



图 1 设计流程

4 平台选型

本项目设计的最终产品是一个智能的嵌入式图像采集处理设备，其既可以替代工控机与机器人控制器直接通讯，也可以作为一款智能传感器当作整个机器人控制系统的一部分，围绕该设计目标，项目组采用了目前常见的 linux+OpenCV 的设计思路，其最大优点是操作系统与图像处理库函数均为免费开源，方便修改与移植。目前市场上沿用该设计思路设计的产品多数采用早期低性能的三星处理器，其中以 ARM9 居多，为提高系统图像实时处理能力，本项目选择三星公司最近推出的 iTop4412 处理器，该款处理器为 4 核处理器，采用 cortexA9 内核，主频高达 1.6GHz，拥有丰富的外设接口，能够满足项目需求，为评估 iTop4412 的性能，项目组将其与当前市场上主流的飞思卡尔四核心的 imx6 处理器做了实验对比，分别在两款处理器上运行同一个卷积运算程序 100 次，获得处理时间的平均值分别为 540ms 与 900ms，可见 iTop4412 在目前市场上的主流处理器中性能优越。

5 软件测试

采用 linux 操作系统进行嵌入式软件开发，重要的准备工作就是开发环境的搭建，由于开发环境的搭建工作是基于 linux 的命令行操作，因此，要求开发人员必须熟悉 linux 操作系统的文件系统、操作命令、环境变量配置等相关知识；待开发平台搭建完成，需进行相关软件测试，测试各类库文件版本、链接路径是否正确等相关问题。

5.1 开发环境搭建

linux 下的开发环境搭建主要包括交叉编译环境的搭建、linux 操作系统的裁剪与移植、OpenCV 库函数的编译与移植、Qt 开发环境的搭建等。

虚拟机 (Ubuntu 操作系统) 下采用的 gcc 或 g++ 编译器编译的可执行文件只能在 x86 平台下运行，只可以进行仿真操作，在 ARM 平台下，则必须使用交叉编译工具链对源码进行交叉编译，并将编译结果烧到 ARM 下执行。交叉编译工具包括 arm-linux-gcc、arm-linux-g++ 等，具体实现方法是将 arm-linux-gcc 等命令所在路径添加到 /etc/environment 的环境变量中，系统重启生效。

由于产品使用到的外设远远少于开发平台已知外设，所以裁剪 linux 内核对提高系统性能与节省系统资源具有重要意义，因此，最终的产品烧入的操作系统为定制后的内核，定制内核的步骤是先通过命令 make menuconfig 获得定制内核的图形界面，根据产品需要选择外设驱动，保存配置，交叉编译，获得系统镜像。

众所周知，图像处理的相关算法复杂，如果所有的算法均采用底层编程的方式进行编写，不仅需要很高的数学理论基础，而且也会增加整个产品开发的难度与开发周期，更为重要的是，开发出的产品适用范围小，二次开发的难度大。采用 OpenCV 库函数进行图像处理是目前比较主流的方式，其源码免费开放、基本的图像处理算法齐全等特点都适用于产品的开发。采用该方式开发，主要工作是 OpenCV 库的移植，库移植主要涵盖了 OpenCV 附属库的安装、OpenCV 编译配置、交叉编译等，由于过程复杂，此处不再一一赘述。项目组选用 OpenCV2.4.0 的版本进行了移植，移植后的函数库通过远程终端查看如图所示：

```
-rwxr-xr-x 1 root root 679126 Jan 21 2016 libopencv_calib3d.so
-rwxr-xr-x 1 root root 748626 Jan 21 2016 libopencv_contrib.so
-rwxr-xr-x 1 root root 2284626 Jan 21 2016 libopencv_core.so
-rwxr-xr-x 1 root root 644202 Jan 21 2016 libopencv_features2d.so
-rwxr-xr-x 1 root root 489075 Jan 21 2016 libopencv_flann.so
-rwxr-xr-x 1 root root 308062 Jan 21 2016 libopencv_gpu.so
-rwxr-xr-x 1 root root 905402 Jan 21 2016 libopencv_highgui.so
-rwxr-xr-x 1 root root 1897620 Jan 21 2016 libopencv_imgproc.so
-rwxr-xr-x 1 root root 1411096 Jan 21 2016 libopencv_legacy.so
-rwxr-xr-x 1 root root 572147 Jan 21 2016 libopencv_ml.so
-rwxr-xr-x 1 root root 107693 Jan 21 2016 libopencv_nonfree.so
-rwxr-xr-x 1 root root 517499 Jan 21 2016 libopencv_objdetect.so
-rwxr-xr-x 1 root root 36162 Jan 21 2016 libopencv_photo.so
-rwxr-xr-x 1 root root 462390 Jan 21 2016 libopencv_stitching.so
-rwxr-xr-x 1 root root 685473 Jan 21 2016 libopencv_ts.so
-rwxr-xr-x 1 root root 186903 Jan 21 2016 libopencv_video.so
-rwxr-xr-x 1 root root 227642 Jan 21 2016 libopencv_videostab.so
```

图 2 生成的 OpenCV 库函数

项目组在软件开发中采用的 linux+Qt 开发方式，其中 Qt 是一种集成开发环境，在嵌入式 linux 系统中常用于开发用户界面，其优势在于可以利用 Qt 自带的 qmake 工具进行程序编译，且可根据项目配置自动生成 makefile 文件，减少了用户编写 makefile 的相关工作，由于嵌入式 Qt 开发环境配置过程复杂，此处仅作简单介绍，配置流程如图 3 所示：



图 3 Qt 开发环境配置流程

5.2 嵌入式图像采集方法

开发环境搭建完成后，首要解决的问题就是如何获取图像信息。图像采集接口众多，有网络接口、并口、USB 接口等，不同的接口采用的采集方式也有所不同，多数的摄像头

厂家都会为摄像头配上驱动与参数调试界面，方便用户操作摄像头，而这仅限于 x86 平台+windows 操作系统，对于大多数嵌入式平台而言，只有少数摄像头有类似的软件支持，因此，嵌入式视觉系统的一个主要难题是选择何种图像获取方式。

5.2.1 图像采集方式比较

目前，在嵌入式系统中，主流的图像采集方式包括两种，分别是采用 USB 摄像头与并口摄像头进行图像采集，其中并口摄像头需要用户编写驱动程序，驱动的移植性与不同摄像头的兼容性较差，研发周期长；而 USB 摄像头经过多年发展，在 linux 下形成了一整套的图像采集标准，从早期的 V4L 标准发展到现在的 V4L2 标准，能够对多数的 UVC 摄像头进行操作，从产品设计角度，该项目决定采用 USB 摄像头进行图像采集。

5.2.2 基于 V4L2 图像采集标准的图像采集流程

V4L2 是 linux 操作系统为了操作 UVC 摄像头设备而设计的一类图像采集接口标准，采用 V4L2 的标准对摄像头进行操作主要包括根据设备文件节点打开摄像头、查看设备性能(如是否具有视频输入的能力)、设置摄像头相关参数、图片采集等，主要流程如图 4 所示：

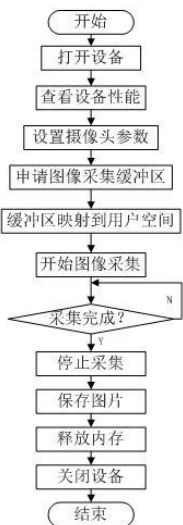


图 4 V4L2 标准图像采集流程

5.3 软件调试及实验

图像采集方式确定后，项目组编写测试软件对硬件平台进行相关测试操作。设计了采用 V4L2 标准进行图像采集并调用 OpenCV 库函数 Canny 算子进行图像处理的实验，实验效果分别如图 4 和图 5 所示：



图 5 USB 摄像头采集的图片

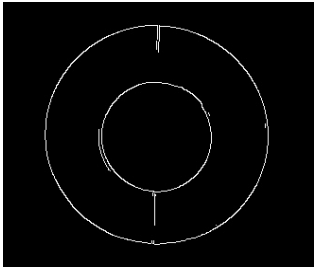


图 6 获取轮廓算法处理后的图片

图 5 与图 6 分别为嵌入式系统采集的图片与通过 OpenCV 下 Canny 算子处理后的图片，实验证明了搭建的开发环境可用于嵌入式系统进行图片采集与处理，验证了软硬件平台的有效性。

6 总结与展望

项目组目前已经完成项目前期的功能性开发的相关工作，包括平台选型、软件测试如开发环境搭建、图像采集、利用 OpenCV 库函数进行图像处理等，软件测试完成后，首先根据现有平台裁剪出具有通用功能的嵌入式视觉产品硬件，在此平台基础上，即可根据应用对象进行产品开发，包括应用算法设计、综合性能调试、外观设计等。在该平台上进行二次开发，将会大大缩短研发周期。目前项目组围绕字符识别这一应用领域进行算法设计与移植工作，并将算法编译成库文件，未来将系统在不同领域中应用的算法制作成库文件，并将所有库文件移植进操作系统，那么用户只需要根据需求即可自定义产品功能。



头条聚焦

哈尔滨工业大学利用 3D 打印技术
制备出世界最轻材料

日前，哈尔滨工业大学土木学院教授李惠课题组成员张强强等人以及美国部分大学研究者利用 3D 打印技术制备出世界上最轻的材料——超轻石墨烯气凝胶。该材料具有复杂微观结构，密度低至每立方米 0.5 千克，大致相当于常规环境中大米密度（约每立方米 800 千克）的 1/ 1600，不到空气密度（约每立方米 1.2 千克）的 1/2。（来源：人民网）

哈尔滨工业大学一中心获批
工业和信息化部协同创新中心

日前，工业和信息化部下发《关于公布第二批工业和信息化部协同创新中心的通知》，共有部属七所高校的 11 个协同创新中心被认定为工业和信息化部协同创新中心，由哈尔滨工业大学牵头的机器人与自动化装备协同创新中心获批，成为继先进环保技术与装备协同创新中心后哈工大入选的第二个部级协同创新中心。（来源：哈尔滨工业大学）

埃夫特与 EVOLUT 战略合作正式开启

2016 年 3 月 8 日上午，埃夫特与 EVOLUT 战略合作签约仪式暨合资公司埃华路成立仪式在埃夫特报告厅隆重举行。EVOLUT 与埃夫特进行合作后，利用埃夫特的整机技术，可以将工艺应用技术在机器人控制系统中“埋的更深”，完成真正的深度定制，形成专门的工艺包和工艺专家系统，在一些复杂应用方面大大降低集成商集成的技术门槛，推动机器人在产业中的大规模应用，从而同时提升了埃夫特在机器人整机领域和 EVOLUT 在成套系统解决方案领域的技术门槛。

埃夫特强大的市场地位和平台效应，加上 EVOLUT 和埃华路团队多年的技术积累、形成的客户与供应网络，可以令埃华路在机器人通用工业应用上建立高端和复杂项目解决专家的地位，同时依靠 EVOLUT 的核心科技与经验，可以使埃夫特机器人成功进入汽车零部件行业、高铁机车行业、表面处理和产品装配等领域进而推广到其他应用行业。

（来源：埃夫特机器人）

美的集团参股埃夫特 涉足机器人产业

在家电企业积极涉足机器人产业的今天，美的集团再次以参股方式夯实工业机器人领域布局。美的集团已于今年初正式将安徽埃夫特智能装备有限公司 17.8%股权收入囊中。可能是考虑到不构成重大事项，目前双方都未公开此次收购的具体事项。这意味着美的集团后续可能需要以埃夫特为平台，在机器人及自动化相关产业投资不低于 10 亿元。预计到 2020 年，芜湖机器人及智能装备产业规模突破 300 亿元，力争达到 500 亿元，真正成为具有国际竞争力的机器人及智能装备产业基地。（来源：证券时报）

奇瑞 3 年内建工业机器人基地

近日，从奇瑞汽车公司获悉，由奇瑞公司自主研发的 200 台机器人开始陆续投入应用，奇瑞将在未来三年内打造初具规模的工业机器人产业化基地。为了满足日益增长的需求，打破国外产品对我国汽车工业发展的制约和垄断，奇瑞公司 2007 年开始联合国内机器人科研单位进行工业机器人及关键部件开发，在发展自主品牌汽车之外探索自主工业机器人产业化之路，并形成中国的工业机器人品牌。将在未来三年内建成初具规模的工业机器人产业化基地，一期规划年产 1000 台。目前产业化基地建设已投入 1.3 亿元，机器人装配生产线已经投入试运行。（来源：新华网）

“十三五”期间中国要上的
100 个大项目涉及机器人领域

近日，全国人大审查的纲要草案全文中提出了未来五年中国计划实施的 100 个重大工程及项目。它们涉及科技、装备制造、农业、环保、交通、能源、人才、文化和教育等领域，将对中国经济、社会和民生等各方面产生深远影响，也会给国际社会带来重大机遇。100 个重大工程及项目包括大力发展工业机器人、服务机器人、手术机器人和军用机器人，推动人工智能技术在各领域商用。（来源：新华网）

前沿技术

台湾工研院开发 3D 智能视觉感测
技术可提升机器人生产的效率

台湾工研院新研发的“3D 智能视觉感测技术”可快速辨识场域内各项 3D 复杂的环境样貌，让机械手臂在短短几分钟内“熟悉环境”完成产线上的定位架设，不必像传统机械手臂装设动辄需要调校数小时。

目前，“3D 智能视觉感测技术”能判别物件的颜色、形状、质地和空间深度位置，并可做到即时扫描立体场景以及辨识物件姿态，其“自动化 3D 空间校正”功能可快速计算出深度摄影机与手臂的距离落差，进而调校距离落差，让机械手臂“手、眼”更协调；也可快速辨识工作场域各项座标，让智能辨识机械手臂在几分钟内完成于产线上的架设，相较于一般视觉型机械手臂，大幅度减省上线时间，提高产线的灵活度。此项技术还能使机械手臂更灵活聪明地做高端的深度拼接、组装、选取工作，与工业生产结合，可优化生产效率及流程，提升台湾产业的竞争优势。（来源：科技新报）

VisionPro 视觉软件解决手机
天线的表面瑕疵检测难题

近日，泰科电子利用 VisionPro 视觉软件解决手机天线的表面瑕疵检测难题。VisionPro 软件采用 Block 管理方式，工程师们只需将每个面的检测程序组成一个小的 Block 模块，这样在二次开发时就使得整个程序富有逻辑性。而且每个小模块都可以单独设立不同的多类型输入输出参数，以解决因为材料不同、但产品形状相同的产品检测问题。其次，VisionPro 提供了非常丰富的图像处理工具，使得一些肉眼很难看到的缺陷也能轻松地检测出来，而且每一个工具都保留了足够多的参数以供开发者使用。

（来源：中国工控网）

百度要用人工智能防止踩踏事故发生

百度旗下的一个部门开发了一种新算法，可以预测人群聚集状况，从而向主管部门和个人用户发出预警，避免异常人群聚集可能引发的公共安全威胁。该算法再次表明，已经占据中国 70%搜索份额的百度正在利用其大数据分析社会及经济问题。尽管这项研究的初衷是为公共服务设计的，但也可能用于其他目的。例如，上海迪士尼乐园便可借助这些数据预测人流量的激增。（来源：新浪科技）

谷歌正用机器学习训练机器人抓取随机物体

近日，谷歌的研究团队专门动用了 14 个机器人来教会机器人更好地抓取随机物体。解决这一问题的标准方法是，机器人侦测环境，制定抓取该物体的计划，然后执行。谷歌现在正在用这些机器人来训练一个深度卷积神经网络，以帮助机器人根据摄像头输入和电机命令来预测抓取的结果。基本上，这就是在训练机器人的手眼协调。该团队表示，在将近 3000 小时的训练（80 万次抓取尝试）后，才看到“智能反应行为开始出现”。（来源：TechCrunch 中国）

欧姆龙发布新一代集成式工业机器人解决方案

位于日本京都的欧姆龙株式会社近日向全球 39 个国家发布多款工业机器人。发布产品包括欧姆龙爱德普技术公司研发的 3 大类共 49 款一流机器人。其中包括并联机器人、水平多关节机器人和六轴机器人。这些机器人已与欧姆龙的传感器产品系列、安全部件和备受赞誉的 NX/NJ 系列机器人自动化控制器集成，从而简化了生产环境中的机器人安装工作。（来源：欧姆龙官网）

新型变形金属成就仿生机器人

美国康奈尔大学研究人员近日研发出一种新型复合材料，可在坚硬和柔软两种特性中相互转换。这种新型材料中含有铋、镓和锡金属，以及多孔硅泡沫。这种合金熔点只有 62 摄氏度，熔化后所产生的新材料变得柔韧性十足。当它冷却后，刚性便会增强，但依然可随意弯曲。除了仿生机器人，该材料还能被用在各类变形设备中。

（来源：中国机器人网）

产业信息

机器人行业首个国家工程实验室在湖南大学成立

机器人视觉感知与控制技术国家工程实验室日前在湖南大学成立，这是我国在机器人领域的第 4 个国家级科研基地，也是针对机器人行业需求设立的第一个国家工程实验室。据悉，实验室将重点支撑开展智能工业机器人场景目标视觉信息的自动获取与智能理解、机器人视觉引导和高速运动控制、高速精密电机驱动和伺服控制、灵巧作业机构数字化设计等关键技术和设备的研发工作。它的成立将为国家机器人产业自主创新能力和核心竞争力的提升提供技术支撑和保障，同时为企业、政府科技管理机构提供智能工业机器人产业有关的技术咨询、市场分析、项目评估、决策支持等服务。（来源：长沙晚报）

“长江经济带发展推介会”
芜湖引资推介项目出炉

由省政府和全国工商联共同主办的“安徽省与全国知名民营企业加快长江经济带发展推进会”将于 5 月召开，其中，芜湖市计划引资的项目也已出炉。在此次推进会的推介项目中，芜湖拟引资 3 亿元，建设机器人核心零部件（伺服电机、减速机、控制器）研发生产项目。该项目规划面积 1012 亩，主要布局工业机器人整体、减速机、控制器、伺服电机等项目。一期启动 100 亩。机器人核心零部件（伺服电机、减速机、控制器）研发生产项目拟选址于机器人产业园，该园位于鸠江经济开发区东侧，规划占地面积为 5000 亩；工业机器人本体及核心零部件研发制造；服务、医疗、特种机器人研发制造与研发；研究院、教育培训；智能成套装备制造与研发；机器人主题公园；金融、商业配套。（来源：芜湖日报）

哈工大机器人集团与库卡机器人公司
签署战略合作协议

近日，哈工大机器人集团（HRG）与库卡机器人（上海）有限公司就工业机器人在智能制造和工业 4.0 中的应用、YOUBOT 机器人开发和培训项目签订合作协议。今后，双方将共同开发适用于智慧工厂和智慧物流领域的移动机器人等产品。同时，双方还将共建 KUKA 校企合作项目，在高等院校引进德国先进的双元制教学体系，共建机器人新专业课程和认证体系，在职业教育领域进行推广。（来源：央广网）

安徽智造再添科技动力
工业机器人将有国产“发动机”

3 月 22 日下午，合肥工业大学智能制造技术研究院与安徽松科信息科技有限公司联合共建“工业机器人伺服系统联合研发中心”揭牌仪式在合肥工业大学隆重举行。据悉，该研发中心预计将于今年 6 月生产出第一台超长臂重载机器人样机并投入市场，从而打破该设备在中国市场被进口产品垄断的局面。据了解，此次共建联合研发中心，可以发挥校企双方在智能化技术研究与工业机器人产业化方面的优势，开展深入合作，共同推动工业机器人智能化技术创新和成果转化。（来源：安徽网络广播电视台）

新时达与欧姆龙签署战略合作协议

近日，上海新时达电气股份有限公司与欧姆龙自动化(中国)有限公司在上海签署战略合作协议，范围包括自动化工程系统集成、智能工作站、电梯控制等领域。欧姆龙是世界著名 500 强公司，掌握世界领先的传感与控制核心技术。新时达是电气传动与运动控制专家，业务涉及工业传动、机器人、运动控制、物联网及电梯控制等领域。双方本次战略合作内容包含技术方案、产品、生产、项目实施、技术服务等方面。（来源：上海新时达官网）

人工智能与机器人教育联合实验室成立

近日，由中科院自动化所与中科大智航空技术有限公司联合建立的人工智能与机器人教育联合实验室在京揭牌。未来实验室将致力于研发人工智能和机器人教育培训的核心技术、科普课程与科教设备，向青少年普及人工智能及机器人知识。双方建立联合实验室将开拓国立科研机构 and 民营教育企业共同发展的创新模式。（来源：科技日报）

深度信息获取方法概述

■工研中心 段斌

深度信息反映了场景中物体与图像采集设备之间的距离信息，是理解三维真实场景的基础。如果图像采集设备实现的是从三维真实世界到二维投影图像的正变换，那么深度信息获取技术所要做的就是实现从二维投影图像到三维真实世界的逆变换，即根据二维投影图像重构出三维真实场景。

深度信息获取技术可以分为接触式和非接触式，如图 1。目前市场上应用广泛的深度信息技术多为基于光学的非接触式技术。

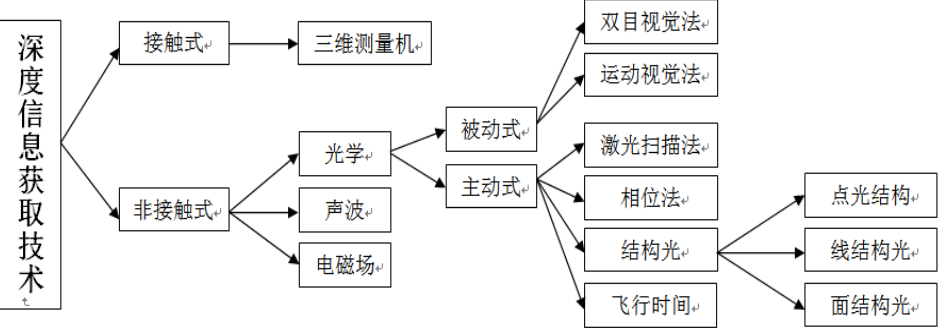


图 1 深度信息获取技术

1、被动式深度获取技术

被动式深度信息获取所需景物的照明是由环境本身的光源所提供，不需要主动光源。常用的有双目视觉法、运动视觉法等。

1) 双目视觉法。双目视觉法主要是采用两个摄像头从不同位置对待测物体成像，或者用单目相机在不同时刻从不同角度获取同一待测物体的两幅图像，基于视差原理理解物体的三维深度信息。

2) 运动视觉法。运动视觉法是运用摄像机与物体之间的相对运动来估算物体与摄像机之间的深度信息。

3) 聚焦法。聚焦深度测量（DFF）的实现原理是首先使相机相对于待测物体处于聚焦位置，然后利用透镜成像求出待测物体相对于相机的距离，通过处理大量图像来估算物体的深度信息。

2、主动式深度信息获取技术

主动式深度获取技术是指向待测场景发射一个特定的可控制光束（如结构光、激光等），使得待测场景在特定光束的照射下形成相应的调制图像，然后拍摄该调制图像，并通过解码运算得到待测场景的深度信息。主动式深度获取技术采用的方法主要有：激光扫描法、相位法、飞行时间法以及结构光法等。

1) 激光扫描法。激光扫描法使用激光发生器产生特定形状光斑，将光斑投影到物体上，使用 CCD 传感器接收光斑。由于激光发生器与 CCD 传感器的位置固定、发射角度已知、接收角度已知，通过解三角形可计算得到光斑处的深度值。

2) 相位法。相位法主要是将光栅条纹图案投影到物体表面，由条纹畸变求解目标物体的相位信息，然后将相位信息转化为深度信息。栅相位法包括：莫尔条纹法、时间域相移法、空间域相移法以及傅里叶变换法等莫尔条纹法简单易行，但是对光栅的制作要求较高、抗干扰能力较差。

3) 飞行时间法（TOF）。该方法通过 LED 二极管阵列向待测场景发出调制红外信号，信号在到达被测场景的表面后发生反射，并返回传感器测距感光元件接收，如图 2。通过测量发射信号与返回信号之间的相位差，就能计算出深度传感器到被测场景的距离。4) 结构光法。该方法主要是基于光学三角测距原理，测物体的深度变化 X 转化为摄像头获取图像上的像素位移 X' ，如图 3。常用的有点结构光、线结构光和面结构光。点结构光测量速度慢，效率低；线结构光测量效率高，测量精度低。面结构光测量效率最高，测量精度低。

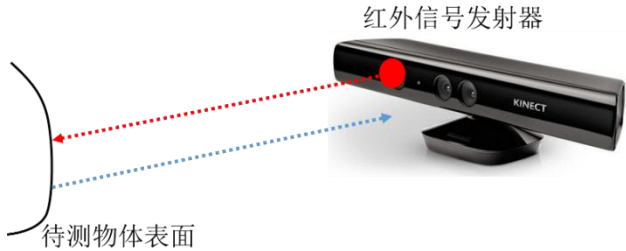


图 2 飞行时间法简图

4) 结构光法。该方法主要是基于光学三角测距原理，测物体的深度变化 X 转化为摄像头获取图像上的像素位移 X' ，如图 3。常用的有点结构光、线结构光和面结构光。点结构光测量速度慢，效率低；线结构光测量效率高，测量精度低。面结构光测量效率最高，测量精度低。

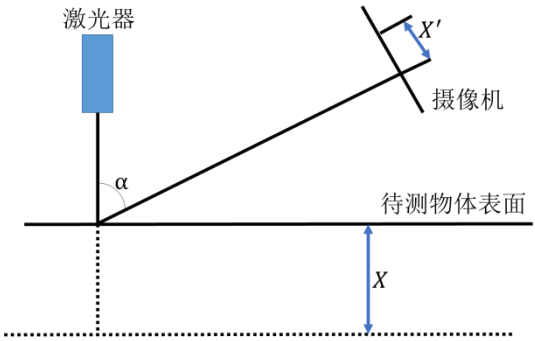


图 3 三角测距原理简图

开放式工业机器人控制系统概述

■工研中心 陈健

传统工业机器人采用 PC 机+运动控制板卡的集中控制方式，系统的控制性能受限于运动控制卡的性能，且整个控制系统是封闭形式，不便于扩展机器人的其他应用功能。随着工业现场对机器人应用要求的逐渐提高，需要机器人完成更为复杂的作业任务，采用集中方式的机器人控制系统在可扩展性，通用性等方面的劣势更加明显。

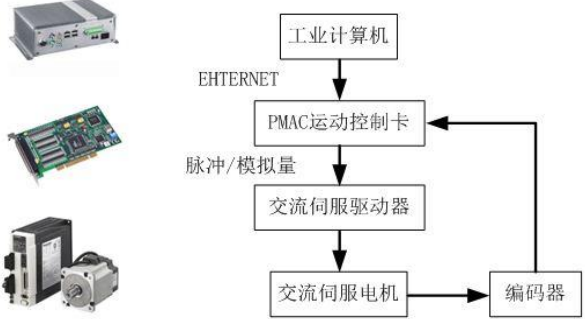


图 1 基于 PC+运动控制卡的机器人控制结构

基开放式控制系统具有的互换性、可移植性、可扩展性等特点，使得开放式机器人系统的优势日益明显，已成为当前控制系统发展的重要趋势。此外，开放式的结构使得系统在通用性、柔性化和网络化等方面迅速发展，推动了机器人集成系统性能的提升。开放式控制平台主要由 4 大组件组成：工业 PC、现场总线、标准的操作系统和实时控制软件，如图 2。

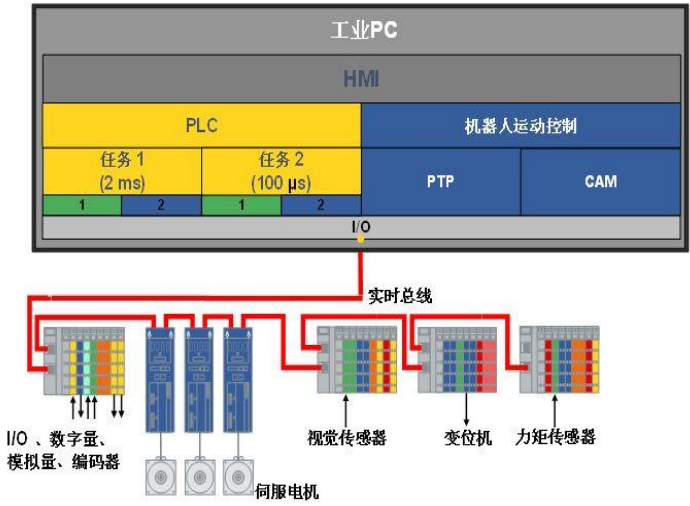


图 2 开放式工业机器人控制系统组成

开放式工业机器人控制系统主要体现在以下几个方面：

（1）最大限利用 PC 的软硬件资源。随着计算机技术的飞速发展，PC 机在硬件成本不断降低的同时，性能不断提高。在传统数控系统的各个硬件模块中，PC 机的 CPU 和系统是功能最强大的，充分利用 PC 机的软硬件资源可以最大限度降低系统的成本。同时，PC 还能为用户提供丰富的功能，如人机界面、网络通信、动态显示等。

（2）可扩展性。基于 PC 的开放式控制系统允许用户将自己的软件功能集成到 PC 中。通过采用标准的程序开发工具和编程语言，利用功能软件包提供的接口函数，用户可以方便的根据自身的需求添加各种功能。机器人控制系统可与多传感系统进行集成，包括力觉感知系统和视觉图像处理系统，通过以太网实现机器人控制系统与工业相机、图像处理软件、力觉传感器之间的实时通讯，实现机器人的柔顺装配，使机器人具备了力觉感知与反馈控制的能力和视觉引导能力。

（3）模块化。模块化的设计是指将一定范围内的不同产品进行功能分析，在此基础上划分为一系列的功能模块，然后通过模块间的选择和组合构成各种功能不同的产品，以满足用户不同层次的需求。机器人控制系统应使用模块化的设计思想，各模块间使用标准的接口来进行连接，这样便于模块的单独开发和运行，在提高效率的同时降低生产成本。

（4）动态参数配置功能。为实现机器人轨迹的实时修正，在插补周期内，将插补运算模块计算的各轴的位置增量值与伺服反馈的位置值进行比较处理，将处理结果送至伺服驱动模块控制相应电机运动，它主要控制与轴位置有关的参数，包括位置、速度、加速度等。

开放式系统集成了机器人网络通讯、工业相机控制、图像处理、六维力传感器应用以及实时扩展等技术，增强了机器人在复杂作业环境下的适应性，扩展了机器人应用领域。

研发动态

●智能码垛装车系统：

目前该系统已完成基于视觉扫描系统的软硬件平台搭建，实现货箱的三维数据扫描与处理，并可得到其空间位置等信息，后续工作中将继续结合机器人标准码垛模块，进行智能码垛相关功能的测试。

●基于深度学习双臂机器人自主抓取方法研究：

基于两阶段级联的深度学习算法已完成对现有公共数据集的训练和测试，后期在搭建硬件平台和 ROS 软件环境下进一步调试算法。

●视觉光源系统：

目前该系统已完成样机的试制，实现了对双路光源的分别控制，通过选择合适的导热材料加于安装底座与光源之间，可对光源发光亮度进行标定，系统光源可调等级达到 10 级。在后续改进工作中，将通过优化系统布局、材料等问题，进一步提高该系统的实用性和耐用性。



1	激光-TIG 电弧复合热源焊接技术	51	基于 CAN 总线的电能质量监测系统
2	轻量化、高刚度复杂结构激光焊接技术	52	直流无刷压缩机变频空调控制器
3	高效、柔性自动化焊接装备技术	53	高性能无速度传感器矢量控制变频器研发及产业化
4	大型铝合金制件液态模锻精密成形技术	54	电力线载波通信模块
5	高热裂敏感金属薄板焊接热裂与变形的控制研究	55	HID 灯高性能电子镇流器
6	陶瓷颗粒增强的复合钎料技术	56	逆变器共模电压抑制器
7	陶瓷与金属连接技术研究	57	交流励磁双馈电机变速恒频风力发电技术
8	镁合金先进焊接技术与产业化研究	58	PECC 功率方波电流脉冲电源
9	超声 TOFD 厚壁焊缝缺陷检测装置	59	多波长高温计
10	铝、镁合金变极性 TIG/PAW 焊接工艺及设备	60	红外多波长辐射温度计
11	硬质合金木工刀具的焊接技术	61	脉冲加热动态热物性测量系统
12	小型管状药芯焊丝生产设备及制丝技术	62	可见光成像校准仪
13	绝缘陶瓷轴承（FAG）	63	CH40N11 型机车用长寿命无弧司空继电器接触器
14	表面陶瓷涂层柱塞、轴套类产品	64	I5-98 型铁路客车发电机仿真试验台
15	管材热态内压成形技术	65	KDS-I 型铁路客车电器元件综合试验台
16	多元等离子体基离子注入混合及多层复合膜技术	66	KFS-I 型铁路客车电子防滑器仿真综合试验台
17	形变 W-Cu 电极材料制造技术	67	ZBST-I 型轴温报警器综合试验台
18	连续纤维增强金属基复合材料包覆挤压工艺	68	TDL-II 型铁路客车电力连接器综合试验台
19	镁合金薄板带材轧制生产线技术	69	LED 路灯驱动电源
20	镁及镁合金丝材拉拔技术	70	水平井长冲程抽油机 PLC 变频控制系统
21	全方位离子注入技术	71	便携式钢丝绳探伤仪
21	高性能纳米结构陶瓷涂层材料	72	电池组监控及均衡管理系统
23	纳米增强耐磨堆焊材料	73	工业缝纫机伺服驱动系统
24	工模具表面的液中放电沉积陶瓷层技术	74	高功率密度伺服电机
25	混粉电火花精密加工技术	75	永磁交流力矩电动机系统
26	高性能镁合金及镁基复合材料	76	电梯门机用永磁同步伺服电机
27	电子封装用铝基复合材料	77	双稳态电磁离合器
28	等离子体化学热处理设备及工艺	78	高温无刷直流电机系统
29	多功能等离子体表面改性装置	79	高速无刷直流（永磁同步）电机
30	5 万吨马铃薯精淀粉生产线 DCS 系统	80	RFID 系统
31	中空轴三相混合式步进电动机	81	UNF 近场 RFID 阅读器天线
32	新型旋转电磁热机	82	无线通信新型人工电磁媒质微波谐振腔及滤波器
33	电动车辆用电机及其控制器	83	小型化超宽带无线通信天线
34	微机控制照明节电设备	84	计算机电话集成客服呼叫中心系统
35	电力系统自适应光学电流互感器	85	高精度在线式激光测厚仪
36	高档伺服系统	86	特种复合材料高压气瓶制造技术
37	高速高精度电主轴关键技术	87	高品质碳氮化钛超细粉的低成本制备技术
38	数控装备用直线电机关键技术	88	汽车电子系列项目（一）
39	数字化油田关键装备	89	汽车电子系列项目（二）
40	高分辨率电磁感应式电子白板	90	汽车总线技术的研究与开发
41	螺杆泵用节能型永磁变速直接驱动电机系统	91	超声检测与成像技术
42	智能网络化路灯照明管理系统	92	微型直接甲醇燃料电池制造方法关键技术
43	路灯照明路段控制器	93	铝合金轮毂无氟浸锌合金技术和高耐蚀电镀技术
44	基于模糊神经网络的油田抽油机节能与保护装置研究	94	电镀废水回收装置的研究
45	跑步机专用驱动器	95	聚对苯撑苯并双噁唑（PBO）纤维
46	变频式智能型电动执行机构	96	超疏水金属网材料的制备
47	电动舵机交流伺服驱动系统	97	超疏水纤维材料的制备
48	半导体激光器脉冲特性参数测试系统	98	智能心脏支架
49	插针外径自动测量分选系统	99	泡沫金属材料制备技术
50	高精度质量质心测量系统	100	无铅无镉光亮化学镀镍及化学复合镀清洁生产技术



101	动力电池锂离子电池正极材料磷酸亚铁锂	149	城市交通自适应信号控制理论与方法研究
102	电动汽车动力电源高孔率基板材料制造技术	150	橡胶颗粒路面应用技术的研究
103	新型环境催化材料介孔 TiO ₂ 的自组装与应用	150	新型道路填缝料的研制与开发
104	磷化锗晶体材料及其器件	151	日处理 100-10000kg 医疗垃圾焚烧炉
105	含硫硅烷偶联剂产业化工艺的研究	152	日处理 8t/d 高浓度有机废液（含实验室有机废液）焚烧炉及尾气净化系统
106	直接甲醇燃料电池（DMFC）研制	153	日处理 10-50t 高浓度含盐有机废液双温双床流化床焚烧炉
107	天然石墨综合深加工技术	154	草浆造纸黑液流化床碱回收技术
108	超薄流体润滑及其应用	155	新型太阳能浅层地能供暖/供冷系统
109	特种加工数控机床系列产品与配套关键技术	156	燃气定向辐射器
110	精密阵列微细群孔电火花加工工艺与装备制造技术	157	化工原料内循环干燥器
111	车轮降噪阻尼器	158	中心给粉旋流煤粉燃烧技术
112	管道机器人技术	159	“风包粉”系列浓淡煤粉燃烧技术
113	数控纤维缠绕机	160	燃煤锅炉复合分级超低 NO _x 排放燃烧技术
114	九自由度弧焊机器人系统	161	适于高寒地区低硫煤的高效经济型湿法烟气脱硫技术
115	微机控制步进电机式低频振动攻丝机	162	IGCC 电站重型燃气轮机叶轮机械基础理论与关键技术
116	仿人机器人舞蹈、足球系统	163	锅炉燃烧过程自动控制系统及控制软件
117	轨道列车内外端门控制器	164	带预燃炉膛和烟气循环的燃煤热风炉
118	金属橡胶阻尼减振技术	165	牲畜排泄物处理回收技术
119	微小型正弦活齿减速器	166	纳米稀土铬酵母制备的中试研究
120	面向反恐侦察的微声爬壁机器人	167	豆瓣酱、酱油多菌种混合发酵剂
121	智能服务机器人	168	乳碱性蛋白的制备及应用
122	汽车零部件自动化装配生产线	169	功能性天然食用色素——花青素加工关键技术
123	水平井牵引机器人	170	纯菌接种系列乳酸菌发酵蔬菜及发酵液综合利用技术
124	面向光纤作业的微操作机器人	171	北方特色发酵香肠工业化生产
125	先进设备的精密滚动轴承、润滑与密封技术	172	低温喷雾干燥工业化制备高活性益生菌
126	激光加工新技术	173	发酵乳制品专用直投式发酵剂
127	并联机床的研发与产业化	174	食品类污水污泥脱水机理及资源化技术研究
128	数字化装配技术	175	水质远程在线监测网络技术研究
129	基于模型驱动方法与软构件的企业管理应用软件开发平台	176	低能耗低污染膜/生物反应器（MBR）污水处理技术与设备
130	基于声、笔混合控制多模式人机界面的交通调度指挥系统	177	油田采油废水回用的深度处理技术与设备
131	电视广告商业情报系统	178	有毒（有机）工业废水物化/生化组合工艺处理效能与工程应用
132	群发邮件的自动发现与分析	179	EC 厌氧反应器
133	中文自动分类、标引和文摘系统	181	低 C/N 比污水连续流脱氮除磷工艺与过程控制技术
134	中英双例句智能检索引擎	182	煤气化废水投加甲醇的厌氧共代谢技术
138	印刷物信息安全技术研究	183	高有机物浓度高含盐量制药废水处理工艺
136	色彩匹配系统研究	184	污水处理系列科研成果（一）
137	电子文档防泄露安全监管系统	185	污水处理系列科研成果（二）
138	C 语言编程题自动评分系统	186	流域水环境安全预警与应急决策支持系统
139	纸币分析技术及在系列产品中的应用	187	乙醇型发酵生物制氢技术
140	电力行业 PDA	188	土壤蓄冷与土壤耦合热泵集成系统的应用基础研究
141	网络指纹门禁系统	189	城市供热、供水管网数字化系统
142	电子政务中多种身份鉴别和权威认证技术融合	190	基于 GIS 的城市供热数字化系统
143	嵌入式系统科研成果	191	严寒地区居住建筑节能成套技术研究
144	基于软构件的企业信息化软件开发平台	192	水泥高效复合助磨剂
145	面向特定领域基于 Ontology 的跨语言信息检索技术研究	193	聚丙烯纤维在混凝土材料中的应用研究
146	汉语动词次范畴化自动获取技术的研究	194	对已建预应力混凝土楼板开洞用的工具锚
147	多功能道路检测车	195	高强度轻骨料混凝土的研制
148	基于现有传感器的桥梁无线检测成套技术		

如有意向了解上述技术具体情况，可与芜湖哈特机器人产业技术研究院联系！
联系电话：0553-5621999 电子邮箱：hitrobot@hitrobot.com.cn