



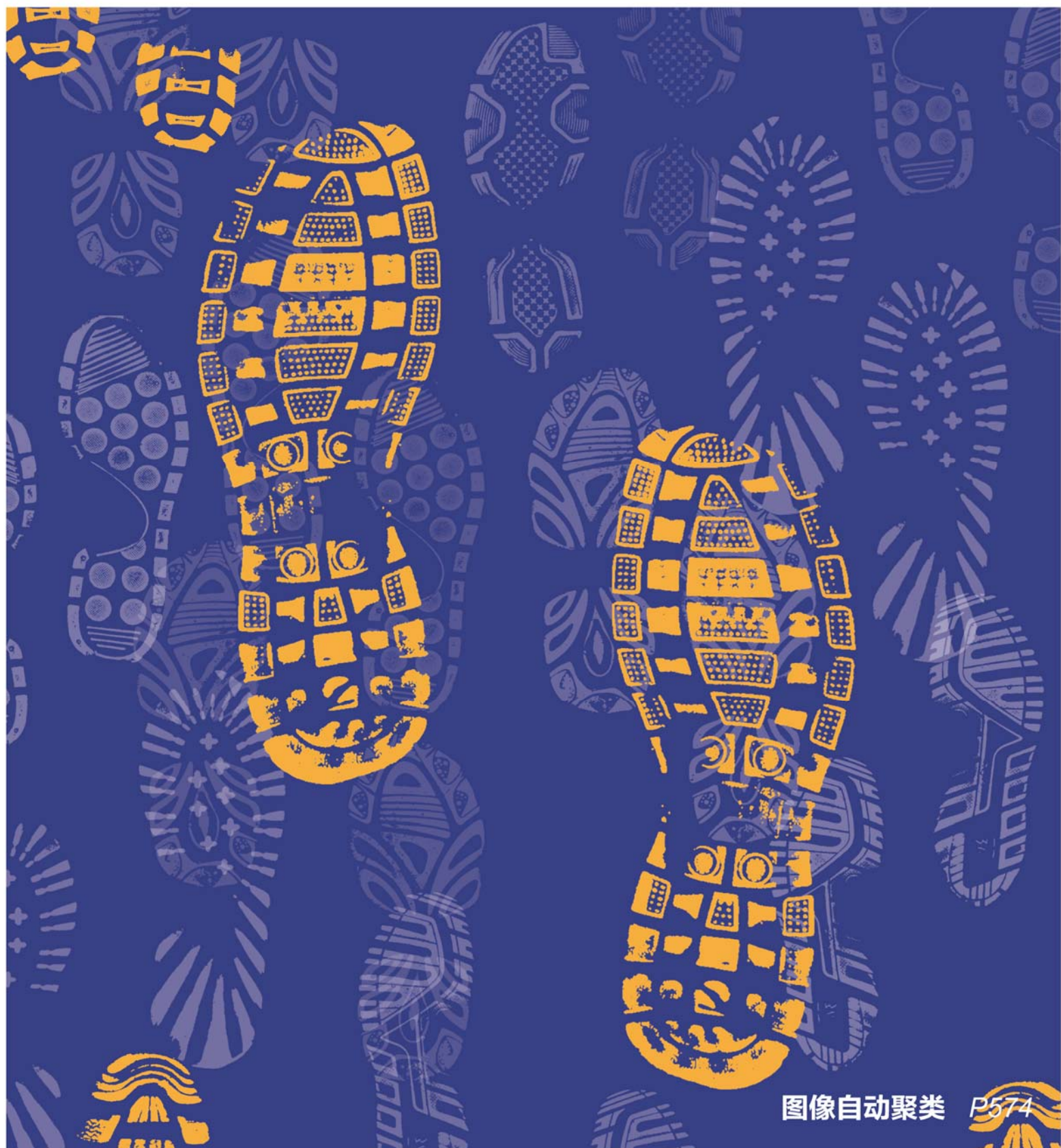
JOURNAL OF IMAGE AND GRAPHICS

主办: 中国科学院遥感与数字地球研究所
中国图象图形学学会
北京应用物理与计算数学研究所

中国图象图形学报

2016
05
VOL.21

ISSN1006-8961
CN11-3758/TB



图像自动聚类 P574

中国图象图形学报

刊名题字：宋健 | 月刊（1996年创刊）



第21卷第5期（总第241期）
2016年5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 中国科学院遥感与数字地球研究所
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 李小文
编辑出版 《中国图象图形学报》编辑出版委员会
邮政信箱 北京9718信箱
邮 编 100101
电子信箱 jig@radi.ac.cn
电 话 010-64807995
网 址 www.cjig.cn

广告经营许可证 京朝工商广字第0361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

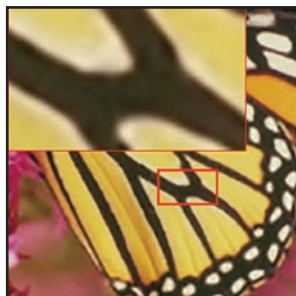
Title inscription: Song Jian | Monthly, Started in 1996

Superintended by Chinese Academy of Sciences
Sponsored by Institute of Remote Sensing and Digital Earth, CAS
China Society of Image and Graphics
Institute of Applied Physics and Computational Mathematics

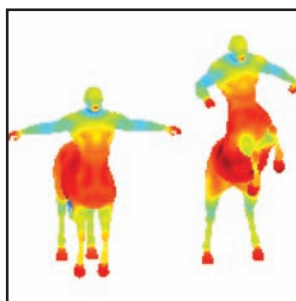
Editor-in-Chief LI Xiaowen
Editor, Publisher Editorial and Publishing Board of Journal of
Image and Graphics
P.O.Box 9718, Beijing, P.R.China
Zip code 100101
E-mail jig@radi.ac.cn
Telephone 010-64807995
Website www.cjig.cn

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.

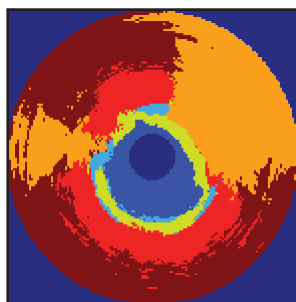
CN 11-3758/TB
ISSN 1006-8961
CODEN ZTTXFZ
国外发行代号 M1406
国内邮发代号 82-831
国内定价 60.00元



利用双通道卷积神经网络的图像超分辨率算法(第556页)



融合特征描述约束的3维等距模型对应关系计算(第628页)



结合先验形状信息和序贯学习的心血管内超声外弹力膜检测(第646页)

综述

中国图像工程: 2015

章毓晋 533

图像处理和编码

基于代价敏感Adaboost目标跟踪

薛一哲, 王拓 544

利用双通道卷积神经网络的图像超分辨率算法

徐冉, 张俊格, 黄凯奇 556

图像分析和识别

局部均匀模式描述和双加权融合的人脸识别

任福继, 李艳秋, 许良凤, 胡敏, 王晓华 565

K步稳定的鞋印花纹图像自动聚类

王新年, 舒莹莹 574

空间约束混合高斯运动目标检测

董俊宁, 杨词慧 588

图像理解和计算机视觉

分层信息融合的物体级显著性检测

李波, 金连宝, 曹俊杰, 冷成财, 卢春园, 苏志勋 595

结合区域协方差分析的图像显著性检测

张旭东, 吕言言, 缪永伟, 郝鹏翼, 陈佳舟 605

前景判别的局部模型匹配目标跟踪

刘大千, 刘万军, 费博雯 616

计算机图形学

融合特征描述约束的3维等距模型对应关系计算

杨军, 闫寒, 王茂正 628

一类加权有理插值样条曲面及局部约束控制

刘植, 肖凯, 陈晓彦, 江平, 谢进 636

医学图像处理

结合先验形状信息和序贯学习的心血管内超声外弹力膜检测

林慕丹, 杨丰, 梁淑君, 赵海升, 黄铮, 崔凯 646

遥感图像处理

局部显著特征下的光学遥感图像舷靠舰船检测

李轩, 刘云清, 卞春江, 毛博年 657

长时序高光谱图像清晰度影响因素分析

尚任, 黑保琴, 李盛阳, 覃帮勇, 张九星 665

基于变差函数的中高分辨率SAR影像农村建筑区提取

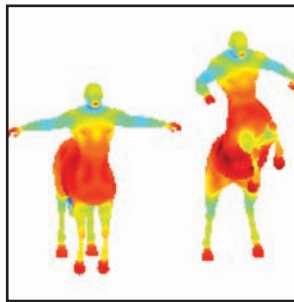
林晨曦, 周艺, 王世新, 刘文亮, 田野, 张燕楠 674

CONTENTS

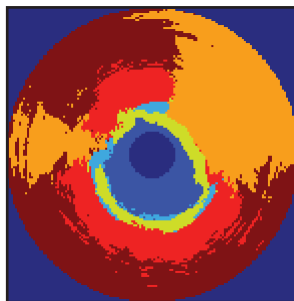
JOURNAL OF IMAGE AND GRAPHICS



Image super-resolution using two-channel convolutional neural networks(P556)



Calculation of correspondences between three-dimensional isometric shapes with the use of a fused feature descriptor (P628)



External elastic membrane border detection based on for intravascular ultrasound images(P646)

Review

Image engineering in China: 2015 Zhang Yujin	533
---	-----

Image Processing and Coding

Object-tracking method based on improved cost-sensitive Adaboost Xue Yizhe, Wang Tuo	544
Image super-resolution using two-channel convolutional neural networks Xu Ran, Zhang Junge, Huang Kaiqi	556

Image Analysis and Recognition

Face recognition method based on local mean pattern description and double weighted decision fusion for classification Ren Fuji, Li Yanqiu, Xu Liangfeng, Hu Min, Wang Xiaohua	565
K-steps stabilization based on automatic clustering of shoeprint images Wang Xinnian, Shu Yingying	574
Moving object detection using improved Gaussian mixture models based on spatial constraint Dong Junning, Yang Cihui	588

Image Understanding and Computer Vision

Object level saliency detection by hierarchical information fusion Li Bo, Jin Lianbao, Cao Junjie, Leng Chengcai, Lu Chunyuan, Su Zhixun	595
Image saliency detection using regional covariance analysis Zhang Xudong, Lyu Yanyan, Miao Yongwei, Hao Pengyi, Chen Jiazhou	605
Foreground discrimination in local model-matching tracking Liu Daqian, Liu Wanjun, Fei Bowen	616

Computer Graphics

Calculation of correspondences between three-dimensional isometric shapes with the use of a fused feature descriptor Yang Jun, Yan Han, Wang Maozheng	628
Weighted rational interpolation spline surfaces and local constraint control Liu Zhi, Xiao Kai, Chen Xiaoyan, Jiang Ping, Xie Jin	636

Medical Image Processing

External elastic membrane border detection based on sequential learning and prior shape information for intravascular ultrasound images Lin Mudan, Yang Feng, Liang Shujun, Zhao Haisheng, Huang Zheng, Cui Kai	646
--	-----

Remote Sensing Image Processing

Inshore ship detection method in optical remote sensing images using local salient characteristics Li Xuan, Liu Yunqing, Bian Chunjiang, Mao Bonian	657
Analysis of factors influencing clarity of hyper spectral images in long time series Shang Ren, Hei Baoqin, Li Shengyang, Qin Bangyong, Zhang Jiuxing	665
Variogram-based rural build-up area extraction from middle and high resolution SAR images Lin Chenxi, Zhou Yi, Wang Shixin, Liu Wenliang, Tian Ye, Zhang Yannan	674

中图分类号: TP391 文献标识码: A 文章编号: 1006-8961(2016)05-533-11

论文引用格式: Zhang Y J. Image engineering in China: 2015[J]. Journal of Image and Graphics, 2016, 21(5): 533-543. [章毓晋. 中国图像工程: 2015[J]. 中国图象图形学报, 2016, 21(5): 533-543.] [DOI:10. 11834/jig. 20160501]

中国图像工程: 2015

章毓晋

清华大学电子工程系, 北京 100084

摘要: **目的** 本文是关于中国图像工程的年度文献综述系列之二十一。为了使国内广大从事图像工程研究和图像技术应用的科技人员能够较全面地了解国内图像工程研究和发展的现状,能够方便地查询有关文献,且向期刊编者和作者提供有用的参考,对2015年度图像工程重要文献进行了综述分析。**方法** 从2015年在国内15种有关图像工程重要中文期刊的共148期上所发表的2975篇学术研究和应用技术文献中,选取出723篇属于图像工程领域的文献,并根据各文献的主要内容将其分别归入图像处理,图像分析,图像理解,技术应用的5个大类,然后进一步分入23个专业小类(与前10年相同),并在此基础上分别进行了各期刊各类文献的统计和分析。**结果** 根据对2015年统计数据的分析可看出:图像分析正得到最多关注,目标跟踪的文献数量有明显增加,图像分割和边缘检测仍然是研究重点,图像匹配融合及其在遥感测绘等的应用再次成为热点。**结论** 我国图像工程的2015年研究深度和广度仍在提高和扩大,保持了快速进展的势头。

关键词: 图像工程;图像处理;图像分析;图像理解;技术应用;文献综述;文献统计;文献分类;文献计量学

Image engineering in China: 2015

Zhang Yujin

Department of Electronic Engineering, Tsinghua University, Beijing 100084, China

Abstract: **Objective** This is the twenty-first one in the annual survey series of the yearly bibliographies on image engineering in China. The purpose of this survey work is mainly to capture the up-to-date development of image engineering in China, to provide a convenient means of literature searching facility for readers working in related areas, and to supply a useful recommendation for the editors of journals and potential authors of papers. **Method** Considering the wide distribution of related publications in China, 723 references on image engineering research and technique are selected carefully from 2975 research papers published in 148 issues of a set of 15 Chinese journals. These 15 journals are considered as important journals in which papers concerning image engineering have higher quality and are relatively concentrated. Those selected references are classified first into 5 categories (image processing, image analysis, image understanding, technique application and survey), and then into 23 specialized classes according to their main contents (same as the last 10 years). Some analysis and discussions about the statistics made on the results of classifications by journal and by category are also presented, respectively. **Result** According to the analysis on the statistics in 2015, it seems that image analysis is getting the most attention, the number of publications on target tracking has a significant increase, image segmentation and edge detection are still the focus of research, image matching and fusion in remote sensing, mapping and other applications once again become a hot spot. **Conclusion** This work shows a general and off-the-shelf picture of the various progresses, either for depth or for width, of image engineering in China in 2015.

收稿日期: 2016-02-28; 修回日期: 2016-03-05

第一作者简介: 章毓晋(1954—),男,长聘教授,1989年于比利时列日大学获应用科学博士学位,1989—1993年为荷兰德尔福特大学博士后及研究人员,研究领域为图像工程。E-mail: zhang-yj@tsinghua.edu.cn

Key words: image engineering; image processing; image analysis; image understanding; technique application; literature survey; literature statistics; literature classification; bibliometrics

0 引言

图像工程是一个系统地研究各种图像理论,开发各种图像技术和使用各种图像设备的综合学科,主要可分成如下紧密联系又有区别的3个层次:图像处理,图像分析和图像理解^[1]。近年来,图像工程的研究内容越来越深入,与越来越多学科的研究相结合,并得到越来越多数学、物理、心理、生理等基础学科的新理论和电子、计算机等专业学科新技术的支持。图像技术的应用范围也已非常广泛,涉及到通信、教育、生物、医学、遥感、测绘、军事、公安、交通、航天、工业自动化和办公自动化等诸多领域。

从1996年开始,笔者连续撰写了21篇统计图像工程研究应用文献的综述性文章(见文献[1-21]),这些文献均源自前一年发表在国外的15种中国图像工程重要期刊^[5]上。根据对它们内容的分类和统计,已构成了一个20年的中国图像工程的年度文献综述系列。

本文是关于中国图像工程的年度文献综述系列之二十一,本文从2015年刊载在国内15种中国图像工程重要期刊上的2975篇中文文献(另有18篇英文文献未考虑)中,选出了723篇有关图像工程的文献¹⁾,并对其进行了专业分类和统计(包括文献选取情况,期刊刊登情况和各类别数量情况),还结合分类和统计结果对2015年我国图像工程发展的热点和趋势进行了分析和讨论。

1 综述目的

该综述系列的目的在其第1篇中^[1]就有阐述。当2006年该文献综述系列进入第2个10年时^[12],曾对该文献综述原先的3个主要目的^[1-11]进行了新的讨论。下面概述这3个主要目的和讨论的结果:

1) 概括我国图像工程发展现状。众所周知,期刊是一类独具特色的信息载体。由于一门学科的重要期刊一般均刊载大量相关学科的信息,且水平较

高,能够反映该学科的最新研究成果、进展以及前沿动态^[22],因此通过对有关图像工程重要期刊上刊载文献的统计分析,不仅可以帮助人们了解我国图像工程研究和应用的总体情况,还能够为制定相关学科发展方向和研究策略提供科学的依据。

经过20多年的发展,应该说这个基本目的仍没有改变。事实上,近年来科技界对期刊的关注和重视更加强了,期刊文献对图像工程研究和应用的牵引指导作用也更大了。同时由于本综述系列对学科发展趋势的分析判断与实际情况相吻合^[23],且也在多年实践中得到了验证,所以本文综述系列的这个目的是达到了,而且会继续起到它的作用。

2) 便利从事图像工程研究和图像技术应用的人员查阅有关文献。一门学科的重要期刊一般是受到该专业读者特别关注的期刊^[22]。因为作为一门比较新兴的学科,图像工程内容新,覆盖面大,有关文献的内容涉及领域宽,文献的分布也比较广,所以通过对重要期刊上有关文献的归纳分类可以方便研究应用人员进行文献查阅,定期掌握专业动向,以达到共同发展我国图像工程事业的目的。

现在,该文献综述系列已进入了第3个10年。随着网络的发展,近年许多研究人员常借助关键词来搜索相关文献,而不再有规律地翻阅相应的期刊了。从这个角度来说,该系列帮助人们选择期刊的目的有一定的变化。然而需要指出,该综述系列所提供的并不是文献的简单罗列,而是包含了由专业人员通过阅读文献而给出的文献分类排列结果,所以从中查询文献要比仅用关键词上网进行搜索准确可靠。特别要指出的是,由于不同领域和专业背景的作者各有一些常用的术语和惯用的表述方式,使得许多技术内容相近的文献不能仅靠几个关键词来全面搜索,而使用同一个关键词搜索到的文献在内容上也常有很大的离散性。因此对希望定期掌握专业动向的人员来说,该综述所提供的统计信息在查阅文献特别是了解趋势时仍有用且可靠。

3) 提供期刊编者和文献作者有用的参考信息。由于对期刊文献的统计结果可反映出当前有关

1) 723篇文献目录详见本刊网站(www.cjig.cn)2015年第5期“‘中国图像工程:2015’统计文献分类一览”。

该学科信息在各期刊中的分布状况^[22],因此对期刊的编者来说,通过结合文献计量学原理和方法的分析(如文献[24-25]),可进一步了解学科的进展变化和期刊的现状情况,并从中确定期刊应有的学术地位、作用和发展策略;对文献的作者来说,由于发表科研文献的主要目的是宣传研究成果,促进技术交流,因此要关注期刊的学术权威性和领域重点,而本综述工作正好可对投稿起参考和导向作用。需要指出,该综述系列的统计结果相对来说是比较客观的,因为文献的分类有一定的客观标准,而数量的统计不易受主观因素的影响。

上述参考信息主要是向两方面的人提供的。从期刊编者的角度来说,虽然文献内容有了新的传播方式,本综述在帮助确定期刊的学术定位、读者对象和拓展领域方面都保持了原来的作用;但从文献作者的角度来说,由于期刊全文上网和读者查阅期刊文献方式的变化,导致读者在查阅文献时并不一定首先注意到期刊的学术权威性和覆盖的专业领域,而作者在投稿时也会受到其他因素的影响。不过从深一些的层次思考这个问题,需要注意到期刊文献总是由同行或相近专业人员评审后才得以发表的。由于历史的原因和期刊的性质,各期刊的审稿人还保持了许多专业特点,或者说他们的研究领域还是有所侧重的。如果投稿者考虑到上述情况,选择恰当的期刊,就有望使稿件得到密切相关领域专家的评审,反馈的信息将会更有意义。另外,该工作对揭示我国图像工程科技人员的水平,现状和变化的研究也打下了很好的基础^[26]。

2 期刊选取

图像工程涉及范围广泛,研究发展迅速,相关期刊比较多,文献分布也比较广。不过,考虑到综述系列的特殊性,本综述对期刊选取的原则基本保持一致^[1-21],最初的主要考虑是:

1) 读者较广。均为发行比较广泛的国内中文一次文献期刊。

2) 水平较高。主要为国内一级学会的会刊,其余也是相关专业领域中重要的二级学会会刊。

3) 信息较多。指期刊内有关图像工程的文献比较集中,一般平均每期多在两篇以上。

根据上述原则选出并认定的15种期刊已被称

为中国图像工程重要期刊^[5]。本综述系列自开始以来也一直选取这些期刊作为文献源^[1-21]。虽然近年来随着图像工程的迅速发展,相关的新期刊时有出现,而且一些原来侧重于其他研究领域和专业方向的期刊上也开始刊登了不少有关图像工程的文献,但是考虑到本综述系列的连续性和统计的一致性,以及这些中国图像工程重要期刊本身的发展情况,本文今年所选取的期刊仍与历年本综述系列选取的期刊^[1-21]完全相同(见附录)。

与上一年相比,这15种期刊虽由多个不同单位(学会或机构)主办,但均基本保持了原来的覆盖领域和出版风格,这使今年的统计结果与综述开始以来各年的统计结果有较大的可比较性和相关性。需要指出,从2009年开始,所有这15种期刊都不仅有印刷版,而且其全文文献的电子版也都可以通过“中国知网”等数据库获得。对读者来说,文献更容易获取,对其统计分类总体情况的了解需求也更迫切。

3 文献选取和分类

本文在从上述15种期刊中选取有关图像工程的文献时所用的基本选取原则与本综述系列前20年的原则^[1-21]仍一致,这些原则主要是:

1) 以中文发表的(各刊上仅用英文写的文献和直接从外文翻译的译文没有考虑,同时有中英文两种版本的仅考虑了中文的)、主要报道国内研究人员工作成果的文献;

2) 属于学术论文、研究简报、研究通信、技术应用等介绍图像工程最新研究成果与技术进展的文献(没有包括诸如科学普及类型和介绍性讲座类型的文献);

3) 作为年度综述系列,本文只选取在2015年出版的期刊(未考虑增刊)上发表的文献。

图像工程文献涉及内容多,覆盖面广,合理的文献分类方案至关重要。本文仍采用了本综述系列一贯的分类方案,即首先把所有文献分成图像处理、图像分析、图像理解、技术应用和综述评论5个大类;然后在每大类中再根据文献内容的主要技术特点或应用领域进一步分成不同小类^[1-21]。具体对文献的分类情况和各类所用代号见表1。

表1 文献分类表

Table 1 Classification scheme for publications

大类	名称	小类	名称和主要内容
A	图像处理	A1	图像获取(包括各种成像方式方法,图像采集、表达及存储,摄像机校准等)
		A2	图像重建(从投影重建图像、间接成像等)
		A3	图像增强/恢复(包括变换、滤波、复原、修补、置换、校正、质量评价等)
		A4	图像(视频)压缩编码(包括算法研究、国际标准实现等)
		A5	图像数字水印和图像信息隐藏
		A6	图像多分辨率处理(超分辨率重建、图像分解和插值、分辨率转换等)
B	图像分析	B1	图像分割,边缘及角点(感兴趣点/控制点)等基元的检测
		B2	目标表达、描述、测量(包括二值图形态分析等)
		B3	目标特性(颜色、纹理、形状、空间、结构、运动、显著性等)的提取分析
		B4	目标检测和识别(目标2D定位、追踪、提取、鉴别和分类等)
		B5	人体生物特征提取和验证(包括人体、人脸和器官等的检测、定位与识别)
C	图像理解	C1	图像匹配和融合等(包括序列、立体图的配准、镶嵌等)
		C2	场景恢复(3D景物表达、建模、重构或重建等)
		C3	图像感知和解释(包括语义描述、场景模型、机器学习、认知推理等)
		C4	基于内容的图像和视频检索(包括相应的标注)
		C5	时空技术(高维运动分析、目标时空姿态检测、跟踪、举止判断和行为理解)
D	技术应用	D1	硬件,系统设备和快速(/并行)算法
		D2	通信、视频传输(包括电视、网络、广播等)
		D3	文档、文本(包括文字,数字,符号等)
		D4	生物、医学、生理等
		D5	遥感、雷达、测绘等
		D6	其他(没有明确包含在以上各小类的技术应用)
E	综述评论	E1	跨大类综述(概括图像处理/分析/理解,或综合新技术)

20多年来,本综述系列的大类没有变化,仍保持了原有的框架。随着技术的发展,小类的数量和内容有一些演变。本综述系列在第1个5年中均包含18个小类^[1-6],考虑到进入新世纪后图像工程研究出现的一些新热点,所以从2000年开始,在继承本系列分5个大类的格局基础上,在图像处理、图像分析和图像理解3大类中每类各增加了1个小类(分别为A5,B5,C4),所以本综述系列第2个5年中均有21个小类^[7-11]。从2005年开始,本系列进入第3个5年,结合图像工程研究和应用的进展在图像处理和图像理解两大类中每类各增加了1个小类(分别为A6,C5),达到了23个小类^[12]。从本文开始,本综述系列进入第5个5年,根据对2015年图像工程文献内容的分析(见下),绝大多数文献仍还可归纳在原有类别中,所以此次没有增加新的小类,还是5个大类和23个小类。需要指出,尽管这些年来各小类的名称基本未变,但考虑到技术的发展变化,对所用名词和写在括号内的文字内

容还是进行了一些调整和充实。表2中各名词的定义参可见文献[27]。

4 文献分类统计结果和讨论

根据上述的期刊和文献选取原则,本文从2015年出版的15种期刊(共148期)上所发表的2975篇文献中,选出了内容与图像工程密切有关的723篇文献。然后,根据如表1所列的文献分类方案将这些文献全部分到5个大类,并进一步分到23个小类中。需要指出,虽然有些文献的内容可能与几个小类均相关,但本文一般根据该文献的主要研究内容或主要技术观点而仅归入一个小类(概括不同大类的综合文献目前都归在E类中,且因文献数量不多,只分了1个E1小类)。下面从粗到细分3种情况(3个层/级/档)来介绍、分析和讨论分类统计的结果。

4.1 21年图像工程文献选取和分类概况比较

表2给出从综述系列开始以来共21年间对前

述15个期刊所登载文献的数量(文献总数)、所选取的图像工程文献数量(选取总数)和选取率(选取总数除以文献总数)以及对所选文献分5个大类统

计得到的结果。其中,小计和平均都是对21年进行的,5个分类栏中括号内的百分率数据为该类文献数量在(当年)总选取文献数量中所占的比例。

表2 近21年图像工程文献选取和分类表

Table 2 Selection and categorization of image engineering publications over the last 21 years

年度	文献总数	选取总数	选取率/%	文献数量(文献数量在当年总选取文献数量中所占比例/%)				
				图像处理	图像分析	图像理解	技术应用	综述评论
1995	997	147	14.74	36 (24.5)	51 (34.7)	14 (9.52)	46 (31.3)	—
1996	1 205	212	17.59	52 (24.5)	72 (34.0)	30 (14.2)	55 (25.9)	3 (1.42)
1997	1 438	280	19.47	104 (37.1)	76 (27.1)	36 (12.9)	60 (21.4)	4 (1.43)
1998	1 477	306	20.72	108 (35.3)	96 (31.4)	28 (9.15)	71 (23.2)	3 (0.98)
1999	2 048	388	18.95	132 (34.0)	137 (35.3)	42 (10.8)	73 (18.8)	4 (1.03)
2000	2 117	464	21.92	165 (35.6)	122 (26.3)	68 (14.7)	103 (22.2)	6 (1.29)
2001	2 297	481	20.94	161 (33.5)	123 (25.6)	78 (16.2)	115 (23.9)	4 (0.83)
2002	2 426	545	22.46	178 (32.7)	150 (27.5)	77 (14.3)	135 (24.8)	5 (0.92)
2003	2 341	577	24.65	194 (33.6)	153 (26.5)	104 (18.0)	119 (20.6)	7 (1.21)
2004	2 473	632	25.60	235 (37.2)	176 (27.8)	76 (12.0)	142 (22.5)	3 (0.47)
2005	2 734	656	23.99	221 (33.7)	188 (28.7)	112 (17.1)	131 (20.0)	4 (0.61)
2006	3 013	711	23.60	239 (33.6)	206 (29.0)	116 (16.3)	143 (20.1)	7 (0.98)
2007	3 312	895	27.02	315 (35.2)	237 (26.5)	142 (15.9)	194 (21.7)	7 (0.78)
2008	3 359	915	27.24	269 (29.4)	311 (34.0)	130 (14.2)	196 (21.4)	9 (0.98)
2009	3 604	1 008	27.97	312 (31.0)	335 (33.2)	139 (13.8)	214 (21.2)	8 (0.79)
2010	3 251	782	24.05	239 (30.6)	257 (32.9)	136 (17.4)	146 (18.7)	4 (0.51)
2011	3 214	797	24.80	245 (30.7)	270 (33.9)	118 (14.8)	161 (20.2)	3 (0.38)
2012	3 083	792	25.69	249 (31.4)	272 (34.3)	111 (14.0)	151 (19.1)	9 (1.14)
2013	2 986	716	23.98	209 (29.2)	232 (32.4)	124 (17.3)	146 (20.4)	5 (0.70)
2014	3 103	822	26.49	260 (31.6)	261 (31.8)	121 (17.7)	175 (21.3)	5 (0.61)
2015	2 975	723	24.30	199 (27.5)	294 (40.7)	103 (14.2)	119 (16.5)	8 (1.11)
总计	53 453	12 849	—	4 122 (32.08)	4 019 (31.28)	1 905 (14.83)	2 695 (20.97)	108 (0.84)
平均	2 545	612	24.04	196	191	91	128	5

为更容易和直观地看出多年来的发展变化情况,图1绘出了近21年文献选取中文献总数、选取总数和选取率的曲线。图2绘出了近21年

文献分类中的图像处理(IP)、图像分析(IA)、图像理解(IU)和技术应用(TA)4类文献数量的曲线。

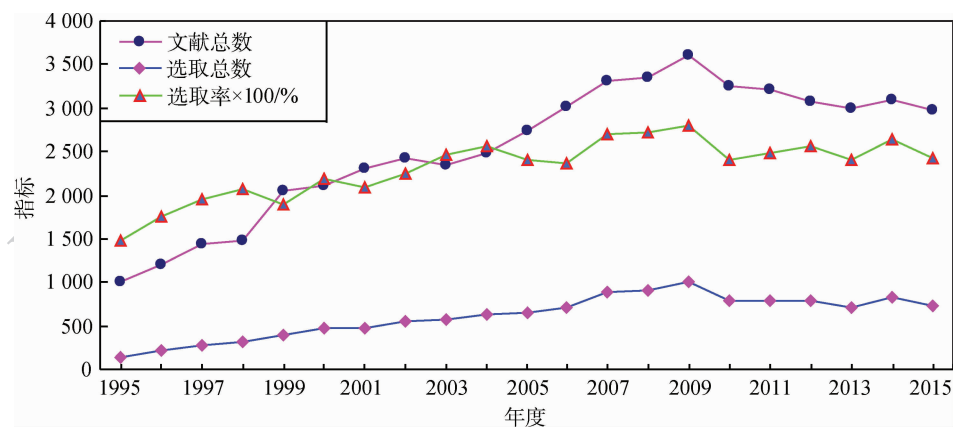


图1 近21年图像工程文献选取曲线

Fig. 1 Selection curves for image engineering publications over the last 21 years

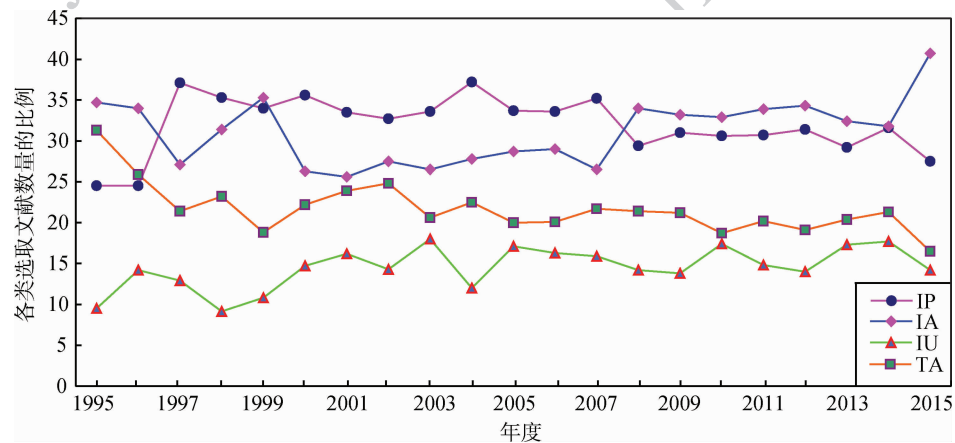


图2 近21年图像工程文献分类曲线

Fig. 2 Categorization curves for image engineering publications over the last 21 years

从表2以及图1和图2的统计数据可以看出以下特点:

1) 2015年15个期刊所登载的文献总数比2014年的文献总数略有下降(约4%)。这一年,15个期刊的总期数与上一年相同,仍为148期。文献总数下降的主要原因是文献的平均长度略有增加。从历史上看,经历了2007—2009年的高峰后,基本与10年前持平。

2) 2015年选取到的图像工程文献总数相比2014年有比较明显的下降(约12%)。除去统计数据固有的波动外,图像工程学科发展比较平稳而其他一些学科有些新的热点也应是重要因素。

3) 2015年的选取率仍接近1/4并超过综述开始以来的平均值。目前看来,选取率20多年还保持了总体增加的趋势。

4) 2015年图像分析大类文献数量比前5年都高,特别是它在当年总选取文献数量中所占比例达到了历史最高,突破了40%,而其他三大类文献数量在当年总选取文献数量中所占比例都下降了。

5) 4个大类文献数量在当年总选取文献数量中所占比例的排序近8年来保持了不变。其中图像分析大类仍排第一,其后是图像处理大类,图像理解大类仍少于技术应用大类。这与当前图像工程发展阶段是吻合的。

4.2 2015年各刊图像工程文献刊载情况

表3给出了对各刊2015年文献选取情况和分5个大类统计的具体结果(刊名根据所给的缩写代号统一按拼音顺序)。表3中,选取期数和文献总数的含义一目了然;选取数量是指各刊从文献总数

中选取的图像工程文献的数量;选取比例是指从各刊所选取的图像工程文献数与该刊文献总数之比;贡献比例是指从该刊中选取的图像工程文献数量在所有15种期刊中选取的图像工程文献总数量里所占的百分比,体现了该刊对统计的相对贡献。表中分类栏按文献内容的5个大类分成了5列,从中可看出各期刊的主要覆盖领域范围(大部分虽有侧重,但均覆盖比较全面)。

图3将各期刊的选取比例和贡献比例分别以柱形图显示出来以方便进行直观地互相比较。

对表3和图3的统计数据进行分析:

1) 各刊的选取比例给出了2015年这一年度内对应期刊所刊载的有关图像工程文献的相对频度,在一定程度上反映了在该刊所覆盖的专业范围中图像工程学科所占的比例,或者说有关图像工程文献的集中程度。由图3可见,《中国图象图形学报》的选取比例几乎为4/5,稳居第一(事实上也一直占据榜首的)。这个事实表明《中国图象图形学报》确实是最专门的图像工程期刊。其他在2015年选取比例较高的期刊依次为《模式识别与人工智能》,《中国体视学与图像分析》和《测绘学报》,选取比例均超过了30%。接下来的《自动化学报》的选取比例也几乎达到了30%。

2) 期刊载文量是对科技期刊在科学活动和文献交流中所起作用及其质量进行评价常用的7个指标中的第1个^[28]。各刊的贡献比例在一定程度上体现了该刊对图像工程发展所起的作用和所做的贡献。从这个意义上讲,这个比例很值得重视。由表4可见,《中国图象图形学报》的贡献比例仍与其创刊

表3 各刊2015年图像工程文献选取分类一览表

Table 3 Summary of selected image engineering publications in 2015 over 15 journals

期刊名称 (缩写代号)	选取 期数	文献 总数	选取 数量	选取比 例/%	贡献比 例/%	分类				
						A	B	C	D	E
CT理论与应用研究(CT)	6	98 ⁽¹⁾	8	8.16	1.11	4	1		3	
测绘学报(CX)	12	178	59	33.15	8.16	7	18	10	24	
电子测量和仪器学报(DC)	12	240	50	20.83	6.92	13	20	4	13	
电子学报(DX)	12 ⁽²⁾	375	75	20.00	10.37	21	36	10	8	
电子与信息学报(DxX)	12	456	102	22.37	14.11	45	38	6	13	
计算机学报(JX)	12	185	19	10.27	2.63	2	6	7	3	1
模式识别与人工智能(MR)	12	137	48	35.04	6.64	6	32	8	2	
数据采集与处理(SC)	6	148	39	26.35	5.39	6	20	6	7	
通信学报(TX)	12 ⁽³⁾	294	15	5.10	2.07	7	3	3	2	
信号处理(XC)	12	230	44	19.13	6.09	17	15	7	4	1
遥感学报(YX)	6	90 ⁽⁴⁾	15	16.67	2.07	4	7	1	3	
中国生物医学工程学报(ZS)	6	107	25	23.36	3.46	8	6	4	7	
中国体视学与图像分析(ZTi)	4	56 ⁽⁵⁾	19	33.93	2.63	7	6	1	5	
中国图象图形学报(ZTu)	12	184	146	79.35	20.20	36	60	23	24	3
自动化学报(ZX)	12	197 ⁽⁶⁾	59	29.95	8.16	16	26	13	1	3
小计	148	2975	723	24.30		199	294	103	119	8

注:(1) 该刊另有3篇英文文献没有参与统计;(2) 该刊另有1期增刊没有参与统计;(3) 该刊另有1期增刊没有参与统计;(4) 该刊中文稿文献有90篇,另有10篇英文稿是与中文稿互译的,所以没有参与统计;(5) 该刊另有1篇英文文献没有参与统计;(6) 该刊另有4篇英文文献没有参与统计。

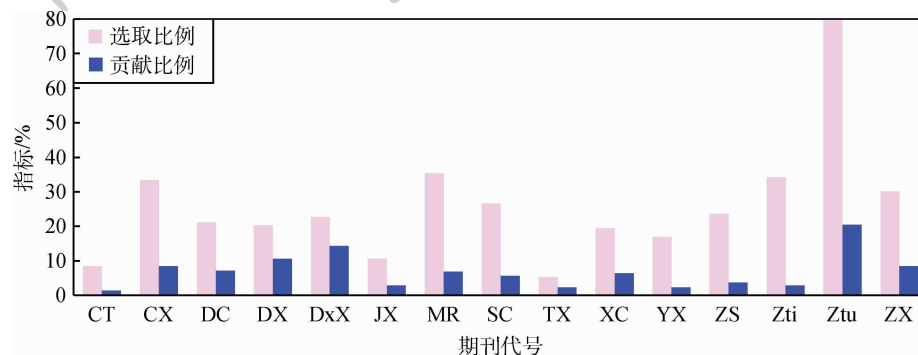


图3 各刊2015年的图像工程文献选取比例和贡献比例

Fig. 3 Selection ratio and contribution ratio of image engineering publications in 2015 over 15 journals

20年以来一样保持最大。这正如文献[25]中已指出的,它说明《中国图象图形学报》在反映我国图像工程领域研究的进展,报道该领域科技的成果等方面都起到了重要的作用;并为从事图像工程研究、开发和应用的开发人员提供了互相交流的最集中场所。考虑到该期刊已是一个比较成熟的期刊^[29],其对中国图像工程的重要意义是不言而喻的。接下来贡献比例较高的期刊依次为《电子与信息学报》,《电子学报》,《测绘学报》和《自动化学报》。这些都是一级学会的会刊。

3) 根据文献离散律^[28],有关某一学科的学术文献会大量地集中在为数不多的主要期刊上,而其余少量文献则分散在较多的其他期刊上。从2015年的数据看,图像工程文献的分布也符合这个规律。由表3中各刊的选取数量或文献比例可见,发表在前述有最高贡献比例的5种期刊,即《中国图象图形学报》《电子与信息学报》《电子学报》《测绘学报》《自动化学报》上的图像工程文献数量占了总数的61%。换句话说,1/3的期刊发表了近2/3的图像工程文献。

4.3 2015 年所有图像工程文献详细分类情况

科技论文的发表是科研人员研究成果的一种体现,大多数科研人员在同一年度的研究工作中集中在一两个方向上,所以各小类文献的数量在一定程度上反映了不同科学领域中相关研究所受到

的关注程度和研究力量的投入情况,同时也对研究所取得的成果有一定的衡量评价作用。表 4 给出了对 2015 年所选图像工程文献进一步按表 1 所列 23 个小类进行分类统计的详细结果,图 4 为表 4 的直方图。

表 4 2015 年图像工程文献分 23 小类统计细表

Table 4 Detailed classifications (23 classes) of selected image engineering publications in 2015

期刊代号	A1	A2	A3	A4	A5	A6	B1	B2	B3	B4	B5	C1	C2	C3	C4	C5	D1	D2	D3	D4	D5	D6	E1
[CT]		4					1										1			1			1
[CX]	2		4			1	12	2	1	3		9	1									22	2
[DC]	7		2	1	2	1	2	1	3	9	5	4					5	1			1		6
[DX]	3	1	11	1	1	4	6	1	3	16	10	4	3	1	2			1		1		6	
[DxX]	18	1	41	6	5	4	7	1	5	23	2	2	2		1	1		1	1			11	
[JX]	1					1	2	2	1	1		3	2		1	1		2		1			1
[MR]		1	2	3			6		3	6	17	1		2	1	4			1			1	
[SC]	1	1	1	1	2		7			4	9	1	1	2	1	1					5	1	1
[TX]			2	1	4		1		1	1		3						1		1			
[XC]	3		5	7		2	4		1	5	5	6				1		1				3	1
[YX]	2		1	1			3	1		3		1										3	
[ZS]	1	5	1			1	5		1			4					2				5		
[ZTi]	2	2	1		1	1	2	1	1	2		1					5						
[ZTu]			23	5	6	2	18	2	6	23	11	8	7	1	2	5	3		3	2	11	5	3
[ZX]	2	1	12	1			6		5	13	2	5	6	1	1						1		3
小计	42	16	76	27	21	17	82	11	31	109	61	52	22	7	9	13	16	7	5	17	59	15	8

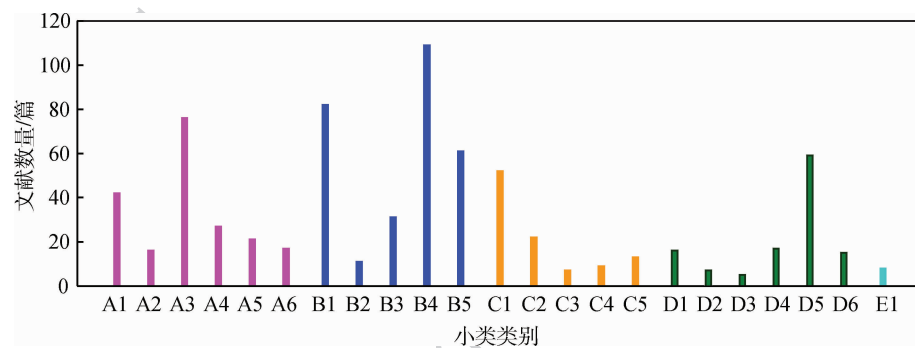


图 4 2015 年对 23 个小类进行文献分类的结果图

Fig. 4 Classification results for selected publications in 23 classes for 2015

通过对表 4 和图 4 统计数据进行分析并与综述系列前些年对应数据^[1-21]比较可以看到:

1) 在 2015 年,小类“B4:目标检测和识别”的文献数量排名第 1。尽管该小类多年来常常名列前茅,但排到第 1 还是首次。今年这个小类的文献中,题目里出现最多的词是“目标跟踪”或“视觉跟踪”,

占了题目总数的 45%。事实上,目标检测和跟踪是目标识别和分类的关键步骤,往年多对单幅图像中的目标进行检测,而今年,对视频中目标进行跟踪成为主流。

2) 在 2015 年,小类“B1:图像分割和边缘检测”的文献数量排名第 2。图像分割已有 50 多年的历

史^[30],现在如果利用 image segmentation 作为关键词在 EI Compendex 中 Subject/Title/Abstract 栏的搜索可以获得约 10 万个记录。这大量的研究成果表明:图像分割既是图像分析中的一个研究热点。也一直是图像分析中的一个难点。在综述系列中已多次指出,尽管对图像分割的研究已取得了许多成果^[31-32],但还有许多没有解决和需要解决的问题,且更广泛的研究正在深入开展^[30]。考虑分割对象的形态多变性和背景复杂性,医学图像的分割具有很强的挑战性。2015 年该小类的文献中,有关医学图像分割的内容是比较多的。

3) 在 2015 年,小类“A3:图像增强和恢复等”的文献数量排名第 3。前几年有 3 个得到较多关注的方向^[18-21]:(1) 图像修补/修复 (inpainting); (2) 图像质量评价;(3) 图像认证和取证。在 2015 年,图像修补/修复,特别是图像去雾仍得到很多关注;对图像质量评价的研究也有不少成果;但在图像认证和取证方面,成果很少。

4) 在 2015 年,小类“B5:人体生物特征提取和验证”的文献数量排名第 4。其中,有关人脸识别的内容(一些基本原理和具体方法可见文献[33])仍是主流,但对表情分类等更为广泛的人脸图像分析研究(国际上的一些相关工作可见文献[34])也有所增加。另外,对基于图像技术的其他人体生物特征的研究工作,如手势、手掌、指静脉等识别也都有些成果。

5) 在 2015 年,小类“D5:遥感、雷达、测绘”的文献数量排名第 5,小类“C1:图像匹配融合等”的文献数量排名第 6。正如 2014 年那样,它们应代表了 2015 年图像工程研究和应用的一个热点。

6) 在 2014 年排名明显前移的小类“A1:图像获取”在 2015 年有了明显的倒退。仍有一些关于压缩感知重建/重构的文献,但数量减少了许多。进一步的变化还需拭目以待。

7) 考虑综述系列开始 5 年后从 2000 年起增加的 3 个小类,只有“B5:人体生物特征提取和验证”仍保持强劲,“A5:图像数字水印和图像信息隐藏”和“C4:基于内容的图像和视频检索”在 2015 年都不太突出。前者或许是受到了一些图像认证和取证方面研究的影响;后者可能如近年分析的那样^[19-21],原来的典型研究内容^[35]基本成熟,而在基于语义的图像和视频检索研究方面^[36]还期待有新

的突破。

8) 对图像工程分属不同小类的文献的分析来看,研究呈现多元化的趋势。一方面,引进的数学理论和工具逐步扩展到各个研究方向;另一方面,为解决一个方向的问题,常采用不同的技术或结合几种技术。考虑到前面的各个因素,此次在新的 5 年开始之际,没有增加新的小类。

5 结 语

本文是关于中国图像工程的年度文献综述系列之二十一。文中先根据该综述系列一贯的期刊选取以及文献选取和分类原则,对 2015 年在中国图像工程重要期刊上发表的 723 篇有关文献进行了选取、分类、统计、分析和讨论。为更直观地看出所统计数据的变化情况,还将一些文献选取数据,文献分大类和分小类数据,以及所选情况文献选取和贡献比例绘成了图。从对统计结果的分析以及与综述系列以前相关数据^[1-21]的综合比较可以看出上一年图像工程的研究和应用在我国又有了许多新的进展,也可看出一些多年来的发展趋势。

本综述系列从开始以来一直选取了统一的 15 种期刊,对文献的选取原则也基本保持了一致,所用的统计和分类准则有延续性,所以这使得多年的统计结果仍有可比性和参照性,而且时间越长其特点就越明显。从本综述系列中除了可以了解过去和当前我国图像工程研究和应用的总体情况,也可建立对学科的全面认识并找到制定学科发展方向的一些具体依据。而且,它对揭示我国图像工程科技人员的水平,现状和变化的研究也打下了很好的基础^[26]。所以,虽然这个工作随着该领域的发展,涉及的文献数量和对其统计分析的工作量始终处在一个较高的层次和较大的基数上,因而需要大量的收集、阅读、分析和分类等人工投入(自动化类似工作的尝试表明,尽管其中有些步骤可以借助计算机来进行,但人工的检验和校正对保证质量仍是必不可少的^[37]),但却是很有意义的。

20 年前——1996 年 5 月,“中国图象图形学报”创刊了! 创刊号上刊登了中国图像工程的年度文献综述系列之一。“中国图象图形学报”20 年的成长和发展见证和推动了图像工程在中国的持续进展,也帮助中国图像工程的年度文献综述系列站在

了一个新的起点。今后将会进一步努力(其中一个考虑是进一步把文献计量学的理论与内容分析法的手段^[38]相结合),把对中国图像工程不断发展前进的新“图像”继续描绘下去。

参考文献 (References)

- [1] Zhang Y J. Image engineering in China: 1995 [J]. Journal of Image and Graphics, 1996, 1(1): 78-83. [章毓晋. 中国图象工程: 1995[J]. 中国图象图形学报, 1996, 1(1): 78-83.] [DOI: 10.11834/jig.19960115]
- [2] Zhang Y J. Image engineering in China: 1995 (Supplement) [J]. Journal of Image and Graphics, 1996, 1(2): 170-174. [章毓晋. 中国图象工程: 1995(续)[J]. 中国图象图形学报, 1996, 1(2): 170-174.] [DOI: 10.11834/jig.19960241]
- [3] Zhang Y J. Image engineering in China: 1996 [J]. Journal of Image and Graphics, 1997, 2(5): 336-344. [章毓晋. 中国图象工程: 1996[J]. 中国图象图形学报, 1997, 2(5): 336-344.] [DOI: 10.11834/jig.19970599]
- [4] Zhang Y J. Image engineering in China: 1997 [J]. Journal of Image and Graphics, 1998, 3(5): 404-414. [章毓晋. 中国图象工程: 1997[J]. 中国图象图形学报, 1998, 3(5): 404-414.] [DOI: 10.11834/jig.199805123]
- [5] Zhang Y J. Image engineering in China: 1998 [J]. Journal of Image and Graphics, 1999, 4(5): 427-438. [章毓晋. 中国图象工程: 1998[J]. 中国图象图形学报, 1999, 4(5): 427-438.] [DOI: 10.11834/jig.199905100]
- [6] Zhang Y J. Image engineering in China: 1999 [J]. Journal of Image and Graphics, 2000, 5(5): 359-373. [章毓晋. 中国图象工程: 1999[J]. 中国图象图形学报, 2000, 5(5): 359-373.] [DOI: 10.11834/jig.20000501]
- [7] Zhang Y J. Image engineering in China: 2000 [J]. Journal of Image and Graphics, 2001, 6(5): 409-424. [章毓晋. 中国图象工程: 2000[J]. 中国图象图形学报, 2001, 6(5): 409-424.] [DOI: 10.11834/jig.20010596]
- [8] Zhang Y J. Image engineering in China: 2001 [J]. Journal of Image and Graphics, 2002, 7(5): 417-433. [章毓晋. 中国图象工程: 2001[J]. 中国图象图形学报, 2002, 7(5): 417-433.] [DOI: 10.11834/jig.200205148]
- [9] Zhang Y J. Image engineering in China: 2002 [J]. Journal of Image and Graphics, 2003, 8(5): 481-498. [章毓晋. 中国图象工程: 2002[J]. 中国图象图形学报, 2003, 8(5): 481-498.] [DOI: 10.11834/jig.200305172]
- [10] Zhang Y J. Image engineering in China: 2003 [J]. Journal of Image and Graphics, 2004, 9(5): 513-531. [章毓晋. 中国图象工程: 2003[J]. 中国图象图形学报, 2004, 9(5): 513-531.] [DOI: 10.11834/jig.20040597]
- [11] Zhang Y J. Image engineering in China: 2004 [J]. Journal of Image and Graphics, 2005, 10(5): 537-560. [章毓晋. 中国图象工程: 2004[J]. 中国图象图形学报, 2005, 10(5): 537-560.] [DOI: 10.11834/jig.200505111]
- [12] Zhang Y J. Image engineering in China: 2005 [J]. Journal of Image and Graphics, 2006, 11(5): 601-623. [章毓晋. 中国图象工程: 2005[J]. 中国图象图形学报, 2006, 11(5): 601-623.] [DOI: 10.11834/jig.200605102]
- [13] Zhang Y J. Image engineering in China: 2006 [J]. Journal of Image and Graphics, 2007, 12(5): 753-775. [章毓晋. 中国图象工程: 2006[J]. 中国图象图形学报, 2007, 12(5): 753-775.] [DOI: 10.11834/jig.20070501]
- [14] Zhang Y J. Image engineering in China: 2007 [J]. Journal of Image and Graphics, 2008, 13(5): 825-852. [章毓晋. 中国图象工程: 2007[J]. 中国图象图形学报, 2008, 13(5): 825-852.] [DOI: 10.11834/jig.20080501]
- [15] Zhang Y J. Image engineering in China: 2008 [J]. Journal of Image and Graphics, 2009, 14(5): 809-837. [章毓晋. 中国图象工程: 2008[J]. 中国图象图形学报, 2009, 14(5): 809-837.] [DOI: 10.11834/jig.20090508]
- [16] Zhang Y J. Image engineering in China: 2009 [J]. Journal of Image and Graphics, 2010, 15(5): 689-722. [章毓晋. 中国图象工程: 2009[J]. 中国图象图形学报, 2010, 15(5): 689-722.] [DOI: 10.11834/jig.20100501]
- [17] Zhang Y J. Image engineering in China: 2010 [J]. Journal of Image and Graphics, 2011, 16(5): 693-702. [章毓晋. 中国图象工程: 2010[J]. 中国图象图形学报, 2011, 16(5): 693-702.] [DOI: 10.11834/jig.20110531]
- [18] Zhang Y J. Image engineering in China: 2011 [J]. Journal of Image and Graphics, 2012, 17(5): 603-612. [章毓晋. 中国图象工程: 2011[J]. 中国图象图形学报, 2012, 17(5): 603-612.] [DOI: 10.11834/jig.20120501]
- [19] Zhang Y J. Image engineering in China: 2012 [J]. Journal of Image and Graphics, 2013, 18(5): 483-492. [章毓晋. 中国图象工程: 2012[J]. 中国图象图形学报, 2013, 18(5): 483-492.] [DOI: 10.11834/jig.20130501]
- [20] Zhang Y J. Image engineering in China: 2013 [J]. Journal of Image and Graphics, 2014, 19(5): 649-658. [章毓晋. 中国图象工程: 2013[J]. 中国图象图形学报, 2014, 19(5): 649-658.] [DOI: 10.11834/jig.20140501]
- [21] Zhang Y J. Image engineering in China: 2014 [J]. Journal of Image and Graphics, 2015, 20(5): 585-598. [章毓晋. 中国图象工程: 2014[J]. 中国图象图形学报, 2015, 20(5): 585-598.] [DOI: 10.11834/jig.20150501]
- [22] Lin B D, Zhang Q S. A Guide to the Core Journals of China [M]. Beijing: Beijing University Publishers, 1996. [林被甸, 张其苏. 中文核心期刊要目总览[M]. 北京: 北京大学出版社, 1996.]
- [23] Zhang Y J. Image engineering in China and some current research focuses [J]. Journal of Computer-Aided Design & Com-

- puter Graphics, 2002, 14(6): 489-500. [章毓晋. 中国图像工程及当前的几个研究热点[J]. 计算机辅助设计与图形学学报, 2002, 14(6): 489-500.] [DOI: 10.3321/j.issn:1003-9775.2002.06.001]
- [24] Zhang Y J, Li R. Statistical analysis on the articles and authors of "Journal of Image and Graphics" [J]. Journal of Image and Graphics, 2000, 5(1): 6-10. [章毓晋, 李睿. 对《中国图象图形学报》论文和作者的统计分析[J]. 中国图象图形学报, 2000, 5(1): 6-10.] [DOI: 10.11834/jig.20000102]
- [25] Zhang Y J, Hu F. Ten years' statistical analysis on the articles and authors of "Journal of Image and Graphics" since its first publication[J]. Journal of Image and Graphics, 2006, 11(1): 1-7. [章毓晋, 胡峰. 对《中国图象图形学报》创刊10年来文章和作者的统计分析[J]. 中国图象图形学报, 2006, 11(1): 1-7.] [DOI: 10.11834/jig.20060101]
- [26] Zhang Y J, Li R. Statistical analysis on the authors of paper cited in the survey series "Image engineering in China" [J]. Journal of Image and Graphics, 2001, 6(1): 1-5. [章毓晋, 李睿. 对“中国图象工程”综述系列里文献作者的统计分析[J]. 中国图象图形学报, 2001, 6(1): 1-5.] [DOI: 10.11834/jig.20010102]
- [27] Zhang Y J. An English-Chinese Dictionary of Image Engineering [M]. 2nd ed. Beijing: Tsinghua University Press, 2015. [章毓晋. 英汉图像工程辞典[M]. 2版. 北京: 清华大学出版社, 2015.]
- [28] Ding X D. Fundamentals of Literature Metrology [M]. Beijing: Beijing University Publishers, 1993. [丁学东. 文献计量学基础[M]. 北京: 北京大学出版社, 1993.]
- [29] Zhang Y J, Ma J. Statistic analysis of Lotka's parameters for "Journal of Image and Graphics" [J]. Journal of Image and Graphics, 2007, 12(5): 776-781. [章毓晋, 马婧. 对《中国图象图形学报》之洛特卡分布参数的统计分析[J]. 中国图象图形学报, 2007, 12(5): 776-781.] [DOI: 10.11834/jig.20070502]
- [30] Zhang Y J. Half Century for Image Segmentation [M] // Khosrow-Pour M. Encyclopedia of Information Science and Technology. 3rd ed. USA: Information Resources Management Association, 2014.
- [31] Zhang Y J. Image Segmentation [M]. Beijing: Science Press, 2001. [章毓晋. 图象分割[M]. 北京: 科学出版社, 2001.]
- [32] Zhang Y J. Advances in Image and Video Segmentation [M]. Hershey, Philadelphia, USA: IRM Press, 2006.
- [33] Zhang Y J. Subspace-Based Face Recognition [M]. Beijing: Tsinghua University Press, 2009. [章毓晋. 基于子空间的人脸识别[M]. 北京: 清华大学出版社, 2009.]
- [34] Zhang Y J. Advances in Face Image Analysis: Techniques and Technologies [M]. Hershey, Philadelphia, USA: IGI Global, 2011.
- [35] Zhang Y J. Content-Based Visual Information Retrieval [M]. Beijing: Science Publishers, 2003. [章毓晋. 基于内容的视觉信息检索[M]. 北京: 科学出版社, 2003.]
- [36] Zhang Y J. Semantic-Based Visual Information Retrieval [M]. Hershey, Philadelphia, USA: IRM Press, 2007.
- [37] Rosenfeld A. Classifying the literature related to computer vision and image analysis [J]. Computer Vision and Image Understanding, 2000, 79(2): 308-323. [DOI: 10.1006/cviu.2000.0851]
- [38] Qiu J P, Wang Y F. Bibliometrics Content Analysis [M]. Beijing: National Library Press, 2008. [邱均平, 王曰芬. 文献计量内容分析法[M]. 北京: 国家图书馆出版社, 2008.]