

中图法分类号: TN911 , TP391 文献标志码: A 文章编号: 1006-8961(2012)05-0603-10  
论文引用格式: 章毓晋. 中国图像工程: 2011 [J]. 中国图象图形学报, 2012, 17(5): 603-612

## 中国图像工程: 2011

章毓晋

清华大学电子工程系, 北京 100084

**摘要:** 该文是中国图像工程的年度文献综述系列之十七。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,并能方便地查询有关文献,从 2011 年在国内 15 种有关图像工程重要中文期刊共 134 期上发表的 3 215 篇学术研究和应用技术文献中,选取 797 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、技术应用和综述 5 个大类,然后进一步分入 23 个专业小类(与前 6 年相同)。在此基础上还进行了各期刊各类文献的统计和分析。根据统计分析结果可看到中国图像工程在 2011 年许多新进展的情况。

**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: 2011

Zhang Yujin

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

**Abstract:** This is the seventeenth annual in the survey series annual 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 reference for the editors of journals and potential authors of papers. Considering the wide distribution of related publications in China, 797 references on image engineering research and technique are selected carefully from 3 215 research papers published in 134 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 6 years). Some analysis and discussions about the statistics made on the results of classifications by journal and by category are also presented. This work shows a general and off-the-shelf picture of the various progresses of image engineering in China in 2011.

**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,可分成如下紧密联系又有区别的 3 个主要层次:图像处理、图像分析和图像理解<sup>[1]</sup>。近年来,图像工程的研究内容越来越深入,相结合的学科越来越多,

收稿日期: 2011-03-29; 修回日期: 2011-04-08

基金项目: 国家自然科学基金项目(61171118); 教育部高等学校博士学科点专项科研基金项目(SRFDP-20110002110057)

第一作者简介: 章毓晋(1954—),男,教授,博士生导师,1989 年获比利时列日大学应用科学博士学位,1989 年—1993 年为荷兰德尔夫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, 主页: http://oa.ee.tsinghua.edu.cn/~zhangyujin/

并得到越来越多学科(数学、物理、心理、生理等)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更加广泛,涉及通信、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,笔者逐年翻阅前一年发表在国内 15 种中国图像工程重要期刊<sup>[5]</sup>上有关图像工程研究应用文献,根据其内容进行了分类和统计,撰写成综述性文章(见文献[1-17])。这些文章构成了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十七,从 2011 年刊载在国内 15 种中国图像工程重要期刊上的 3 215 篇中文文献中(另有 34 篇英文文献未考虑),选出 797 篇<sup>1)</sup>有关图像工程的文献,对其进行分类和统计(包括文献选取情况,刊物刊登情况和各类别数量情况),结合分类和统计结果对 2011 年中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

当 2006 年该文献综述系列进入第 2 个 10 年时<sup>[12]</sup>,曾对该文献综述原 3 个主要目的<sup>[1-11]</sup>进行了新的讨论:

### 1) 概括中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<sup>[18]</sup>,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依据。

经过近 20 年的发展,这个目的仍没有改变。事实上,近年来科技界对期刊的关注和重视更强了,期刊文献对图像工程研究和应用的引导作用也更大了。同时由于该综述系列对学科发展趋势的分析判断与实际情况吻合<sup>[19]</sup>,且在多年实践中得到了验证,达到了目的,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是受到该专业读者特别关注的期刊<sup>[18]</sup>。因为作为一门比较新兴的学科,图像工程内容新,覆盖面广,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,以达到共同发展中国图像工程事业的目的。

随着近年许多期刊全文上网,人们获取文献的方式有所改变。现在多数人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刊物了。从这个角度来说,该系列帮助人们选择刊物的目的有一定的变化。然而需要指出,该综述系列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,特别是由于不同领域的作者有一些惯用的表述方式,使得许多技术内容相近的文献不能仅靠几个关键词来搜索,而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该学科信息在各期刊中的分布状况<sup>[18]</sup>,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[20]),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,因此要关注刊物的学术权威性和领域重点,而本工作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,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。

上述参考信息主要向两方面的人提供:从期刊编者的角度来说,虽然文献内容有了新的传播方式,该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刊物的学术权威性和覆盖的专业领域,而作

<sup>1)</sup> 797 篇文献详见本刊网站(www. cjig. cn) 2012 年第 5 期“中国图像工程: 2011 统计文献分类一览”

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。由于历史的原因和刊物的性质, 各刊物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, 选择恰当的刊物, 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<sup>[21]</sup>。

## 2 刊物选取

图像工程涉及范围广泛, 研究发展迅速, 相关刊物比较多, 文献分布也比较广。不过, 考虑到综述系列的特殊性, 过去近 20 年中对刊物选取的原则基本保持了一致<sup>[1-17]</sup>, 主要是:

- 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 指刊物内有关图像工程的文献比较集中, 一般平均每期在两篇以上。

根据上述原则选出并认定的 15 种刊物已被称为中国图像工程重要期刊<sup>[5]</sup>。该综述系列自开始以来也一直选取这些期刊作为文献源<sup>[1-17]</sup>。虽然近年来随着图像工程的迅速发展, 相关的新刊物时有出现, 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, 但是考虑到该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, 今年所选取的期刊仍与历年该综述系列选取的期刊完全相同<sup>[1-17]</sup>, 其刊名仍根据所给的缩写代号统一按拼音顺序排列如表 1 所示。

与 2010 年相比, 这 15 种刊物虽由多个不同单位(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 种刊物都不仅有印刷版, 而且其上全文文献的电子版也都可以通过“中国期刊网”获得。对读者来说, 文献更容易获取了, 同时对其统计分类了解总体情况的需要也更迫切了。

表 1 所选刊物名称和代号表

Table 1 Selected journals and their abbreviations

序号	代号	刊物名称
1	[CT]	《CT 理论与应用研究》
2	[CX]	《测绘学报》
3	[DC]	《电子测量与仪器学报》
4	[DX]	《电子学报》
5	[DxX]	《电子与信息学报》
6	[JX]	《计算机学报》
7	[MR]	《模式识别与人工智能》
8	[SC]	《数据采集与处理》
9	[TX]	《通信学报》
10	[XC]	《信号处理》
11	[YX]	《遥感学报》
12	[ZS]	《中国生物医学工程学报》
13	[ZTi]	《中国体视学与图像分析》
14	[ZTu]	《中国图象图形学报》
15	[ZX]	《自动化学报》

## 3 文献选取和分类

从上述 15 种期刊中选取有关图像工程的文献, 其选取的基本原则与本综述系列前 16 年的原则<sup>[1-17]</sup>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)、主要报道国内研究人员工作的文献;
- 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(没有包括诸如科普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 2011 年出版的期刊(未考虑增刊<sup>[3]</sup>)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 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小类<sup>[1-17]</sup>。本综述系列的第 1 个 5 年均包含 18 个小类<sup>[1-6]</sup>, 考虑到进入 21 世纪后图像工程研究出现的一些新热点, 所

以从对 2000 年的综述开始,在继承本系列分 5 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<sup>[7-11]</sup>。从对 2005 年的综述开始,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<sup>[12]</sup>。根据对 2011 年图像工程文献内容的分析,虽然有一些新类别的苗头,但基本上还可归纳在原有类别中,所以本文对文献的分类方案仍与前 6 年相同<sup>[12-17]</sup>,还是 23 个小类,具体对文献的分类情况和各类所用代号见表 2。需要指出,尽管这些年来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内容还是进行了一些充实。表 2 里名称

和内容中各名词的定义可见文献 [22]。

## 4 文献分类统计结果和讨论

根据上述的刊物和文献选取原则,本文从 2011 年出版的 15 种期刊(共 134 期)上所发表的 3215 篇文献中,选出了与图像工程有关的 797 篇文献。然后,根据如表 2 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 1 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。

表 2 文献分类表

Table 2 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、图像采集及存储、摄像机校准等)
		A2	图像重建(从投影等重建图像,间接成像等)
		A3	图像增强和恢复等(包括变换、滤波、复原、修补、置换、校正等)
		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(包括二值图处理分析等)
		B3	目标特性(颜色、纹理、形状、空间、结构、运动等)的提取分析
		B4	目标检测和识别(目标 2-D 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(3-D 表达、建模、重构或重建等)
		C3	图像感知和解释(包括语义描述、信息模型、机器学习、认知推理等)
		C4	基于内容的图像和视频检索
		C5	时空技术(高维运动分析、3-D 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
		D5	遥感、雷达、测绘
		D6	其他(不明确包含在以上各类的技术应用)
E	综述评论	E1	综述(概括图像处理/分析/理解,或综合新技术)

#### 4.1 17年图像工程文献选取和分类概况比较

表3给出从综述系列开始以来共17年间对前述15个刊物所登载的文献的数量(文献总数)、所选取的图像工程文献的数量(选取总数)和选取率(选取总数除以文献总数)以及对所选文献分五大类统计得到的结果。其中,小计和平均都是对17年进行的,5个分类栏中括号内的百分率数据为该文献数量在(当年)总选取文献数量中所占的比例。

从表3的统计数据可以看出以下特点:

1) 2011年15个刊物所登载的文献总数比2010年的文献总数略有下降。在2010年的综述中,曾对2010年15个刊物所登载的文献总数比2009年的文献总数有明显下降进行了分析,并指出了两个主要原因,一个是各刊所登载文献长度的增加导致所登载文献数量的减少,另一个是刊

登图像工程文献数量最多的《中国图象图形学报》总页数的减少。在2011年,第1个原因仍很明显,并导致尽管第2个原因有所改变(《中国图象图形学报》的总页数由2010年的1848页增加到2222页),文献总数仍略有下降。另外,《遥感学报》2011年仍对大多数文献保持同时刊登中文和英文(翻译)两个版本,所以虽然总页数达1300多页,实际有效容量并不大。

2) 在文献总数略有下降的情况下,2011年选取到的图像工程文献总数反而比2010年略有增加。今年对入选文献仍采用了与去年类似的较高门槛,认真选取了直接推动图像工程研究和应用的进展,并有较充实图像工程相关原理和技术内涵的文献,以进一步加强该综述系列对图像工程科研人员的参考作用。所以,2011年选取文献的增加还是反映了该领域的扩展。

表3 近17年图像工程文献选取和分类表

Table 3 Selection and categorization of image engineering publications over the last 17 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的比例/%)				
				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	35(23.8)	52(35.4)	14(9.52)	46(31.3)	—
1996	1205	212	17.59	52(24.5)	72(34.0)	30(14.2)	55(25.9)	3(1.42)
1997	1438	280	19.47	104(37.1)	76(27.1)	36(12.9)	60(21.4)	4(1.43)
1998	1477	306	20.72	108(35.3)	96(31.4)	28(9.15)	71(23.2)	3(0.98)
1999	2048	388	18.95	132(34.0)	137(35.3)	42(10.8)	73(18.8)	4(1.03)
2000	2117	464	21.92	165(35.6)	122(26.3)	68(14.7)	103(22.2)	6(1.29)
2001	2297	481	20.94	161(33.5)	123(25.6)	78(16.2)	115(23.9)	4(0.83)
2002	2426	545	22.46	178(32.7)	150(27.5)	77(14.3)	135(24.8)	5(0.92)
2003	2341	577	24.65	194(33.6)	153(26.5)	104(18.0)	119(20.6)	7(1.21)
2004	2473	632	25.60	235(37.2)	176(27.8)	76(12.0)	142(22.5)	3(0.47)
2005	2734	656	23.99	221(33.7)	188(28.7)	112(17.1)	131(20.0)	4(0.61)
2006	3013	711	23.60	239(33.6)	206(29.0)	116(16.3)	143(20.1)	7(0.98)
2007	3312	895	27.02	315(35.2)	237(26.5)	142(15.9)	194(21.7)	7(0.78)
2008	3359	915	27.24	269(29.4)	311(34.0)	130(14.2)	196(21.4)	9(0.98)
2009	3604	1008	27.97	312(31.0)	335(33.2)	139(13.8)	214(21.2)	8(0.79)
2010	3251	782	24.05	239(30.6)	257(32.9)	136(17.4)	146(18.7)	4(0.51)
2011	3215	797	24.79	245(30.7)	270(33.9)	118(14.8)	161(20.2)	3(0.38)
小计	41307	9796	—	3204(32.8)	2961(30.2)	1446(14.8)	1943(21.5)	81(0.83)
平均	2430	576	23.71	188	174	85	124	4.8

3) 从几个大类文献的数量和变化情况来看,各大类的数量与上一年变化不大(在总选取文献中的比例变化均不到 2%)。其中,图像处理大类基本持平,图像分析大类仍有增加(超过了总选取数的 1/3),图像理解大类有所减少,技术应用大类有所增加。需要指出,综述评论大类的文献数量又一次为历史最低。究其原因,笔者以为主要是由于图像工程领域发展迅速、研究深入、专业性更强了,涉及面更宽了,要在一篇文献中覆盖不同的图像工程层次和技术,从内容的全面性和文献的紧凑性来讲都确实有一定的难度。

#### 4.2 2011 年各刊图像工程文献刊载情况

表 4 给出了对各刊 2011 年文献选取情况和分五大类统计的具体结果。表 4 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的比。这 4 项均与各对应刊物相关。最后的文献比例是指从该刊中选取的图像工程文献数量在从所有 15 种期刊中选取的文献总数里所占的比例。另外,表中分类栏按五大类分成了 5 列,从中可看出各刊物的主要覆盖领域范围。

表 4 各刊 2011 年图像工程文献选取分类一览表

Table 4 Summary of selected image engineering publications in 2011 over 15 journals

期刊名称	选取期数	文献总数	选取数量	选取比例/%	分类					文献比例/%
					A	B	C	D	E	
CT 理论与应用研究	4	63 <sup>(1)</sup>	18	28.6	14	1	1	2	—	2.26
测绘学报	6 <sup>(2)</sup>	126	35	27.8	7	7	6	15	—	4.39
电子测量和仪器学报	12	166 <sup>(3)</sup>	30	18.1	9	8	3	10	—	3.76
电子学报	12 <sup>(4)</sup>	507	88	17.4	28	31	10	19	—	11.0
电子与信息学报	12	521	73	14.0	29	20	9	15	—	9.16
计算机学报	12	221	14	6.33	6	6	2	—	—	1.76
模式识别与人工智能	6	120	39	32.5	4	24	7	4	—	4.89
数据采集与处理	6	129	32	24.8	10	9	5	8	—	4.02
通信学报	12 <sup>(5)</sup>	269	20	7.43	11	3	—	6	—	2.51
信号处理	12	313	58	18.5	14	22	9	13	—	7.28
遥感学报	6	88 <sup>(6,7)</sup>	24	27.3	1	3	3	17	—	3.01
中国生物医学工程学报	6	151	24	15.9	10	3	4	7	—	3.01
中国体视学与图像分析	4	64 <sup>(8)</sup>	29	45.3	8	11	5	5	—	3.64
中国图象图形学报	12	314 <sup>(9)</sup>	257	81.8	77	99	45	33	3	32.2
自动化学报	12	163 <sup>(10,11)</sup>	56	34.4	17	23	9	7	—	7.03
小计	134	3 215	797	24.79	245	270	118	161	3	—

注: (1) 该刊另有 2 篇英文文献没有参与统计; (2) 该刊另有增刊一期没有参与统计; (3) 该刊另有 2 篇英文文献没有参与统计; (4) 该刊另有增刊一期没有参与统计; (5) 该刊另有增刊两期没有参与统计; (6) 该刊中文和英文(翻译)重复的文献只统计中文文献,另还有 3 篇单独的英文文献没有参与统计; (7) 该刊另有 1 篇译文文献没有参与统计; (8) 该刊另有 9 篇英文文献没有参与统计; (9) 该刊另有 2 篇英文文献没有参与统计; (10) 该刊另有 15 篇英文文献没有参与统计; (11) 没有统计该刊编辑部撤除的 1 篇

对表 4 的统计数据进行分析:

1) 各刊的选取比例给出了 2011 年对应刊物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。

由表 4 可见,一直占据榜首的《中国图象图形学报》的选取比例又有提高(超过了 4/5)。这个事实表明《中国图象图形学报》确实是图像工程的最专门的一种刊物。其他在 2011 年选取比例较高的刊物依次为《中国体视学与图像分析》,《自动化学报》和

《模式识别与人工智能》,均超过 30%。这与 2010 年的情况有所不同。

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<sup>[23]</sup>。表 4 中各刊的文献比例正好对应该刊在(15 种刊物的)图像工程文献载文中所占的比例。这些比例值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,这个文献比例很值得重视。由表 4 可见,《中国图象图形学报》的文献比例仍与过去十多年<sup>[3-17]</sup>一样保持最大。这正如文献[24]中已指出的,它说明《中国图象图形学报》在反映中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 人员提供了互相交流的最集中平台。考虑到该刊物已是一个比较成熟的刊物<sup>[25]</sup>,其对中国图像工程的重要意义是不言而喻的。接下来文献比例较高的刊物依次为《电子学报》,《电子与信息学报》和《信号处理》(与 2010 年相比,刊物未变仅顺序有调整)。考虑到图像是特殊的电子信号,这些刊物排名在前也 很好理解。再接下来文献比例较高的刊物就是《自动化学报》。事实上,《自动化学报》所刊登的图像工程文献一直较多,但前几年有很多英文文

献没有被统计进来,2011 年,英文文献数量明显减少(只有 2010 年的 1/4),所以其文献比例排名明显提前。

3) 根据文献离散律<sup>[23]</sup>,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刊物上,而其余少量文献则分散在较多的其他刊物上。从 2011 年的数据看,图像工程文献的分布也符合这个规律。由表 4 中各刊的选取数量或文献比例可见,发表在前述有最高文献比例的 5 种刊物,即《中国图象图形学报》、《电子与信息学报》、《电子学报》、《信号处理》和《自动化学报》上的图像工程文献数量是其余 10 种刊物的 2 倍。

### 4.3 2011 年各刊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,所以各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 5 给出了对 2011 年各刊所选图像工程文献进一步按表 2 所列 23 小类进行分类统计的详细结果。

为更方便和直观地看出各小类文献数量的分布情况,图 1 给出了以直方图的形式来表示表 5 中 23 小类分类统计的结果。

表 5 2011 年图像工程文献分小类统计细表

Table 5 Detailed classifications of selected image engineering publications in 2011 over 15 journals

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	9	1				1					1								1			1	
[CX]	4			1	2		4		1	2		5	2											15
[DC]	1		3	2	2	1	4		1	1	2	3					4				1	1		4
[DX]	2	4	15	3	3	1	14		2	8	7	5		1	3	1	6				3	7		3
[DxX]	6	1	9	5	4	4	4			10	6	8				1	5	3						7
[JX]	1	1	1	1		2	2		1	2	1	1			1									
[MR]			3		1		5		1	4	14	1		3	3				3		1			
[SC]		1	4	1	2	2	6				3	1	1		3		1	1			1	3		2
[TX]			5	2	4					3							1	4						1
[XC]	4		7	1	2		7		2	9	4	8			1		1	5						7
[YX]				1			2		1			3												17
[ZS]	4	6					3					4												7
[ZTi]	1	2	4			1	3	1		6	1	4			1		1							4
[ZTu]	1	5	38	13	9	11	46	3	5	29	16	26	5	2	12		3	5			5	12	8	3
[ZX]	2		12	2	1		6		1	11	5	2	1	1	4	1	2	1	1			1		2
小计	30	29	102	32	30	22	107	4	15	85	59	72	8	7	28	3	24	19	4	19	71	24		3

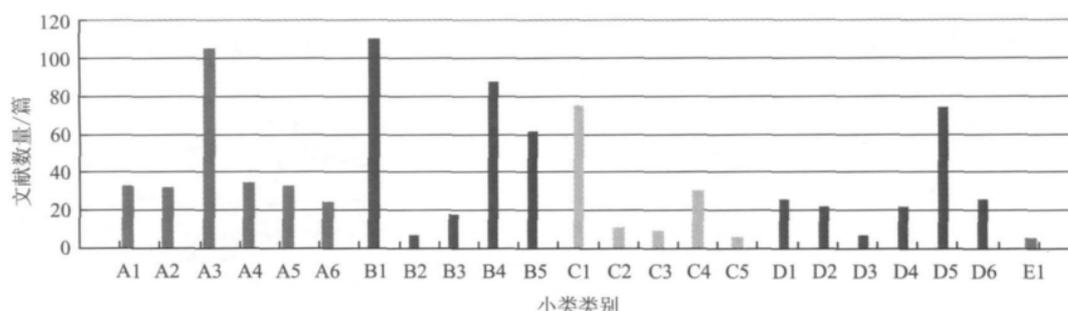


图 1 2011 年对 23 小类进行文献分类的结果

Fig. 1 Classification results for selected publications in 23 classes for 2011

通过对表 5 和图 1 统计数据进行分析并与综述系列前些年对应数据<sup>[1-17]</sup>比较可以看出:

1) 2011 年,各小类文献数量中多年排名第 1 的“B1: 图像分割和边缘检测”继续排名榜首,且其在总选取文献中所占的比例几近 1/7,达到历史最高。正如在对历年的综述中多次提到的,图像分割一直是图像分析中的一个热点和难点,具有很强的挑战性。事实上,尽管对图像分割的研究已取得了许多成果<sup>[26]</sup>,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<sup>[27]</sup>。另外在许多相关研究中,由于待分割对象或目标比较明确,利用先验知识或领域知识把一般的通用分割问题转化为对特定目标的直接检测、提取以及跟踪是一个趋势,与此有关的文献是归在“B4: 目标检测和识别”小类中的,而 2011 年该小类的文献数量排名仍保持第 3。将“B1”和“B4”两个小类的文献数量加起来,几乎是总选取文献的 1/4。所以可以说,将感兴趣目标从图像中提取出来在目前的图像工程研究中占据了最重要的地位。

2) 2011 年中在各小类文献数量中排名第 2 的仍是小类“A3: 图像增强和恢复等”。众所周知,这是一个覆盖面比较大、历史比较久的小类。从 2011 年该小类的文献内容,不仅传统的消除噪声技术仍然得到关注,近年有关图像修补/修复(inpainting)的研究结果和有关图像质量评价(包括提出一些与主观感受相一致的客观评价准则,特别是借助人类视觉特性的评价准则)文献的不断涌现,在 2010 年综述中提到的有关图像认证和取证,如(1)来源取证(相机来源取证,其他成像设备来源取证,计算机生成图像来源取证);(2)篡改取证(合成(splicing)图像取证,复制/粘贴(copy move)图像取证,重压缩图像取证);(3)隐写取证

等,其文献数量也有明显增加(其中部分利用对造假图像的分析,如各种频谱、感知和统计特性的分析的文献还被归于“B3”类)。由于图像认证和取证技术是被动鉴别技术,不像以图像水印技术等为代表的主动鉴别技术会降低图像质量且会受到各种攻击,所以近年来得到更多的关注。这也在部分程度上解释了为什么 5 年前在各小类文献数量中曾排名第 4 的“A5: 图像数字水印和图像信息隐藏”现在只能排名并列第 8。

3) 2011 年在各小类文献数量中排名第 4 的仍是小类“C1: 图像匹配融合等”,而与之密切相关的应用小类“D5: 遥感、雷达、测绘”有所上升排到了第 5。这两个密切相关的小类也代表了当前图像工程研究和应用的一个热点方向。

4) 2009 年曾排名第 1 的小类“B5: 人体生物特征提取和验证”在 2010 年中只排到了第 5,而在 2011 年中更只排到了第 6。与 2010 年类似,有关人脸识别的文献仍占据了该小类的大多数(一些基本原理和具体方法可见文献[28]),尽管更广泛的人脸图像分析研究也逐渐在开展(国际上的一些相关工作可见文献[29])。如 2010 年的综述中所指出的<sup>[17]</sup>,基于图像技术的其他人体生物特征研究还比较零星,指纹方面已基本销声匿迹,步态,人耳等还比较少,没有形成气候。这方面的研究还需要有新的动力和新的焦点。

5) 与前面小类“A5: 图像数字水印和图像信息隐藏”和“B5: 人体生物特征提取和验证”的情况类似,另一个也在 2000 年同时加入综述系列<sup>[7]</sup>的小类“C4: 基于内容的图像和视频检索”的文献数量也有所减少,排到了 10 名开外。分析起来,在基于内容的图像和视频检索中原来的典型研究内容<sup>[30]</sup>基本成熟,而在基于语义的图像和视频检索研究方

面<sup>[31]</sup>进展不够突出,同样期待新的突破。

6) 最后,2005年加入综述系列<sup>[12]</sup>的两个小类“A6:图像多分辨率处理”和“C5:时空技术”在2011年的文献数量相比2010年都有变化,但是方向不同,前者增加,后者减少,它们如何继续变化还需要拭目以待。

7) 从2011年各小类文献数量的变化来看,最早进入综述系列的小类似乎都体现出多的愈多,少的愈少的趋势。排名前5的小类(依次是B1, A3, B4, C1, D5)都比2010年有所增加,而2011年排名在后面的B2, D3, C3, C2, B3小类都比2010年有所减少。初步的分析表明人们不再仅满足于提取简单的目标特征,所以B2小类文献很少;对文字文档识别已相当成熟,新研究较少,所以D3小类有些后继无文;对图像理解的深入研究表明,简单的对景物进行重建既非总是必须的也非总是有效的,所以C2小类需要有新的研究内容和突破,或者与其他技术结合。当然,如何全面解释这些小类的变化趋势还有待于更多的统计数据和对数据更细致的分析。

## 5 结 论

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2011年在中国图像工程重要期刊上发表的797篇有关文献进行了选取、分类、统计、分析和讨论。从对统计结果的分析以及与综述系列以前相关数据<sup>[1-47]</sup>的综合比较可以看出图像工程的研究和应用在中国又有了许多新的进展。主要研究热点也有一定的变化。另外,从该文中除了可以了解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。

该综述系列除对中国图像工程的发展起到了一定的推动和引导作用外,还促进了一些相关领域综述系列的产生。这个工作对揭示中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<sup>[21]</sup>。所以,虽然这个工作随着领域的发展,涉及文献数量不断增加,统计工作量也迅速增加,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<sup>[32]</sup>),但却是很有意义的。所以,我们将

会进一步努力,将对我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. 中国图像工程: 1995 [J]. 中国图象图形学报, 1996, 1(1): 78-83.]
- [2] Zhang Y J. Image engineering in China: 1995 (Supplement) [J]. Journal of Image and Graphics, 1996, 1(2): 170-174. [章毓晋. 中国图像工程: 1995(续) [J]. 中国图象图形学报, 1996, 1(2): 170-174.]
- [3] Zhang Y J. Image engineering in China: 1996 [J]. Journal of Image and Graphics, 1997, 2(5): 336-344. [章毓晋. 中国图像工程: 1996 [J]. 中国图象图形学报, 1997, 2(5): 336-344.]
- [4] Zhang Y J. Image engineering in China: 1997 [J]. Journal of Image and Graphics, 1998, 3(5): 404-414. [章毓晋. 中国图像工程: 1997 [J]. 中国图象图形学报, 1998, 3(5): 404-414.]
- [5] Zhang Y J. Image engineering in China: 1998 [J]. Journal of Image and Graphics, 1999, 4(5): 427-438. [章毓晋. 中国图像工程: 1998 [J]. 中国图象图形学报, 1999, 4(5): 427-438.]
- [6] Zhang Y J. Image engineering in China: 1999 [J]. Journal of Image and Graphics, 2000, 5A(5): 359-373. [章毓晋. 中国图像工程: 1999 [J]. 中国图象图形学报, 2000, 5A(5): 359-373.]
- [7] Zhang Y J. Image engineering in China: 2000 [J]. Journal of Image and Graphics, 2001, 6A(5): 409-424. [章毓晋. 中国图像工程: 2000 [J]. 中国图象图形学报, 2001, 6A(5): 409-424.]
- [8] Zhang Y J. Image engineering in China: 2001 [J]. Journal of Image and Graphics, 2002, 7A(5): 417-433. [章毓晋. 中国图像工程: 2001 [J]. 中国图象图形学报, 2002, 7A(5): 417-433.]
- [9] Zhang Y J. Image engineering in China: 2002 [J]. Journal of Image and Graphics, 2003, 8A(5): 481-498. [章毓晋. 中国图像工程: 2002 [J]. 中国图象图形学报, 2003, 8A(5): 481-498.]
- [10] Zhang Y J. Image engineering in China: 2003 [J]. Journal of Image and Graphics, 2004, 9(5): 513-531. [章毓晋. 中国图像工程: 2003 [J]. 中国图象图形学报, 2004, 9(5): 513-531.]
- [11] Zhang Y J. Image engineering in China: 2004 [J]. Journal of Image and Graphics, 2005, 10(5): 537-560. [章毓晋. 中国图像工程: 2004 [J]. 中国图象图形学报, 2005, 10(5): 537-560.]
- [12] Zhang Y J. Image engineering in China: 2005 [J]. Journal of Image and Graphics, 2006, 11(5): 601-623. [章毓晋. 中国图像工程: 2005 [J]. 中国图象图形学报, 2006, 11(5):

- 601-623. ]
- [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. ]
- [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. ]
- [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. ]
- [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. ]
- [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. ]
- [18] 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. ]
- [19] Zhang Y J. Image engineering in China and some current research focus [J]. Journal of Computer-Aided Design and Graphics, 2002, 14(6): 489-500. [章毓晋. 中国图象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. ]
- [20] Zhang Y J, Li R. Statistical analysis on the articles and authors of "China Journal of Image and Graphics" [J]. Journal of Image and Graphics, 2000, 5A(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, 5A(1): 6-10. ]
- [21] 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, 6A(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, 6A(1): 1-5. ]
- [22] Zhang Y J. An English-Chinese Dictionary of Image Engineering [M]. Beijing: Tsinghua University Press, 2009. [章毓晋. 英汉图像工程辞典 [M]. 北京: 清华大学出版社, 2009. ]
- [23] 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. ]
- [24] 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. ]
- [25] Zhang Y J, Ma J. Statistic analysis of Lotka's parameters for "Chinese 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. ]
- [26] Zhang Y J. Image Segmentation [M]. Beijing: Science Publishers, 2001. [章毓晋. 图像分割 [M]. 北京: 科学出版社, 2001. ]
- [27] Zhang Y J. Advances in Image and Video Segmentation [M]. Hershey, Philadelphia, USA: IRM Press, 2006.
- [28] Zhang Y J, et al. 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. ]
- [29] Zhang Y J ed. Advances in Face Image Analysis: Techniques and Technologies [M]. Hershey, Philadelphia, USA: IGI Global, 2011.
- [30] 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. ]
- [31] Zhang Y J ed. Semantic-Based Visual Information Retrieval [M]. Hershey, Philadelphia, USA: IRM Press, 2007.
- [32] Rosenfeld A. Classifying the literature related to computer vision and image analysis [J]. Computer Vision and Image Understanding, 2000, 79(2): 308-323.