

哈特机器人



导读：

第一版：公司新闻

第二版：研发与应用

第三版：行业动态

第四版：技术园地

哈工大芜湖机器人产业技术研究院

芜湖哈特机器人产业技术研究院有限公司

主办 月刊 第8期 总第20期 2016年8月10日

（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

哈特研究院获 2016 年创新驱动助力工程专项资金的支持

2016年7月，哈特机器人产业技术研究院获得2016年创新驱动助力工程专项资金的支持。哈特研究院2015年3月在中国科协创新驱动、助力安徽芜湖活动上与创新助力工程正式对接，开展一年以来，哈特研究院与中国自动化学会、哈尔滨工业大学、北京航空航天大学、河海大学、安徽工程大学等学校建立了长期技术合作关系。2015、2016连续两年参加了中国科协科技文献信息加工工作，并与哈尔滨工业大学在安徽省科技攻关项目、安

徽省新型研发机构建设等科技项目方面，与北京航空航天大学在工业机器人及智能成套装备产业研究院项目（合芜蚌）上都进行了深度的合作。2015年、2016年哈工大在职工程硕士班共招收周边企业员工就读哈工大在职工程硕士28人，同时哈工大正在为芜湖机器人产业园定向培养机械工程学科的硕士研究生22人。下一步，哈特研究院计划在中国自动化学会和芜湖市科协的指导下，牵头成立并推进中国自动化学会芜湖市分会和芜湖自动化

协会的建设，进一步加强与中国自动化学会相关单位的合作、主动收集在自动化应用方面的需求和技术难题，帮助企业解决实际困难，形成更多的技术应用示范点。创新驱动助力工程是中国科协为充分发挥科协及其所属学会在创新驱动发展中的重要作用，进一步推进学会为地方经济社会发展提供科技和人才支撑作用于2014年底在全国范围实施的一项科技与人才服务工程。创新驱动工程围绕增强自主创新能力，通过创新驱动助力工

程的示范带动，引导学会在企业创新发展转型升级中主动作为，在地方经济建设主战场发挥生力军作用。创新驱动助力工程服务内容主要包括为地方区域经济发展提供咨询建议、帮助地方解决重大战略中的关键技术问题、建立产学研联合创新平台、促进科技成果和专利技术推广应用和承接示范区有关科技攻关项目五个方面。

（综合部-徐俊）

热烈庆祝共青团芜湖哈特机器人产业技术研究院有限公司支部委员会成立

为加强哈特研究院团的组织建设，更好地开展新形势下研究院的青年工作，根据《中国共产主义青年团章程》及有关规定，经中共芜湖哈特机器人研究院党支部研究，报共青团鸠江经济开发区工作委员会同意，共青团芜湖哈特机器人产业技术研究院有限公司支部委员会

于2016年7月20日在芜湖机器人产业集聚区正式成立。

经组织推选，哈特研究院前瞻技术研究中心副主任李超博士任团支部书记，服务机器人研发中心金力同志、综合管理部张爽同志任团支部副书记并分别兼任组织委员和宣传委员。

（项目部-张爽）



中央电视台财经频道采访哈工大芜湖机器人研究院

2016年7月29日，中央电视台财经频道走进位于芜湖市机器人产业集聚区的哈工大芜湖机器人产业技术研究院，采访了研究院副院

长、公司总经理高云峰，就供给侧结构性改革与芜湖机器人产业发展进行了深入的访谈。

（综合部-徐俊）



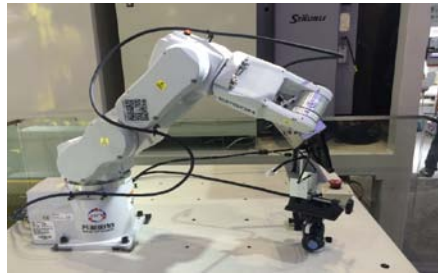
技术引领智造-哈特机器人重磅亮相 2016 中国国际机器人展

7月6日，芜湖哈特机器人产业技术研究院有限公司研发的成型管视觉测量机器人系统、I-PR系列-智能码垛装车系统和餐饮服务机器人-Hero1型在上海国家会展中心2016中国国际机器人展览会D021展位正式亮相。



展会现场

成型管视觉测量机器人系统是基于结构光三维测量技术和机器人技术进行开发。根据输入的成型管CAD模型与相关参数，自动生成机器人运动轨迹，通过机器人搭载的结构光传感器对管件进行精确扫描，从而重建其三维模型计算出特征点的误差，对成型管的质量进行判定，也可为折弯设备调整工艺参数提供依据。该系统也可适用于其他领域复杂管件精度检测。现已与芜湖海音智能机器人有限公司进行合作，投入使用。



成型管视觉检测机器人系统

I-PR系列-智能码垛装车系统由六自由度工业机器人、激光雷达定位系统、开放式控制系统等部分组成，具有定位精度高、适应性广、可靠性高、产品性能稳定等特点，能够对在一定区域内随意停放的货车进行智能码垛装车作业。特别适合针对大中型平板货车的袋状或箱状物料的码垛装车作业需要。



I-PR系列-智能码垛装车系统

餐饮服务机器人-Hero1型具有自动送餐、菜品介绍、空盘回收、自主导航、自动避让、语音提示、歌曲点播、手机电脑无线控制等实用功能，能够代替或者部分代替餐厅服务员为顾客服务，减少服务人员数量，提升餐厅的品牌形象，具有较高的经济价值，减轻餐厅服务员劳动强度，增大餐厅非就餐高峰期客流量，合理调配餐厅资源。



第5届中国国际机器人展览会（CIROS2016）以“智慧·品质·效率”为主题，来自13个国家和地区的包括机器人本体制造商、自动化系统集成商、零部件供应商、软件应用控制制造商、视觉及3D设备制造商等320余家企业参展，是本年度国内规模最大的机器人全产业链专业展览会。（综合部-方园）

工信部装备司机械处副处长刘涛调研哈特研究院

7月14日，工信部装备司机械处副处长刘涛一行莅临哈特研究院调研芜湖机器人产业发展情况。省经信委装备处副处长叶玉律、市人民政府副秘书长张东陪同调研。

我院副院长高云峰接待了刘处长一行，并向各位领导汇报了我院的整体运行情况、人才队伍建设情况以及下一步发展战略等。随后，高云峰副院长陪同

各位领导参观了研究院的服务机器人展厅及工业机器人研发试验场所，并介绍了研究院的产业化关键技术的研究情况及产业化合作项目的进展情况。

刘处长充分肯定了哈特研究院紧紧把握了十三五发展的机遇，承担并参与了多项省部级科技计划项目，深入开展技术创新等工作，并对研究院下一步的战略发展提出了宝贵的意见和建议。

参观结束后，张东副秘书长在研究院会议室向刘处长一行专题汇报了芜湖机器人产业集聚区的发展情况，并与园区相关企业一起与刘处长就机器人产业发展政策支持方面的问题进行了深入的探讨。工业和信息化部赛迪智库李方正博士、我院高云峰副院长、芜湖赛宝检测中心总经理侯卫国等参加了座谈。（综合部-方园）

哈特研究院机器视觉与智能装备技术实验室组建四大专业研究室

2016年7月10日，公司机器视觉与智能装备技术实验室根据研究工作需要，设立机器视觉技术研究室、人工智能技术研究室、定位导航技术研究室、智能控制技术研究室四大专业研究室。

机器视觉技术研究室：该研究室以机器视觉技术为基础，依托成型管检测机器人系统、液袋高速拣选机器人系统和嵌入式视觉检测系统等项目，开展机器视觉相关的前瞻技术研究，技术研究，具体包括视觉伺服技术、视觉检测技术和嵌入式智能视觉检测系统开发三个研

究子方向。

人工智能技术研究室：该研究室面向复杂环境下机器人智能作业和人机协作开展以下研究，具体包括基于多模态深度学习算法的机器人自主抓取方法研究和基于深度学习的双臂机器人协同作业技术研究两个研究子方向。

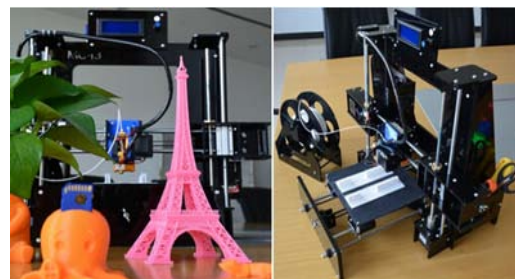
定位导航技术研究室：该研究室以送餐机器人和AGV机器人为研究平台，开展不确定性环境下移动机器人导航研究，并将该技术应用到实际工作场所。

智能控制技术研究室：该研究室针

对工业机器人在磨削、增材制造、焊接等领域作业需求开展研究，以构建模块化、开放式的工业机器人控制系统提高机器人作业的智能化程度和操作效率，具体包括基于多传感器信息的工业机器人开放式控制系统研究和工业机器人力控制研究两个研究子方向。

首批进入研究室开展研究工作的工程师包括公司前瞻、工研、服研三个部门的相关方向研发技术人员。

（综合部-徐俊）



课堂上，哈特机器人研究院的志愿者们为小朋友讲解3D打印技术的原理，从搭建打印机开始，使小朋友们了解3D打印机的工作方式，随后教授他们学习进行简单的图像变成，最终使他们能制作属于自己的作品。



在桌面上摆放着利用该技术打印出来的成品，如手机支架、埃菲尔铁塔、玩具动物等模型，令人眼花缭乱。小朋友们兴趣盎然，在科技馆内研究组装、使用3D打印机。（项目部-张爽）

芜湖市科技馆“暑期3D智造”公益创客活动

网址：<http://www.hitrobot.com.cn/>

联系电话：0553-5621999

投稿邮箱：fangyuan@hitrobot.com.cn

基于半全局密集匹配的三维重建

■ 前研中心 陈智君

1、引言

影像密集匹配是在影像间通过一定的数学运算寻找尽可能多同名像点的过程，是三维重建技术的关键。通过匹配得到的同名点集能够建立真实的场景，在此基础上可以据距离远近判断场景中障碍物的区域，因此广泛的应用于机器人的自主导航与避障。

密集匹配算法可以分为局部匹配算法、半全局匹配算法和全局匹配算法，其中局部匹配算法计算速度最快，但是匹配的正确率较低，全局匹配算法匹配正确率高，但是计算效率低下，无法实时计算。而半全局密集匹配（Semi-Global Matching, SGM）算法是一种以多个方向上的一维能量最优来近似二维全局最优的密集匹配方法，不仅可以得到与图割法（Graph Cuts, GC）和置信度传播法（Belief Propagation, BP）等全局匹配算法相媲美的结果，而且计算速度也远优于这些算法。因此，本文主要研究半全局匹配算法在三维重建中的应用，首先对原始立体影像进行极线校正；其次利用半全局算法对校正后的影像进行密集匹配，得到视差图；最后对匹配点对进行三角化求出三维坐标，实现三维重建。

2、极线校正

在立体匹配过程中，为了方便计算立体视差，通过立体标定计算立体像对的基本矩阵，再对立体图像进行重采样，使它们的极线水平对准。这样使得同名点的搜索范围被限制在一维的扫描行上，以提高匹配的效率和精度。

立体像对的极线校正方法主要分为两种，主要在于是否利用到相机的内参数。不利用相机内参的方法是利用两幅影像中的同名点计算基础矩阵，然后通过坐标变换使所有的极线对准平行。利用相机内参的方法首先建立两个满足极线约束的虚拟成像平面，然后将立体图像对重新投影到这两个虚拟的像平面上。下面具体描述利用相机参数的极线校正方法。

假设一个空间点 W 的齐次坐标为 $W=[X \ Y \ Z \ 1]^T$ ，对应的像点 m 的齐次坐标为 $m=[u \ v \ 1]^T$ ，物点 W 和像点 m 的对应关系可以通过透视投影矩阵 P 来表示： $m \propto PM$

其中 $\propto$ 表示在某一尺度坐标下的相等。将 P 重写为： $P=[Q \ | \ q]$ ，可以知道光心 O 的坐标为：

$$O = -Q^{-1}\bar{q} \quad (1)$$

像素 m 对应的空间光束方程为：

$$w = O + \lambda Q^{-1}\bar{m} \quad (2)$$

则校正后的立体像对的透视投影方程为：

$$\begin{cases} P_{n1} = K[R \ | \ -RO_1] \\ P_{n2} = K[R \ | \ -RO_2] \end{cases} \quad (3)$$

为了校正左图像，需要计算将原来的 $P_{n1}=[Q_{n1} \ | \ \bar{q}_{n1}]$ 的像平面投影到 $P_{n2}=[Q_{n2} \ | \ \bar{q}_{n2}]$ 的像平面的变换矩阵，可以证明这个变换是由 $T_1=Q_{n2}Q_{n1}^{-1}$ 确定。给定任意空间点 $\tilde{M}$ ，可以得到：

$$\begin{cases} \tilde{m}_{n1} \equiv \tilde{P}_{n1}\tilde{M} \\ \tilde{m}_{n2} \equiv \tilde{P}_{n2}\tilde{M} \end{cases} \quad (4)$$

因为校正不移动光心，所以光线的方程为：

$$\begin{cases} w = O_1 + \lambda_1 Q_{n1}^{-1}\tilde{m}_{n1}, \lambda_1 \in R \\ w = O_1 + \lambda_2 Q_{n2}^{-1}\tilde{m}_{n2}, \lambda_2 \in R \end{cases} \quad (5)$$

因此有：

$$m_{n2} = \lambda Q_{n2}Q_{n1}^{-1}\tilde{m}_{n1}, \lambda \in R \quad (6)$$

然后利用 T_1 变换对原左图像进行校正可以产生新的左图像，类似的，对右图像使用 T_2 变换。校正后图像坐标不一定落在整数像素点上，还需要进行插值计算以得到整数像素点的像素值。

3、半全局匹配

半全局算法将立体匹配问题纳入到一个能量最小化的框架中：

$$E(d) = E_{data}(d) + \lambda E_{smooth}(d) \quad (7)$$

其中 $E(d)$ 为最终匹配的能量值， $E_{data}(d)$ 为数据能，代表像素之间的匹配程度。 $E_{smooth}(d)$ 为平滑能，表示当前匹配像素与相邻像素之间的融洽程度。

半全局算法可分为 3 个步骤：匹配代价计算、匹配代价聚合和视差确定。

3.1 互信息匹配代价计算

半全局算法以互信息作为匹配代价，互信息是一种基于概率统计的逐像素匹配代价函数，能够避免匹配窗口的大小及其形状对匹配结果的影响。互信息 $MI_{1,2}$ 的计算公式如下：

$$MI_{1,2} = H_1 + H_2 - H_{1,2}$$

其中 H_1 、 H_2 是图像的信息熵， $H_{1,2}$ 是联合信息熵。信息熵是通过计算影像的灰度值分布概率 P 得到的，信息熵和联合信息熵的计算方法如下所示：

$$H_i = -\sum_{j=0}^{255} P_i(j) \log P_i(j) \quad (8)$$

$$H_{i,j} = -\sum_{k=0}^{255} \sum_{l=0}^{255} P_{i,j}(k,l) \log P_{i,j}(k,l) \quad (9)$$

其中 P_i 为灰度值的概率分布， $P_{i,j}$ 为灰度值的联合概率分布。利用泰勒公式展开信息熵如式：

$$H_i = \sum_j h_i(I_j), h_i(I_j) = -\frac{1}{n} \log(P_i(I_j) \otimes g(I)) \otimes g(I) \quad (9)$$

数据项 h_i 是通过同名像点亮度值的分布概率进行高斯卷积运算得到，计算过程仅依赖于同名像点的亮度值，式中

$g(I, k)$ 代表高斯卷积。则像素 p 在视差 d 下的互信息匹配代价 $C_{MI}(p, d)$ 的计算如式（4）所示：

$$C_{MI}(p, d) = -h_1(p) - h_2(p) + h_{1,2}(p, d) \quad (10)$$

3.2 匹配代价聚合

半全局匹配算法中最优视差的获取，是通过能量函数的最小化求解来实现的。如图 1 所示，利用 8 个方向上的匹配路径最优来近似拟合一个全局最优约束，每个点的匹配代价都是 8 个方向匹配代价累积之和。

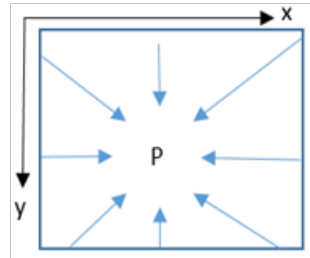


图 1 8 路径能量累积

在每个方向上按照动态规划的思想进行计算，然后将各个方向上的匹配代价相加得到总的匹配代价。像素 p 在视差 d 沿 r 方向的代价函数 $L_r(p, d)$ 的计算如式：

$$L_r(p, d) = c(p, d) + \min \left\{ \begin{aligned} &L_r(p-r, d) \\ &L_r(p-r, d \pm 1) + P_1 \\ &\min_{l=d_{min}-d_{max}}^{d_{min}-d_{max}} L_r(p-r, l) + P_2 \end{aligned} \right\} \quad (11)$$

其中， P_1 和 P_2 是对像素点 p 与其相邻的像素点视差存在较小和较大变化两种情况的惩罚，显然 $P_1 < P_2$ 。第一项是对 p 赋予 d 的匹配代价；第二项是当前路径上 p 的上一个点 p-r 包含了惩罚系数的最小匹配代价；第三项对最优路径的选择没有影响，这一项的加入只是为了避免 L 过大。所有 r 方向的匹配代价相加得到总的匹配代价，如式所示。

$$S(p, d) = \sum_r L_r(p, d) \quad (12)$$

3.3 视差确定

计算得到所有像素的匹配代价 S(p, d) 之后，每一个像素点 p 的视差 $d_p = \arg \min_d S(p, d)$ ，即对应的总匹配代价最小的视差值，遍历图像后，得到所有像素的视差。

4、三维重建

若空间点 P 在立体像对上存在同名像点 $(p_1(x_1, y_1), p_2(x_2, y_2))$ ，假设左像的相机坐标为世界坐标系，则该物点在世界坐标系中的三维坐标 (X, Y, Z) 为：

$$\begin{cases} x = z \frac{x_1}{f} \\ y = z \frac{y_1}{f} \\ z = \frac{f(f_2 - x_1 t_2)}{x_1(r_7 x_1 + r_8 y_1 + f_8) - f(r_1 x_1 + r_2 y_1 + f_1)} \\ = \frac{f(f_2 - y_1 t_2)}{y_1(r_7 x_1 + r_8 y_1 + f_8) - f(r_4 x_1 + r_5 y_1 + f_5)} \end{cases} \quad (13)$$

其中， $R = \begin{bmatrix} r_1 & r_2 & r_3 \\ r_4 & r_5 & r_6 \\ r_7 & r_8 & r_9 \end{bmatrix}$ 表示旋转矩阵， $T = \begin{bmatrix} t_1 \\ t_2 \\ t_3 \end{bmatrix}$ 表示平移矩阵。

为相机的焦距。在得到立体像对的视差图之后，就可以得到任意的同名点对 $\{(x_1, y_1), (x_2 - disp(x_1, y_1), y_1)\}$ ，根据上式就可以求出空间点的三维坐标，实现物体的三维重建。

5、实验分析

为了验证所提方法的可行性，利用相机手持拍摄得到的影像进行实验，相机的内参数是已知的。影像尺寸为 2448*3264，实验影像如图 2 所示：



图 2 实验影像

5.1 极线校正

首先需要对原始影像进行极线校正，通过 SIFT 算子匹配得到的同名像点来计算基础矩阵，SIFT 算子匹配得到的同名点如图 3 所示：



图 3 SIFT 特征点匹配

为了剔除误匹配点对极线校正的影响，采用 RANSAC 算法去除错误匹配点。由于影像中存在大量的弱纹理区域，所以 SIFT 算子只提取了 831 个同名像点。极线校正后的左、右影像如图 4 所示：

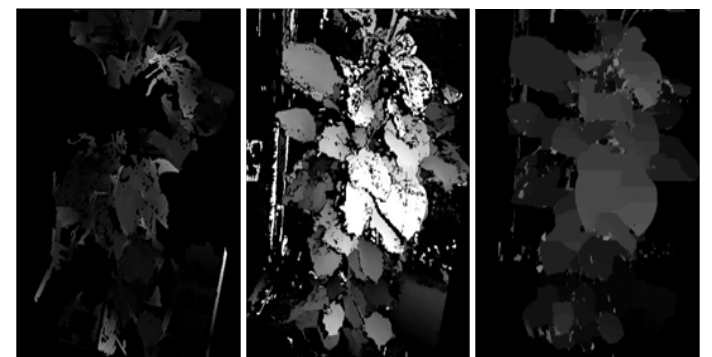


图 4 极线校正影像

由图 4 可以看到，相较于原始的影像，校正后影像都有了一定角度的旋转，校正后影像的同名像点的纵坐标都大致相等，能够为后续密集匹配提供良好的条件。

5.2 密集匹配

为了验证半全局算法的特性，采用基于局部匹配的区域生长匹配算法、半全局算法和全局匹配的图割算法进行对比实验，实验结果如下图所示：



(a) 区域生长算法 (b) 半全局匹配算法 (c) 图割算法

图 5 稠密匹配视差图

三种方法得到的视差图可以看到，区域生长算法的效果最差，有很多区域都没有匹配出来，而半全局算法和图割法得到的视差图效果较好，其中图割法的视差图更为平滑。三种方法的耗时如表 1 所示：

图 5 稠密匹配视差图

	区域生长法/s	半全局算法/s	图割法/s
时间	0.998	2.572	46.78

表中数据可知，区域生长算法由于是局部匹配的算法，所以耗时最少；半全局匹配算法耗费的时间略多于局部匹配算法，要远少于图割法；图割法是全局匹配算法，耗费的时间远超局部匹配算法和半全局匹配算法。

5.3 三维重建

利用多个立体像对得到的视差图进行计算，将得到的三维坐标统一到第一个相对的左像的相机坐标系中，得到景物的三维模型，由于相机是随手拍摄的，没有具体的外部参数，该三维模型是自由尺度的。三维模型如图 6 所示：

（未完，下转第四版）

研发动态

● 嵌入式双目立体视觉系统

目前该系统已经实现双目图像信息采集，能够根据实际应用情况选择双目同步采集方式或异步采集方式，并可根据用户需要进行功能定制。

● 红外标签定位导航技术应用

目前该项目已经完成从底层到上位机的通信协议重构，重构后协议可以更高效率的实现信息交互。并且在此协议基础上已经完成 StarGazer 传感器的全局地图构建，后续工作重点是 StarGazer 传感器与机器人控制系统的对接，实现红外标签的实际应用。

● 自动导引运输车系统应用开发

项目组已完成单向潜伏式 AGV 整机组装调试、中央调度软件联调、监控软件调试及铝合金料车的设计组装，已在展厅初步模拟工厂物料运输流程。出货苏州某大型工厂三台潜伏式 AGV 已完成加工、组装工作，计划下周进行整机联调与调度软件调试工作，逐步完成注塑工厂实际应用案例。

● 螺栓自动分拣系统

螺栓分拣设备平台已经组装完成，初步调试完成了既定动作功能要求，视觉算法部分成功解决了破损螺栓头部图像提取算法的难点，控制程序平台预期在一到两周内完成编写。后续将在程序平台上进行设备整体功能的测试。

● 绕线盘具自动组设备应用开发

该项目大部分采购件及加工件已经到位，电气图等已经完成，这周开始设备机械部分的组装以及电气线路的安装工作。预计三周内基本完成设备本体及码垛机械臂的组装工作。

● 换片机械手技术升级改造

2016 年 4 月 13 日，两台换片机械手升级改造项目顺利通过验收，控制车、检测车到位后，于 2016 年 7 月 25 日实现联调。

头条聚焦

潘朝晖调研机器人产业园 ——形成全产业链集聚发展态势

7 月 17 日中午，市委副书记、市长潘朝晖赴芜湖机器人产业园调研机器人产业集聚发展情况。他强调，要强化战略引领，加快项目建设，加大扶持力度，引导企业加强能力、团队、品牌建设，进一步巩固提升芜湖机器人全产业链集聚发展地位。

潘朝晖先后调研了海格力斯、埃夫特等机器人企业，实地查看了赛宝检测中心、公共实训基地、行健智能、戎发冲压、机器人产业孵化器二期项目现场，并在埃夫特公司听取了企业发展情况介绍。他指出，芜湖机器人产业发展势头良好，由工业机器人向服务机器人、智能装备等领域拓展延伸，不断开拓新的蓝海，进军细分市场，一批配套产业纷至沓来，形成了集聚发展的良好态势。

潘朝晖强调，机器人产业方兴未艾，市场前景广阔，要充分发挥芜湖机器人产业作为国家战略性新兴产业集聚试点、全省首批战略性新兴产业集聚发展基地“双叠加”政策优势，强化高层次人才、创新创业团队的培育和引进，完善延伸、不断壮大机器人及智能装备全产业链。要强化技术支撑，推进关键部件突破，抢占技术制高点。要支持核心企业发展壮大，鼓励企业并购扩张，提高市场占有率。要完善扶持政策，进一步发挥专项补贴、产业引导基金、政策性担保贴息等政策效用，助推我市机器人及智能装备产业跨越式发展。

（来源：芜湖日报）

芜湖科技界重奖“芜湖创” 共发奖金 241 万

日前刚刚召开的全市科技创新、科技奖励等“四合一”大会集中表彰了 2015 年度全市科学技术奖获奖单位和个人。

此次共评出各类奖项 34 个，中联重机股份有限公司副总经理王喜恩和安徽埃夫特智能装备有限公司常务副总经理、总工程师游玮获科技创新贡献奖 2 项，浙江大学和上海电缆研究所获科技创新合作奖 2 项，安徽海螺建材设计研究院、芜湖东旭光电科技有限公司、奇瑞新能源汽车技术有限公司获科技进步一等奖 3 项，安徽华东光电技术研究所等单位分别获二等奖 10 项、三等奖 17 项，共计发放奖金 241 万元。

（来源：芜湖日报）

芜湖市加快公共研发平台发展 提升区域自主创新能力

今年以来，芜湖市科技局（知识产权局）围绕区域自主创新能力提升，积极推进产业技术研究、重点实验室、工程技术研究中心等公共研发平台的建设。一是加强项目引领，支持产业技术研究院研发能力建设。芜湖哈特机器人产业技术研究院、芜湖安普机器人产业技术研究院项目列入 2016 年省科技计划项目，获得项目资金 100 万元。芜湖市汽车产业技术研究院等 2 家新型研发机构列入省专业性技术创新平台类项目。二是加强政策扶持，积极争取 2016 年创新型省份政策支持。哈特机器人等 5 家产业技术研究院获得研发设备政策补助 799 万元。兑现汽车、机器人、光电显示、通用航空、智能制造（3D 打印）等重点产业研究院扶持资金 1540 万元。三是围绕产业发展，加快推进研发平台建设。以机器人、通用航空、光电显示等战略性新兴产业为重点，依托优势企业，加快推进省级工程技术研究中心和重点实验室建设，新增 1 家省级工程技术研究中心，3 家省级工程技术研究中心列入省绩效评价优秀中心，12 家企业正在积极申报组建省重点实验室。

（来源：芜湖市科技局）

芜湖机器人惊艳亮相中国国际机器人展览会

7 月 6 日至 9 日，为期 4 天的 2016 中国国际机器人展览会在上海国家会展中心举办，芜湖滨江智能装备产业发展有限公司作为芜湖机器人产业发展的平台公司，组织了国家芜湖机器人产业集聚区 15 家重点代表企业联合展出，展览面积 522 平方米，展品达 30 多件，是本次展会规模最大的展区，同时也是客商和参观者关注的焦点区域。

在展会现场的芜湖展区看到，备受参观者喜爱的芜湖机器人要数：埃夫特智能装备有限公司带来的会写毛笔字的书法机器人；芜湖瑞思机器人有限公司带来的会下象棋的机器人和弹钢琴的机器人。截至今年 6 月，已落户芜湖的机器人企业达 63 家。

（来源：芜湖日报）

埃夫特、CMA 双双荣获金手指奖

2016 中国国际机器人展览会 CIROS2016 举办期间，同步举行了 2016 年金手指奖颁奖典礼。此次埃夫特和 CMA 双双获奖！埃夫特的 ER20C-C10 喜获“2016 年度最佳工业机器人”奖，CMA 的 GR630ST 喷涂机器人喜获“2016 年度机器人新锐产品”奖！在同期举办的高峰论坛上，埃夫特副总经理张帷强调埃夫特在行业应用驱动方面聚焦深耕并通过海外并购布局产业应用，也对机器人产业的产品创新和企业模式的变革分享了埃夫特的思考。

（来源：埃夫特机器人）

前瞻技术

辽宁省成功研制虚拟五轴爬行系列机器人

近日前，由大连四达高技术发展有限公司承担的 2014 年度辽宁省科技创新重大专项“虚拟五轴爬行系列机器人”在大连顺利通过验收，标志着我国航空航天飞行器装配技术在智能化进程中又迈出了重要的一步，不仅打破了该领域核心特种机器人长期依赖国外进口的被动局面，填补了国内空白，还大幅度提升了我国航空航天飞行器数字化装配机器人制造产业链的整体竞争力。完成了柔性轨道制孔机器人的总体结构设计，解决了柔性轨道刚度、机身测量建模标定、机器人系统运动学和动力学计算等关键技术，开发出单、双轨和轻、中、重型虚拟五轴爬行系列机器人产品，并已有两套不同型号产品在中航工业飞机装配现场实现了首台套示范应用

（来源：辽宁省科技厅）

图灵机器人发布 Turing OS1.5 版， 大幅提升机器人视觉能力

7 月 28 日，图灵机器人在国家会议中心举办了年度创新大会，公布了图灵机器人近期的市场发展情况和技术创新成果，并发布了 Turing OS 1.5 版，多项创新项目让人觉得创意十足，其中 Turing OS 1.5 版的机器视觉能力得到了大大的提高。该机器视觉能力用到了当前图灵机器人开发的最新深度学习算法等人工智能技术，包含人脸检测、人脸跟踪、情绪识别、颜色识别、长度测量等 11 项子功能，其人脸和主要物体识别等关键指标的识别准确率超过 95%。最让人兴奋的是，这些强大的视觉能力，将对所有 Turing OS 1.5 版的合作伙伴全部免费开放。

（来源：搜狐网）

柯马推出 4 轴 SCARA 机器人“Rebel-S”

近日，柯马推出 4 轴 SCARA 机器人“Rebel-S”。据悉，这一系列共有 5 个不同型号，负载皆为 6kg，但有三种不同的工作半径，所有型号均由 RIC 19 英寸机架式控制器控制，该控制器可集成在单个机柜中，控制整条生产线，另外这些机器人还提供 openROBOTICS 版本，该版本可以直接集成到由贝加莱技术控制的机器 / 产线自动化中。Rebel-S 提供三种工作半径，分别为 450、600 和 750mm。所有三款机器人都可以采用地板安装或墙壁安装的方式，而工作半径为 600 和 750mm 的机器人还采用天花板安装。两种不同的管线包选项（纵向或横向）为上述安装的灵活性提供了可能。

（来源：高工机器人网）

KUKA 发布小型机器人 KR 3 AGILUS

7 月 6 日下午，KUKA 机器人新品发布会在上海国家会展中心 3.1 号馆 A158 举行。KUKA 最新研发的 KR 3 AGILUS 机器人采用 6 轴轻量设计，最大负载 3kg，最大工作范围 541mm，重复精度 ±0.02mm。它是正对追求最短循环时间和最高产量的电子行业量身打造的产品，有利于客户实现最佳的投资回报率。KR 3 AGILUS 紧凑的单元设计和多样的安装方式特别适合需要在狭小空间内进行生产的产品。在键盘检测中，它的机器人末端集成了高性能的六轴力 / 力矩传感器，结合精准的定位，能够快速获取末端的力与位移数据，更加高效与智能。KUKA 将其专业知识与技能应用于电子行业密集型的生产单元中，重新定义了 3 公斤负载级别的机器人技术标准。

（来源：KUKA 机器人）

ABB 推出市场上功能最全的 紧凑型机器人 IRB1660ID

ABB 机器人正式推出的最新紧凑型机器人 IRB 1660ID，主要用于弧焊和上下料，是中型机器人中功能最全的一款。它的集成式 DressPack 简化了编程，使模拟可预测的电缆运动更易实现，且更加紧凑，减少了电缆磨损，将维护成本降低了 50%。紧凑型中空手腕配有集成式 DressPack，可谓是弧焊和上下料等要求在有限空间内作业的应用的理想之选。它的有效荷载为 6kg，工作范围为 1.55 米。这款机器人专为要求快速、重复、高精度点对点或路径运动的各种应用而设计，可帮助客户在机器人密度较高的弧焊解决方案中和有限空间内的上下料应用中，获得最大的生产效率。

（来源：ABB 机器人）

日本科学家研发新机器人 会模拟人类神经活动

日本科学家最近研发出一款新型机械人，它通过使用中枢模式发生器（CPG）能模拟神经活动。除了脸部表情似活人，它还能唱歌、活动手臂及头部。以往机械人一般是按预先输入程序进行活动，但 alter 能透过 CPG 模拟人类神经活动，由计算机控制行为，因此就连开发者也不知道它下一步会采取什么行动。参与制作该款机器人的研究员表示，它随机的活动模式类似活人，但研究的终极目的并非制作模仿人类的机械人，而是与真正生物没有分别的人工生命。

（来源：人民网）

产业信息

机器人产业添新军 移动智能服务机器人项目落户芜湖

7 月 13 日下午，芜湖市政府与上海酷哇机器人有限公司签订投资框架协议，市科技局、鸠江区招商局分别与上海酷哇机器人有限公司签订服务机器人研究院建设协议、项目投资协议。市委副书记、市长潘朝晖，市委常委、副市长曹哨兵出席签约活动。

据协议，芜湖将在国家芜湖机器人产业集聚区内建设智能行李箱等移动智能服务机器人研发生产项目，并成立服务机器人产业技术研究院，着力打造机器人领域的公共技术服务平台。该平台将在服务机器人行业内进行前瞻性研究，寻求行业需求与关键技术的结合点，不断促进科技成果转化，有效推动芜湖机器人产业转型升级。

（来源：新华社）

合芜蚌国家自创区打造极具影响力产业创新中心

近日，国务院正式发布《关于同意合芜蚌国家高新区建设国家自主创新示范区的批复》。根据部署，合芜蚌国家自主创新示范区要充分发挥合芜蚌地区的科教优势和产业优势，促进高端人才与大众创业、万众创新结合，把创新驱动发展战略深入到各个领域、各个行业，更多激发全社会创造潜力和调动科研人员积极性，全面提升区域创新体系整体效能，打造具有重要影响力的产业创新中心，努力把合芜蚌国家高新区建设成为科技体制改革和创新政策先行区、科技成果转化示范区、产业创新升级引领区、大众创新创业生生区。

安徽省发改委相关负责人表示，建设合芜蚌国家自主创新示范区是安徽推进“一带一路”、长江经济带等国家重大战略实施的有效抓手，有利于实现东中西部互动合作、接续发展、协同发展。

（来源：芜湖科技）

重庆首个机器人产业技术研究院正式运行

7 月 24 日，重庆首个机器人及智能制造领域的产业技术研究院——重庆鲁班机器人技术研究院有限公司近日正式运行。该研究院采取全新的“股东+协同创新”会员制研发模式，通过“合同研发”为政府、企业提供服务。作为创新型的“产学研用”合作高端研发实体，研究院致力于整合全市资源，聚集国内外技术及人才，通过“合同科研”模式提供服务，助推全市打破制约机器人及智能制造产业发展的技术瓶颈。

（来源：新华网）

长沙智能机器人研究院试运营

长沙智能机器人研究院日前落户湖南长沙市雨花经济开发区，正式进入试运营阶段。长沙智能机器人研究院由长沙市政府牵头成立，集合了东莞松山湖机器人产业基地有限公司、固高科技有限公司、蓝思科技股份有限公司、湖南大学科技园有限公司等多家高科技龙头企业投资和优质资源。

（来源：经济日报）

KUKA 携手长安在渝共建机器人智能装备项目

库卡工业有限公司和重庆长安工业（集团）有限责任公司将于近日在两江新区水土园区正式成立机器人合资公司——长安徠斯（重庆）机器人智能装备有限公司，双方拟从产业链高端即系统集成、方案设计展开合作，并期望在今后的发展中，根据产业发展开展机器人全产业链深度合作，为重庆乃至全国市场提供更为丰富的服务。目前项目已全面启动建设，计划年底前投入运营。

（来源：高工机器人网）

广东中山发布智能制造 2025 规划 形成 5 家年收入超百亿元骨干企业

近日，中山市发布了《中山市智能制造 2025 规划（2016-2025 年）》，中山将以智能设计、智能产品、智能装备及智能服务和新模式等 4 大领域、16 个细分领域为重点，着力构建智能制造发展体系；中山将破除专业镇和行政区划束缚，以重大产业集聚区为载体，沿交通轴线和海岸线整体展开，打造“两区两轴”空间发展格局。

（来源：新华社）

★ 公司 7 月新闻

- 07.01 芜湖技师学院的各位党员领导莅临我院参观考察；
- 07.09 山东省政协副主席陈光考察哈特研究院；
- 07.13 以色列 Robo Group 公司执行董事 Noam Kraoz、上海西马特机械制造有限公司总经理马健一行在芜湖市人民政府副秘书长张东的陪同下，莅临我院参观考察；
- 07.20 蚌埠职业技术学院的各位领导莅临我院参观考察；
- 07.22 佛山新城考法建设有限公司常务副总经理黎颂泉、广东智能制造师范中心赖志梁一行莅临我院参观考察；
- 07.25 天津职业技术师范大学邓三鹏教授、天津深之蓝海洋设备科技有限公司魏建仓总经理莅临我院参观指导。

点云数据处理技术概述

■ 工研中心 樊璇

1、引言

三维重建技术是通过特定的光学扫描仪器来记录客观实物表面的三维数据信息，并将其整理、转化成计算机可以识别与显示出来的信息，从而能够便捷的对实物进行定性及定量的分析、显示和处理。在以点云为基础的三维重建过程中，点云数据处理过程是一个不可或缺的关键一环。由于客观因素对所获得点云数据的“噪声”污染，研究点云数据的处理技术对曲面重构的精度和效率具有重要的影响。

2、点云数据处理流程

三维点云数据处理的主要技术有：冗余数据的去除、孤立点的检测和滤除、数据平滑、数据精简、多视点云拼接（配准）、特征识别、区域分割、几何估算及模型重建等，点云数据处理的一般流程如图 1 所示。

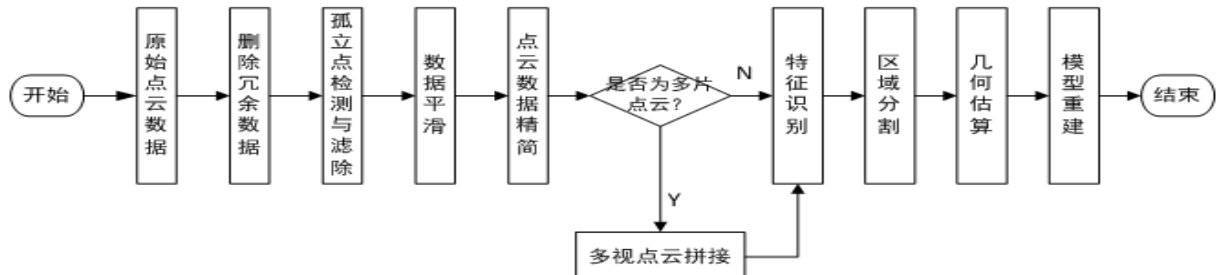


图 1 点云数据处理流程图

对于不同的点云数据和一定的需求，处理流程可以做相应改变，取图 1 中的某几个步骤进行：

- 1) 冗余数据的去除：将一些与被测物体毫无关联的噪声点移除；
- 2) 孤立点检测与滤除：检测点云模型表面及周围的离散孤立点；
- 3) 数据平滑：以确保重新构建的曲面精度高，修正错误点云数据点的坐标；
- 4) 数据精简：收集到的三维数据集非常庞大和紧密，应该进行抽样，提取特征点；
- 5) 多视点云拼接：在相异视角情况下，相异坐标系点云坐标的转换，确保拼接得以完成；
- 6) 特征识别：识别点云数据，找出主要特征信息；
- 7) 区域分割：将全局的点云分割为部分点云以便处理；
- 8) 几何估算：估量离散曲线、面的几何特征；
- 9) 模型重建：通过轮廓的散乱数据点插值拟合形成近似于实物的模型。

3、点云数据处理的三大关键技术

3.1 孤立点的自动检测

根据目前孤立点检测技术的发展现状，将检测方法大致分为以下五类：基于统计、基于偏离、基于聚类、基于距离和基于密度的方法，每种方法各自有典型的方法和特点，见表 1。

表 1 几种孤立点检测算法

检测方法 ^a	典型算法 ^a
基于统计 ^a	单样本多个孤立点检测算法(ESD) ^a
基于偏离 ^a	序列异常技术 ^a
	OLAP 数据立方体技术 ^a
基于聚类 ^a	聚类与孤立点检测算法结合 ^a
基于距离 ^a	索引算法 ^a
	单元算法 ^a
	循环-嵌套算法(NL) ^a
	局部孤立因子算法(LOF) ^a
基于密度 ^a	局部稀疏系数算法(LSC) ^a

基于统计的方法必须事先知道点云数据的分布模型，不太适合计算散乱无序的点云数据；基于偏离的方法时间计算复杂度与数据集的大小呈线性关系，因此这类方法大多计算复杂度都较大；基于聚类的方法被研究得较多，也有不少改进算法，不过这种方法最大的缺陷在于不能给出全局的优化结果；基于密度的方法无法检测出大于给定密度值的孤立点；基于距离的方法是对全局的一种检测，检测速度快，较适合用于对面结构光三维测量设备所获取的三维点云数据中孤立点的检测。

3.2 点云数据的精简

当前通过扫描获取的点云数据往往是散乱无序的，且数据量极大。因此，在进行模型重建时，直接利用扫得的点云数据几乎是不可能的。过多的数据点反而增加了计算机的运算负荷，增大存储空间，产品曲面模型的生成需要消耗大量的时间，并且过于密集的数据点会影响到重构曲面的光顺性，而光顺性又是产品外形设计中决定产品品质的重要因素。因而需要提取点云数据中能够反映曲面特征的数据点，去除冗余数据点，提高模型重建精度和效率。简单地说，用较少的点最大可能的表示特征及模型信息即为点云精简。

传统的点云精简算法有：随机采样法、包围盒法、均匀网格法、非均匀网格法、曲率精简法和法向精度精简法等。

3.3 多视点云拼接

多视点云数据的自动拼接就是指把不同坐标系下获取的三维点云数据转换到同一坐标系下，从而把多个角度的扫描数据合成完整的三维物体，其过程主要分为粗拼接和精拼接两个步骤。

粗拼接是为精拼接提供良好初始值的前提，精拼接则是决定点云拼接误差的关键。粗拼接主要有标记法、特征提取法、主方向贴合法和中心重合法等方法；精拼接最常使用的算法是迭代最近点法 (Iterative Closest Point, 简称 ICP)。

4、总结

通过特定的光学扫描仪器记录客观实物轮廓的全部坐标信息，然后对这些密集数据点做相应的预先处理，处理后的理想点云用于完成曲面建模，采用专门的软件及算法，建立实物轮廓的三维模型，从而实现三维重建过程。

如图 2 (a) 所示，通过采集得到输油管的三维轮廓数据点，由于测量工具及环境的影响，其中包含了大量的孤立点和冗余数据点，这些对三维重构带来了不利的影响。在通过对点云数据处理后，对输油管轮廓进行曲面拟合，便可以得到如图 2 (b) 所示的最终三位模型，实现对输油管的三维模型重构。

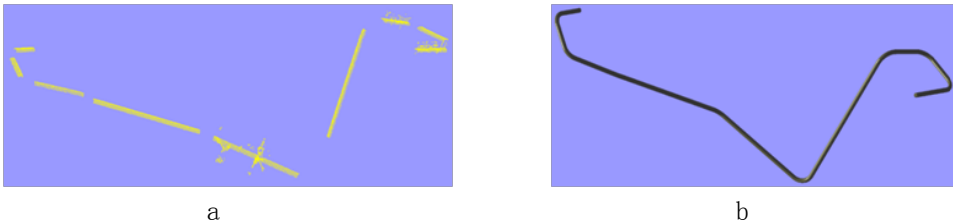


图 2 三位模型

用于图像分类的机器学习算法简介

■ 工研中心 林雅云

图像分类，是对于一个给定的图像，预测它属于的那个分类标签，或者给出属于一系列不同标签的可能性。图像分类问题看似简单，但却是计算机视觉领域的核心问题之一，并且有着各种各样的实际应用。很多计算机视觉领域中看似不同的问题，比如物体检测和分割，都可以被归结为图像分类问题。

将机器学习算法应用于图像分类问题类似于教小孩子看图识物，给计算机很多图像数据，然后实现一个学习模型，让计算机学习到每个类的外形。这样，当再次给计算机一个图像时，它就能够使用模型以一定的准确率识别出图像。

下面本文介绍几种可以用于图像分类问题的机器学习算法。

1、Nearest Neighbor (NN) 分类器

图像分类的流程是：输入包含 N 个图像的集合—训练集；使用训练集来训练分类器；使用另一个图像的集合—测试集，来评价分类器的质量。NN 算法是将测试图片和训练集中的每一张图片去比较，然后将它认为最相似的那个训练集图片的标签赋给这张测试图片。那么如何比较两张图片的相似性呢？NN 的做法是首先将每个图像的所有像素转化为一个向量，然后通过计算向量之间的距离来度量相似性。

在实际中使用的更多的是 k-Nearest Neighbor (k-NN) 分类器，它与 NN 不同的是待分类图片找到它的 k 个而非 1 个最相似的图片，并被指派到这些图片中的多数类。通常来说，更大的 k 值可以让分类效果更平滑，使得分类器对于异常值更有抵抗力。

NN 分类器易于理解，实现简单，且算法的训练不需要花时间，因为其训练过程知识将训练集数据存储起来，但这样就造成空间和时间花费都很大。同时，由于 NN 是基于像素比较度量图片的相似性的，因此其用于图像分类往往难以取得十分好的效果。

2、线性分类器

线性分类器主要有两部分组成：一个是评分函数（线性函数），它是原始图像数据到标签分值的映射。另一个是损失函数，它是用来量化预测分类标签的分值与真实标签之间一致性的。该方法可以转化为一个最优化问题，在最优化过程中，将通过更新评分函数的参数来最小化损失函数值。

常用的线性分类器有多类 SVM 分类器和 Softmax 分类器。SVM 的计算的是一种折页损失，它想要正确分类的得分始终比不正确分类上的得分高出一个边界值 Δ 。而 Softmax 分类器计算的则是交叉熵损失，它将评分函数输出的评分值视为每个分类的未归一化的对数概率，鼓励正确分类的归一化的对数概率变高，其余的变低。下图的数值算例描述了两分类器计算损失的具体过程。

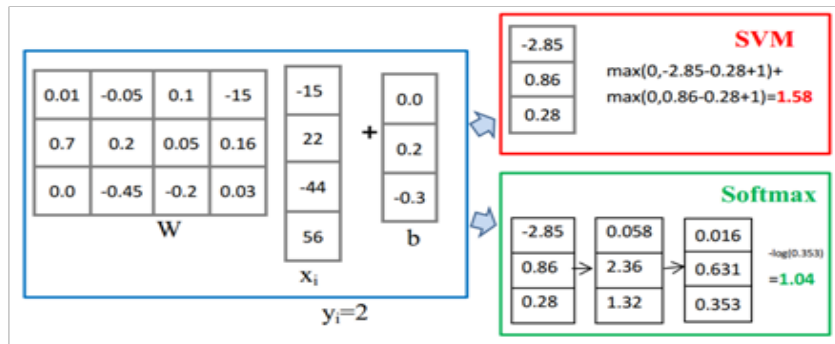


图 1. SVM 分类器和 Softmax 分类器

在实际使用中，SVM 和 Softmax 的表现差别很小，不同的人对于哪个分类器更好有不同的看法。

3、卷积神经网络

卷积神经网络 (CNN) 是深度学习算法在图像领域的一个应用，它是一种变形的神经网络算法，而神经网络模型的学习过程可以看成是网络中参数的最优化过程。

在图像处理中，往往把图像表示为像素的向量，这将导致需要计算的网络的参数数量太多而使网络无法训练。CNN 减少网络参数的神器之一是局部感知野，即局部的像素联系较为紧密，而距离较远则相关性较弱，因此每个神经元只需对局部进行感知，然后在更高层将局部的信息综合起来就得到了全局的信息，如图 2 所示。

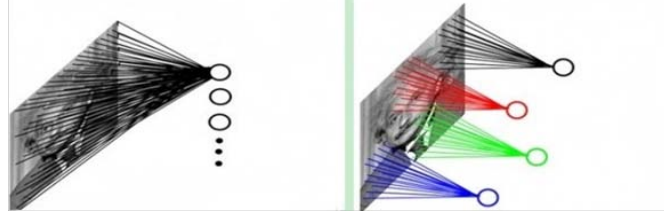


图 2. 全连接（左）和局部连接（右）

CNN 另一种减少参数的方法是参数共享，即对于同一层神经元，它们的参数相等。该方法基于的原理是：图像的一部分的统计特性与其它部分是一样的，因此，对于图像上的所有位置，都能使用同样的学习特征。

CNN 主要用来识别位移、缩放及其他形式扭曲不变性的二维图形。其避免了显示地特征抽取，而隐式地从训练数据中学习。另外，可以直接在训练好的 CNN 上提取特征，用于训练 Softmax 等分类器。

4、总结

将机器学习算法应用于图像分类问题是一种数据驱动的方法，一般来说能得到较高的分类精度，但这种精度需要大量的训练数据作为保证。因此，数据存储和数据处理方法是提高算法性能的关键之一。

（上接第二版）



图 6 三维重建模型

6、总结

本文阐述了从立体像对建立场景三维模型的过程，首先对立体像对进行极线校正。再利用半全局匹配得到景物的视差图，相较于全局匹配算法速度更快，而且得到的视差图要远优于局部匹配的视差图。此外，利用半全局匹配得到的视差图进行三维重建时能得到景物真实的三维场景，能够在机器人的自主导航和定位应用中发挥重要的作用。