

中国科学院深圳先进技术研究院 2018年在工程科学方面的一些研究进展

(中国科学院深圳先进技术研究院先进材料中心、精密工程研究中心、高性能计算技术研究中心、高性能数据挖掘重点实验室、物联网计算研究中心、《集成技术》编辑部)

关键词 高导热; 环氧树脂/有序氮化硼复合材料; 弯板渐进成型; 多孔金属材料; 卷积神经网络; 图像质量评价; 教学优化算法; 车载内容中心网络; WiFi室内定位

中国科学院深圳先进技术研究院先进材料中心孙蓉研究员与曾小亮副研究员及其团队主导的研究^[1]在高导热绝缘聚合物复合散热材料开发方面取得进展(氮化硼取向调控制备高导热、高强度聚合物复合材料)。该研究通过调控热压的温度和压力,研究了其对制备的环氧树脂/有序氮化硼复合材料断面形貌和导热系数的影响。结果表明,该研究制备的环氧树脂/有序氮化硼复合材料具有良好的氮化硼取向,在填料含量为50 wt%时,其导热系数达6.09 W/m·K,相对于环氧树脂/无序氮化硼复合材料对比样,其导热系数提高了接近三倍。在机械性能方面,该复合材料的拉伸强度达31.79 MPa,杨氏模量为4.63 GPa,都高于对比样的机械强度(拉伸强度为21.21 MPa,杨氏模量为1.48 GPa)。该研究为满足电子器件、航空航天、医疗器械领域散热需求的下一代高导热绝缘聚合物复合散热材料开发和研究奠定了坚实的基础。

中国科学院深圳先进技术研究院精密工程研究中心何凯研究员及其团队主导的研究^[2]在弯板渐进成型技术方面取得进展(新型复杂曲面钢板的弯板渐进成型技术)。船体钢板的加工是船舶制造的关键环节之一。目前国内外造船厂对船板的成型加工普遍采用水火弯板法,但该方法具有效率低下、精度不足、工作环境差等诸多缺点,使得船板的加工成为当前造船业发展的瓶颈。鉴于此,该论文提出了一种新型的弯板渐进成型技

术,旨在突破当前造船工业中船板成型加工环节的困局。该论文通过采用点压式和分层加工相结合的渐进成型工艺,来加工成型具有复杂曲面的船用钢板。同时,该论文还介绍了基于该工艺方法所研发的一台新型样机,并展示了一些相关实验结果。结果显示,该论文所提出的新型弯板渐进成型技术适用于具有复杂曲面的船体成型加工,所研发的样机与相关实验结果都充分地证明了该方法的创新性和可行性。论文所展示的成果可为超大形船体复杂曲面钢板加工工艺及智能化成套装备的研发打下坚实的理论基础,在海洋船舶工业领域具有一定的工程应用前景和重要的学术价值。

中国科学院深圳先进技术研究院精密工程研究中心左启阳博士及其团队主导的研究^[3]在新型多孔金属材料方面(新型闭孔立方结构有序多孔金属材料的制备工艺及其力学性能)取得进展。首先,通过冲压工艺结合胶粘或激光焊接工艺制备获得新型多孔金属材料。其中,该多孔金属材料具有有序、规则的闭孔立方单元结构。其次,利用准静态压缩实验和落锤冲击实验对该材料的抗冲击吸能特性进行研究,旨在探究这种新型的材料能否应用于制造高效、轻量化的冲击缓冲结构或吸能件。结果显示,该新型有序多孔金属材料展示出优秀的冲击能量吸收性能,因此能在被动安全保护方面发挥重要作用。同时,所开发的这种新型多孔金属材料的基体单元为闭孔晶胞且

排列有序,因此在力学性能尤其是抗冲击动力学性能方面,拥有许多其他多孔金属材料无法比拟的优势。该新型材料在制造高效、轻量化的冲击缓冲结构或吸能件方面具有潜在应用,能广泛地应用于被动安全保护领域。

中国科学院深圳先进技术研究院高性能计算技术研究中心张云研究员及其团队主导的研究^[4]

在图像质量评价方面取得进展(基于多个专家卷积神经网络的无参考图像质量评价方法)。该研究结合卷积神经网络模型,构建无参考图像质量预测网络模型,所提算法框架主要分为三大部分:(1)构建基于卷积神经网络的图像失真类型识别模型;(2)针对特定失真类型分别构建基于专家卷积神经网络的图像质量预测模型;(3)将图像失真类型识别结果和多个专家网络预测结果融合得到图像质量分数。将该算法在公开数据集 LIVE 上进行了验证,评价算法性能的准则是计算该算法预测的图像质量分数和真实值之间的皮尔森相关系数(PLCC)、斯皮尔曼秩相关系数(SROCC)和均方根误差(RMSE)。PLCC、SROCC 和 RMSE 指数分别为 0.957 2、0.953 0 和 6.546 9。结果表明,基于多个专家卷积神经网络的无参考图像质量评价方法能够适用于通用性失真的图像质量评价,克服了参考图像不易获取的缺陷,应用领域更广泛。另外,图像质量的准确预测能进一步对编码算法起指导作用,促进图像编码领域的发展。

中国科学院深圳先进技术研究院高性能计算技术研究中心郭媛君博士及其团队主导的研究^[5]在紧凑式教学优化算法方面取得进展(一种紧凑式教学优化算法及其神经网络参数训练的应用)。该研究提出了一种全新的紧凑式教学优化算法求解有限存储空间内的复杂优化问题。将高效的教学优化算法逻辑与一种基于剪裁后的高斯分布采样方法结合,将启发式算法嵌入到紧凑式优化框架中,在进化过程中每代仅需要生成极少

数进化粒子,与全局最优解等粒子进行学习和全局分布更新。该文将提出的新算法在经典优化测试函数上进行对比实验,并在前馈神经网络(FNN)和径向基神经网络(RBF)等典型神经网络中进行非线性参数的优化和训练,且均与经典的非紧凑式算法和其他紧凑式算法的求解效率进行对比。结果表明,该文提出的紧凑式教学优化算法在 32 个经典测试函数和 2 种神经网络参数训练中均能够取得优异的求解效果,同时能够节省 90% 以上的存储空间,是一种具有较强寻优能力的全局启发式优化算法,未来有望在有限存储空间的嵌入式系统及人工智能专用芯片中取得广泛的应用。

中国科学院深圳先进技术研究院高性能数据挖掘重点实验室李成明助理研究员及其团队参与的研究^[6]

在车载内容中心网络方面取得进展(众包车载内容中心网络中安全高效的内容分发模型)。在未来智能交通系统中,海量的内容需要通过车联网安全高效地在车辆之间或车辆与路边单元之间传输。为了应对低质量的无线连接和车辆的高移动性,学者们提出了车载内容中心网络。但是,提供高质量内容分发的车载内容中心网络面临着动态网络拓扑、易变的无线信道条件、车辆用户隐私等方面的挑战。鉴于此,该文提出了一种新的众包车载内容中心网络框架来实现安全、高效的内容分发,将内容分发问题转化成最大化所有用户收益,并通过在线调度方法解决了次问题。同时,该文采用基于身份的代理重加密和命名功能网络来保证内容分发过程的安全性。仿真结果表明,与原有的车载内容中心网络相比,该方法提高了平均用户收益性能。

中国科学院深圳先进技术研究院物联网计算研究中心陈孔阳助理研究员及其团队参与的研究^[7]在 WiFi 室内定位系统方面取得进展(面向高速、高精度移动指纹构建的 WiFi 室内定位系统)。为实现高精度室内定位,现有 WiFi 室内定

位系统需要建立一个大规模离线指纹数据库, 这需要大量人工时间来获取无线指纹信号, 且数据库的建立速度很慢。鉴于此, 该研究提出了一种自动采集无线指纹的方法, 利用一辆移动小车实时采集指纹, 建立小车当前位置与指纹之间的联系, 加快 WiFi 信道扫描速率, 解决了移动物体指纹采集错位的问题, 以此来快速建立指纹数据库。结果表明, 通过在办公室、空旷空间等真实场景测试, 在定位精度基本相同的情况下, 该论文的自动采集方法比人工方法节省了约 90% 的采样时间; 可快速建立指纹数据库, 比现有人工方法提高了 1~2 个数据级, 可用于机场、大型商场、仓库等需要室内定位的场景。

参 考 文 献

- [1] Hu JT, Huang Y, Zeng XL, Li Q, Ren LL, Sun R, Xu JB, Wong CP. Polymer composite with enhanced thermal conductivity and mechanical strength through orientation manipulating of BN [J]. *Composites Science and Technology*, 2018, 160: 127-137.
- [2] Zuo QY, He K, Dang XB, Feng W, Du RX. A novel incremental sheet bending process of complex curved steel plate [J]. *Journal of Manufacturing Science and Engineering*, 2017, 139(11): 111005.
- [3] Zuo QY, He K, Mao H, Dang XB, Du RX. Manufacturing process and mechanical properties of a novel periodic cellular metal with closed cubic structure [J]. *Materials and Design*, 2018, 153: 242-258.
- [4] Fan CL, Zhang Y, Feng LB, Jiang QS. No reference image quality assessment based on multi-expert network [J]. *IEEE Access*, 2018, 6: 8934-8943.
- [5] Yang ZL, Li K, Guo YJ, Ma HP, Zheng M. Compact real-valued teaching-learning based optimization with the applications to neural network training [J]. *Knowledge-Based Systems*, 2018, in press.
- [6] Li CM, Gong SM, Wang XJ, Wang L, Jiang QS, Okamura K. Secure and efficient content distribution in crowdsourced vehicular content-centric networking [J]. *IEEE Access*, 2018, 6: 5727-5739.
- [7] Chen KY, Wang C, Yin ZM, Jiang HB, Tan G. Slide: towards fast and accurate mobile fingerprinting for Wi-Fi indoor positioning systems [J]. *IEEE Sensors Journal*, 2018, 18(3): 1213-1223.