



JOURNAL OF IMAGE AND GRAPHICS

主办: 中国科学院空天信息创新研究院  
中国图象图形学学会  
北京应用物理与计算数学研究所

# 中国图象图形学学报

2021  
06  
VOL.26

ISSN1006-8961  
CN11-3758/TB



中国图象图形学学会成立三十周年

# 图像图形学 发展 年度报告



第26卷第6期（总第302期）  
2021年6月16日

中国精品科技期刊  
中国国际影响力优秀学术期刊  
中国科技核心期刊  
中文核心期刊

## 版权声明

凡向《中国图象图形学报》投稿，均视为同意在本刊网站及CNKI等全文数据库出版，所刊载论文已获得著作权人的授权。本刊所有图片均为非商业目的使用，所有内容，未经许可，不得转载或以其他方式使用。

## Copyright

All rights reserved by Journal of Image and Graphics, Institute of Remote Sensing and Digital Earth, CAS. The content (including but not limited text, photo, etc) published in this journal is for non-commercial use.

**主管单位** 中国科学院  
**主办单位** 中国科学院空天信息创新研究院  
中国图象图形学学会  
北京应用物理与计算数学研究所

**主 编** 吴一戎  
**编辑出版** 《中国图象图形学报》编辑出版委员会  
**通信地址** 北京市海淀区北四环西路19号  
**邮 编** 100190  
**电子信箱** jig@aircas.ac.cn  
**电 话** 010-58887035  
**网 址** www.cjig.cn

**广告发布登记号** 京朝工商广登字20170218号  
**总 发 行** 北京报刊发行局  
**订 购** 全国各地邮局  
**海外发行** 中国国际图书贸易集团有限公司  
(邮政信箱: 北京399信箱 邮编: 100048)  
**印刷装订** 北京科信印刷有限公司

## Journal of Image and Graphics

Title inscription: Song Jian Monthly, Started in 1996

**Superintended by** Chinese Academy of Sciences  
**Sponsored by** Aerospace Information Research Institute, CAS  
China Society of Image and Graphics  
Institute of Applied Physics and Computational Mathematics

**Editor-in-Chief** Wu Yirong  
**Editor, Publisher** Editorial and Publishing Board of Journal of Image and Graphics  
**Address** No. 19, North 4<sup>th</sup> Ring Road West, Haidian District, Beijing, P. R. China  
**Zip code** 100190  
**E-mail** jig@aircas.ac.cn  
**Telephone** 010-58887035  
**Website** www.cjig.cn

**Distributed by** Beijing Bureau for Distribution of Newspapers and Journals  
**Domestic** All Local Post Offices in China  
**Overseas** China International Book Trading Corporation  
(P.O.Box 399, Beijing 100048, P.R.China)  
**Printed by** Beijing Kexin Printing Co., Ltd.

CN 11-3758/TB  
ISSN 1006-8961  
CODEN ZTTXFZ

国外发行代号 M1406  
国内邮发代号 82-831  
国内定价 60.00元

序言 .....王耀南



生物特征识别学科发展报告  
(第1254页)

### 图像处理与通信技术

#### 视频处理与压缩技术

贾川民, 马海川, 杨文瀚, 任文琦, 潘金山, 刘东, 刘家瑛, 马思伟 ..... 1179

#### 面向体验质量的多媒体计算通信

陶晓明, 杨铀, 徐迈, 段一平, 黄丹蓝, 刘文予 ..... 1201

#### 数字媒体取证技术综述

李晓龙, 俞能海, 张新鹏, 张卫明, 李斌, 卢伟, 王伟, 刘晓龙 ..... 1216

#### 面向智慧城市的交通视频结构化分析前沿进展

赵耀, 田永鸿, 党建武, 付树军, 王恒友, 万军, 安高云, 杜卓然, 廖理心, 韦世奎 ..... 1227

#### 生物特征识别学科发展报告

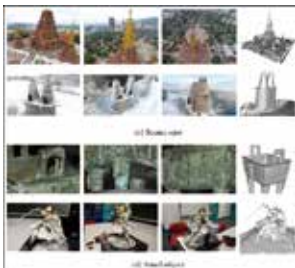
孙哲南, 赫然, 王亮, 阚美娜, 冯建江, 郑方, 郑伟诗, 左旺孟, 康文雄, 邓伟洪, 张杰, 韩琥, 山世光, 王云龙, 茹一伟, 朱宇豪, 刘云帆, 何勇 ..... 1254

#### 自然场景文本检测与识别的深度学习方法

刘崇宇, 陈晓雪, 罗灿杰, 金连文, 薛洋, 刘禹良 ..... 1330

#### 基于深度学习的跨模态检索综述

尹奇跃, 黄岩, 张俊格, 吴书, 王亮 ..... 1368



大规模室外图像3维重建技术  
研究进展(第1429页)

### 三维视觉和图形技术

#### 三维视觉前沿进展

龙霄潇, 程新景, 朱昊, 张朋举, 刘浩敏, 李俊, 郑林涛, 胡庆拥, 刘浩, 曹汛, 杨睿刚, 吴毅红, 章国锋, 刘焯斌, 徐凯, 郭裕兰, 陈宝权 ..... 1389

#### 大规模室外图像3维重建技术研究进展

颜深, 张茂军, 樊亚春, 谭小慧, 刘煜, 彭杨, 刘宇翔 ..... 1429

#### 视觉传感成像技术与数据处理进展

王程, 陈峰, 汶德胜, 雷浩, 宋宗玺, 赵航芳 ..... 1450

#### 视觉—惯性导航定位技术研究进展

司书斌, 赵大伟, 徐婉莹, 张勇刚, 戴斌 ..... 1470

#### 三维视觉测量技术及应用进展

张宗华, 刘巍, 刘国栋, 宋丽梅, 屈玉福, 李旭东, 魏振忠 ..... 1483

#### 虚实融合场景中的深度感知研究综述

平佳敏, 刘越, 翁冬冬 ..... 1503

#### 可微绘制技术研究进展

许威威, 周漾, 吴鸿智, 过洁 ..... 1521

#### 沉浸式立体显示技术在临床医学领域中的应用

郜永航, 石俊生 ..... 1536



虚实融合场景中的深度感知  
研究综述(第1503页)

# CONTENTS

## JOURNAL OF IMAGE AND GRAPHICS



Overview of biometrics research  
(P1254)



Progress in the large-scale  
outdoor image 3D reconstruction  
(P1429)



Review of depth perception in  
virtual and real fusion environment  
(P1503)

### Image Processing & Communication Technology

#### Video processing and compression technologies

Jia Chuanmin, Ma Haichuan, Yang Wenhan, Ren Wenqi, Pan Jinshan, Liu Dong, Liu Jiaying, Ma Siwei ..... 1179

#### Multimedia computing communications

Tao Xiaoming, Yang You, Xu Mai, Duan Yiping, Huang Danlan, Liu Wenyu ..... 1201

#### Overview of digital media forensics technology

Li Xiaolong, Yu Nenghai, Zhang Xinpeng, Zhang Weiming, Li Bin, Lu Wei, Wang Wei, Liu Xiaolong ..... 1216

#### Frontiers of transportation video structural analysis in the smart city

Zhao Yao, Tian Yonghong, Dang Jianwu, Fu Shujun, Wang Hengyou, Wan Jun, An Gaoyun, Du Zhuoran, Liao Lixin, Wei Shikui ..... 1227

#### Overview of biometrics research

Sun Zhenan, He Ran, Wang Liang, Kan Meina, Feng Jianjiang, Zheng Fang, Zheng Weishi, Zuo Wangmeng, Kang Wenxiong, Deng Weihong, Zhang Jie, Han Hu, Shan Shiguang, Wang Yunlong, Ru Yiwei, Zhu Yuhao, Liu Yunfan, He Yong ..... 1254

#### Deep learning methods for scene text detection and recognition

Liu Chongyu, Chen Xiaoxue, Luo Canjie, Jin Lianwen, Xue Yang, Liu Yuliang ..... 1330

### 3D Vision & Graphics Technology

#### Survey on deep learning based cross-modal retrieval

Yin Qiyue, Huang Yan, Zhang Junge, Wu Shu, Wang Liang ..... 1368

#### Recent progress in 3D vision

Long Xiaoxiao, Cheng Xinjing, Zhu Hao, Zhang Pengju, Liu Haomin, Li Jun, Zheng Lintao, Hu Qingyong, Liu Hao, Cao Xun, Yang Ruigang, Wu Yihong, Zhang Guofeng, Liu Yebin, Xu Kai, Guo Yulan, Chen Baoquan ..... 1389

#### Progress in the large-scale outdoor image 3D reconstruction

Yan Shen, Zhang Maojun, Fan Yachun, Tan Xiaohui, Liu Yu, Peng Yang, Liu Yuxiang ..... 1429

#### Review on imaging and data processing of visual sensing

Wang Cheng, Chen Feng, Wen Desheng, Lei Hao, Song Zongxi, Zhao Hangfang ..... 1450

#### Review on visual-inertial navigation and positioning technology

Si Shubin, Zhao Dawei, Xu Wanying, Zhang Yonggang, Dai Bin ..... 1470

#### Overview of the development and application of 3D vision measurement technology

Zhang Zonghua, Liu Wei, Liu Guodong, Song Limei, Qu Yufu, Li Xudong, Wei Zhenzhong ..... 1483

#### Review of depth perception in virtual and real fusion environment

Ping Jiamin, Liu Yue, Weng Dongdong ..... 1503

#### Differential rendering: a survey

Xu Weiwei, Zhou Yang, Wu Hongzhi, Guo Jie ..... 1521

#### Application of immersive 3D imaging technology in the clinic medical field

Tai Yonghang, Shi Junsheng ..... 1536

# 序 言

随着深度学习和人工智能的热潮,图像图形技术在过去几年里得到了突飞猛进的发展,并已在智能安防、智慧城市、社会治理、智慧医疗等关系国防安全和国计民生的各个领域得到了广泛应用。为了更好地促进图像图形学的发展,中国图象图形学学会建立了学科发展规划制度,每年由中国图象图形学学会组织各专业委员会撰写《图像图形学发展年度报告》,系统分析图像图形学各重要研究方向的发展现状、前沿动态、热点问题和发展趋势,为政府决策和项目立项提供参考和咨询,同时也供图像图形领域的科技工作者们快速了解图像图形学领域的研究进展。为了进一步促进我国图像图形技术的发展和更好应用、更好地服务图像图形领域的科技工作者,将2020年《图像图形学发展年度报告》修改精简后在《中国图象图形学报》上以此专刊发表。

2020年度的《图像图形学发展年度报告》征文得到了学会各专业委员会的热烈响应,为本专刊提供了丰富的优质稿源,报告内容覆盖面广、对国内外研究现状的总结和发展趋势的分析深入全面、编写规范,集中反映了研究团队的交叉性、研究主题的广泛性和研究成果的前沿性。经过选题评审、报告评审以及学报复审等严格的同行评审,此次《图像图形学发展年度报告》专刊共收录年度报告15篇,包括图像处理与通信技术相关的年度报告7篇,三维视觉和图形相关的年度报告8篇。

在图像处理与通信技术方面:《视频处理与压缩技术》从数字信号处理基础理论出发,分析了当前视频处理与压缩领域的热点问题和研究内容,详细描述了视频超分辨率、视频重建与恢复、视频压缩技术等面临的前沿动态、发展趋势、技术瓶颈和标准化进程等内容,进一步对国际国内研究内容和现状进行了综合对比与分析,并展望了视频处理与压缩技术的技术发展与演进方向;《面向体验质量的多媒体计算通信》介绍了体验质量的评价准则,综述了多媒体编码方法,并阐述了5G+AI时代的新型视频传输方法;《数字媒体取证技术综述》分别从传统篡改方法和基于AI生成的篡改方法两方面对图像、视频和语音检测取证算法进行总结,介绍了已公开的大规模数据集以及相关应用情况,并探讨了多媒体取证领域未来可能的发展方向;《面向智慧城市的交通视频结构化分析前沿进展》从交通视频中的车辆、行人及其行为分析3方面阐述了交通视频结构化分析领域的研究热点及前沿进展,汇总比较了国内外研究学者的相关成果,并对交通视频结构化分析领域的研究进行了总结分析与展望;《生物特征识别学科发展报告》系统综述了生物特征识别学科发展现状、新兴方向、存在问题和可行思路,深入梳理了人脸、虹膜、指纹、掌纹、静脉、声纹、步态、行人重识别以及多模态融合识别的研究进展,以人脸为例重点介绍了生物特征识别领域近些年受到关注的新方向——对抗攻击和防御、深度伪造和反伪造,最后剖析总结了生物特征识别领域存在的三大挑战问题——“感知盲区”、“决策误区”和“安全红区”,并展望了“可感”、“可知”、“可信”的新一代生物特征识别总体目标;《自然场景文本检测与识别中的深度学习方法综述》在该领域相关研究背景简介的基础上,对近几年基于深度学习的自然场景文本检测、识别以及端到端自然场景文本检测与识别的方法进行了分类归纳和总结分析,并进一步分析论述了这些主要模型的算法流程、适用场景及其技术发展路线,对比了各个模型方法在代表性数据集上的性能情况,并总结了现有自然场景文本检测与识别算法的局限性以及未来的挑战和发展趋势;《基于深度学习的跨模态检索综述》综述了7类主流跨模态检索算法的关键技术和代表性方法,对比

了不同跨模态数据信息下不同技术的区别,总结了部分代表性的跨模态检索数据库,并讨论了当前深度跨模态检索待解决的问题以及未来的研究方向。

在三维视觉和图形技术方面:《三维视觉前沿进展》围绕三维视觉中的深度图像获取、视觉定位与制图、三维建模及三维理解等三类任务,对国内外研究进展进行了详细地综合评述和对比分析,并给出了三维视觉研究的未来发展趋势;《大规模室外图像三维重建技术研究进展》系统全面地回顾了大规模室外图像三维重建技术在各个重建子过程中的发展和应用,详细总结各个子过程中适用于大规模室外场景的数据集和评价指标,并介绍了现有主流的开源和商业三维重建系统以及国内相关产业的发展现状;《视觉传感成像技术与数据处理进展》从激光扫描成像、大动态范围光学成像技术、偏振成像与传感技术、海洋声学层析成像等4个研究方向重点论述了近年来视觉传感领域的发展现状、前沿动态、热点问题和趋势;《视觉—惯性导航定位技术研究进展》介绍了视觉—惯性导航系统中初始化、视觉前端处理、状态估计、地图的构建与维护、信息融合等关键技术的研究进展,然后对非理想环境下及基于学习方法的视觉—惯性导航定位算法等热点问题进行了综述,并总结了用于算法评测方法及标准数据集,最后总结了该技术在实际应用中所面临的主要问题,并针对这些问题对该领域未来的发展趋势进行了展望;《三维视觉测量技术及应用进展》系统介绍了单相机、双相机、结构光等典型三维视觉测量技术的技术内涵、发展现状、前沿动态、热点问题和趋势,并重点论述了条纹投影三维测量技术和相位测量偏折术,最后给出了三维视觉测量的发展趋势与未来展望;《虚实融合场景中的深度感知研究综述》分析了面向虚实融合场景绘制渲染的视觉规律,从用户感知的角度出发围绕虚实融合场景中图形化线索绘制和虚拟物体渲染等展开了综述,并对虚实融合场景中深度感知的研究趋势和重点进行了展望和预测;《可微绘制技术研究进展》重点对可微绘制技术在真实感绘制、三维重建和表观采集建模中的研究和应用情况进行了综述;最后,《沉浸式立体显示技术在临床医学领域中的应用》深入分析了立体显示技术在临床医学中的应用,介绍了微创外科手术以及远程诊疗领域国内外的研究现状,从影像诊断、手术训练、规划与导航、治疗和教育培训等4个方面,总结了立体显示技术在临床医学领域中的研究进展。

我们期待广大读者和科技人员通过本期《图像图形学发展年度报告》专刊,能够广泛深入地了解当前图像图形研究领域最新的技术和最前沿的应用方向,在今后的研究工作中更全面地把握国际前沿,更明确地有的放矢,为我国图像图形技术的发展做出新的贡献。

中国图象图形学学会理事长