

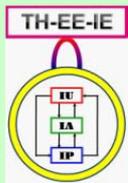


中国图象图形学学会理事大会
暨会员日（2012.1.7）

中国图象工程15年

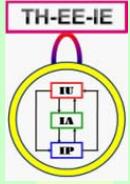
章毓晋

清华大学电子工程系



大纲

- ◆ 引言
- ◆ 图象工程
- ◆ 图象工程综述系列
- ◆ 图象工程15年进展
- ◆ 结语

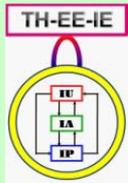


引言

图象是用各种观测系统以不同形式和手段观测客观世界而获得的，可以直接或间接作用于人眼并进而产生视知觉的实体

图象（广义/抽象） \supset 图像（狭义/具体）

"Image" rather than "picture" is often used nowadays because computers store numerical images of a picture or scene



引言

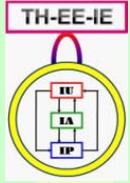
图象和信息:

人类从外界（客观世界）获得的信息约有75%来自视觉系统

图象类型:

{狭义} 单幅 \Rightarrow 序列图象, 静止 \Rightarrow 运动图象 (视频), 2-D \Rightarrow 3-D, 立体对, 多光谱, 多视场图象, 灰度 \Rightarrow 彩色, 深度, 纹理图象, ……

{广义} 图片, 动画, 绘图, 文字/档, ……



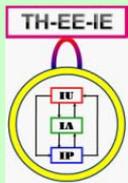
引言

图象技术:

图象技术在广义上是各种与图象有关的技术的总称

主要功能/作用包括:

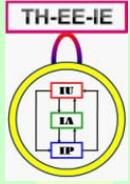
- 对图象的各种加工（见下）
- 基于加工结果的判断决策和行为规划
- 为此进行的硬件设计及制作



引言

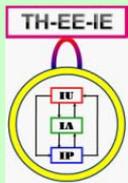
图象技术示例：

图象的采集、编码、存储、传输，合成和产生，显示和输出，变换、增强、修补/修复、校正、恢复/复原和重建，图象的分割，目标的检测、表达和描述，特征的提取和测量，序列图象的校正，3-D景物的重建复原，图象数据库的建立、索引和抽取，图象和目标的分类、表示和识别，图象模型的建立和匹配，图象和场景的解释，……



引言

- ◆ 图象技术的发展⇒图象工程学科的建立
- ◆ 图象工程（Image Engineering, IE）是为了对各种图象技术进行综合研究、集成应用而建立的整体框架
- ◆ 在过去15年中，图象工程在各个方面都得到了极大的发展
- ◆ 对图象工程发展的归纳分析⇒图象工程综述系列⇒15年统计总结



图象工程

图象技术 \Rightarrow 图象工程

图象工程：

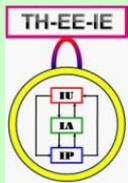
一门系统地研究各种图象理论、技术和应用的新的交叉学科，不同层次图象技术的有机结合应用

图象工程三层次：

图象处理（图象 \longrightarrow 图象）

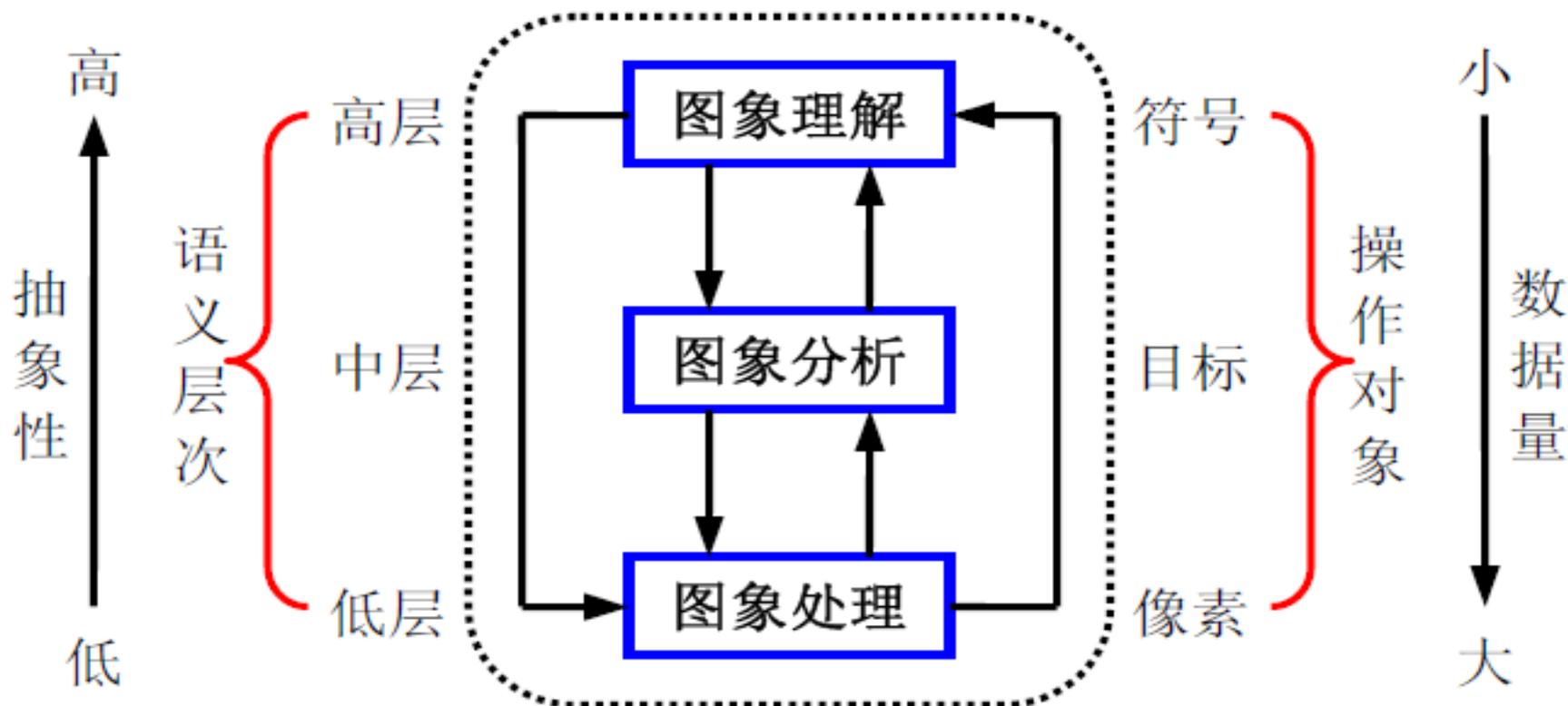
图象分析（图象 \longrightarrow 数据）

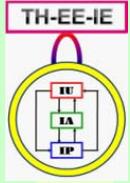
图象理解（图象 \longrightarrow 解释）



图象工程

图象工程的3个层次

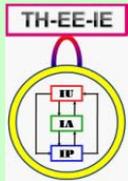




图象工程

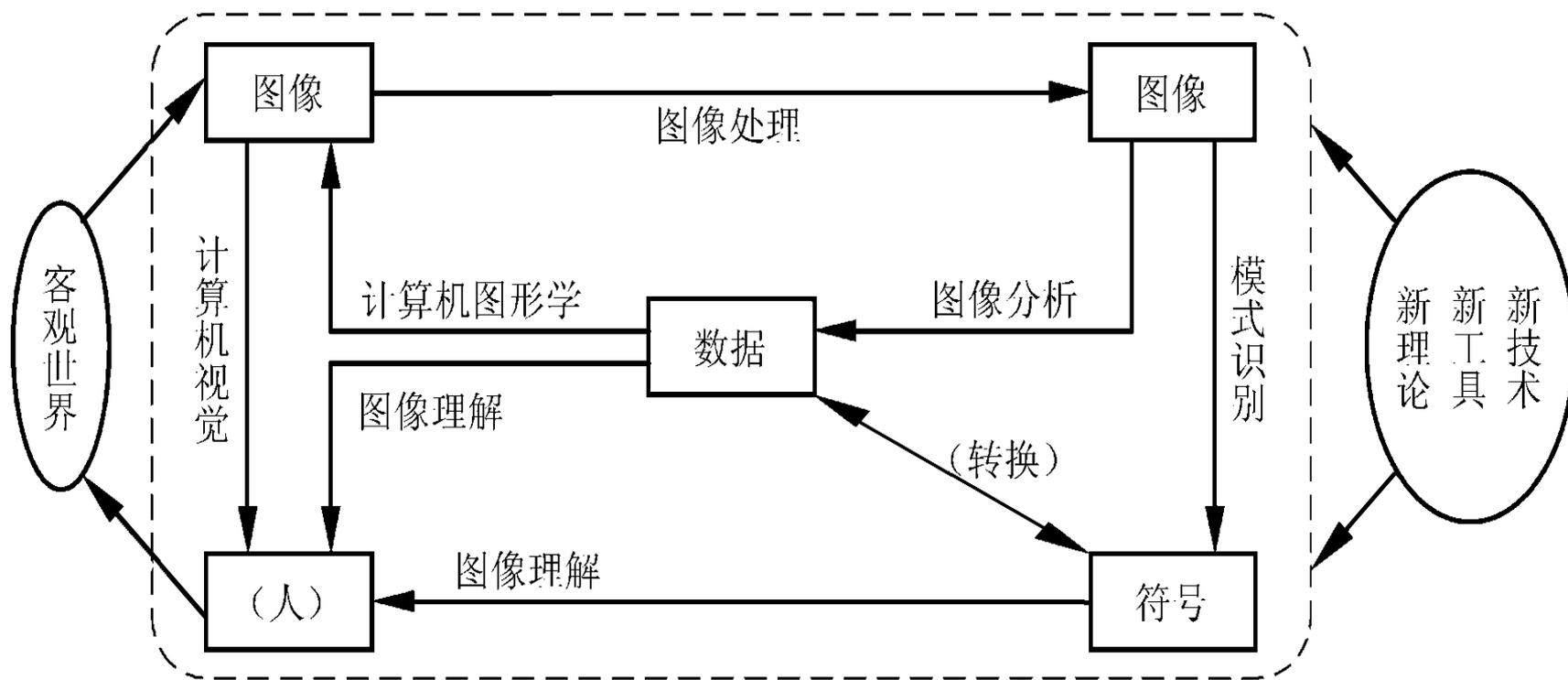
图象处理、图象分析和图象理解在抽象程度和数据量上各有特点，操作对象和语义层次各不相同

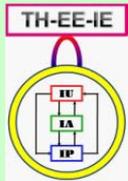
- **图象处理**是比较低层的操作，它主要在图象的象素层次上进行处理，处理的数据量非常大
- **图象分析**则进入了中层，分割和特征提取把原来以象素描述的图象转变成比较简洁的对目标的描述
- **图象理解**主要是高层操作，操作对象基本上是从描述中抽象出来的符号，其处理过程和方法与人类的思维推理有许多类似之处



图象工程

一些相关学科





图象工程综述系列

中国图象工程综述

(中国图象图形学报, 5月期)

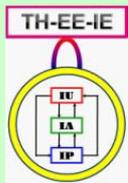
文献统计分类

已进行16年 (1996-2011)

共统计15种刊物

涉及到38092篇论文

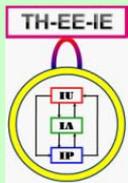
选取了8999篇论文



图象工程综述系列

图象工程期刊

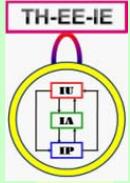
- (1) [CT]: 《CT理论与应用研究》
- (2) [CX]: 《测绘学报》
- (3) [DC]: 《电子测量与仪器学报》
- (4) [DK]: 《电子科学学刊》
- (5) [DX]: 《电子学报》
- (6) [JX]: 《计算机学报》
- (7) [MR]: 《模式识别与人工智能》
- (8) [SC]: 《数据采集与处理》
- (9) [TX]: 《通信学报》
- (10) [XC]: 《信号处理》
- (11) [YX]: 《遥感学报》
- (12) [ZS]: 《中国生物医学工程学报》
- (13) [Zti]: 《中国体视学和图象分析》
- (14) [Ztu]: 《中国图象图形学报》
- (15) [ZX]: 《自动化学报》



图象工程综述系列

前
十
年

年度	论文总数	选取总数	选取率
1995	997	147	14.7%
1996	1205	212	17.6%
1997	1438	280	19.5%
1998	1477	306	20.7%
1999	2048	388	19.0%
2000	2117	464	21.9%
2001	2297	481	20.9%
2002	2426	545	22.5%
2003	2341	577	24.7%
2004	2473	632	25.6%
平均	1816	378	21.4%



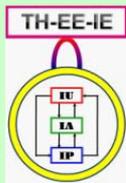
图象工程综述系列

近
五
年

年度	论文总数	选取总数	选取率
2005	2734	656	24.0%
2006	3013	717	23.6%
2007	3312	895	27.0%
2008	3359	915	27.2%
2009	3604	1008	28.0%
平均	3204	838	26.0%

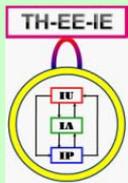
前十年 平均 **1816** **378** **21.4%**

增加 **76%** **121%** **21%**



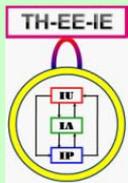
图象工程综述系列

年度	图象处理	图象分析	图象理解	技术应用
1995	35 (23.8%)	52 (35.4%)	14 (9.52%)	46 (31.3%)
1996	52 (24.5%)	72 (34.0%)	30 (14.2%)	55 (25.9%)
1997	104 (37.1%)	76 (27.1%)	36 (12.9%)	60 (21.4%)
1998	108 (35.3%)	96 (31.4%)	28 (9.15%)	71 (23.2%)
1999	132 (34.0%)	137 (35.3%)	42 (10.8%)	73 (18.8%)
2000	165 (35.6%)	122 (26.3%)	68 (14.7%)	103 (22.2%)
2001	161 (33.5%)	123 (25.6%)	78 (16.2%)	115 (23.9%)
2002	178 (32.7%)	150 (27.5%)	77 (14.3%)	135 (24.8%)
2003	194 (33.6%)	153 (26.5%)	104 (18.0%)	119 (20.6%)
2004	235 (37.2%)	176 (27.8%)	76 (12.0%)	142 (22.5%)
平均	116.9	103.5	46.6	82.3



图象工程综述系列

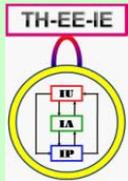
年度	图象处理	图象分析	图象理解	技术应用
2005	221 (33.7%)	188 (28.7%)	112 (17.1%)	131 (20.0%)
2006	239 (33.6%)	206 (29.0%)	116 (15.3%)	143 (20.1%)
2007	315 (35.2%)	237 (26.5%)	142 (15.9%)	194 (21.7%)
2008	269 (29.4%)	311 (34.0%)	130 (14.2%)	196 (21.4%)
2009	312 (31.0%)	335 (32.9%)	139 (13.8%)	214 (21.2%)
平均	271.2	255.4	127.8	175.6
平均	116.9	103.5	46.6	82.3
增加	131%	147%	174%	113%



图象工程综述系列

分类（1996年开始）

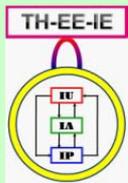
- A: 图象处理**
- A1: 图象采集和获取（成象方法、摄像机校正）
 - A2: 图象重建（从投影重建图象）
 - A3: 图象变换，滤波，增强，恢复或复原等
 - A4: 图象压缩编码（算法研究、国际标准实现）
- B: 图象分析**
- B1: 边缘检测，图象分割
 - B2: 目标表达，描述，测量（二值图处理、数学形态学方法等）
 - B3: 目标形状，纹理，空间，运动等的分析
 - B4: （2-D）目标识别，分类和提取



图象工程综述系列

分类（1996年开始）

- C: 图象理解**
- C1: （序列、立体）图象匹配、融合、镶嵌
 - C2: 3-D 建模，重构、场景恢复
 - C3: 图象感知，解释，推理
- D: 技术应用**
- D1: 硬件，（硬件）系统和快速/并行算法
 - D2: 视频，通信
 - D3: 文档（包括文字，数字，符号等）
 - D4: 生物，医学
 - D5: 遥感、雷达、测绘
 - D6: 其他
- E: 综述评论**
- E1: 综述（介绍图象处理、分析、理解或它们的综合，进展）



图象工程综述系列

2001年开始增加了**3**个小类

A: 图象处理

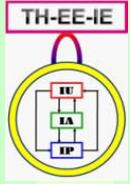
A5: 图象数字水印和图象信息隐藏

B: 图象分析

B5: 人脸和器官的检测、定位与识别

C: 图象理解

C4: 基于内容的图象和视频检索



图象工程综述系列

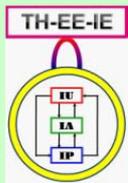
2006年开始增加了**2**个小类

A: 图象处理

A6: 图象多分辨率处理（超分辨率重建、图象分解和插值、分辨率转换等）

C: 图象理解

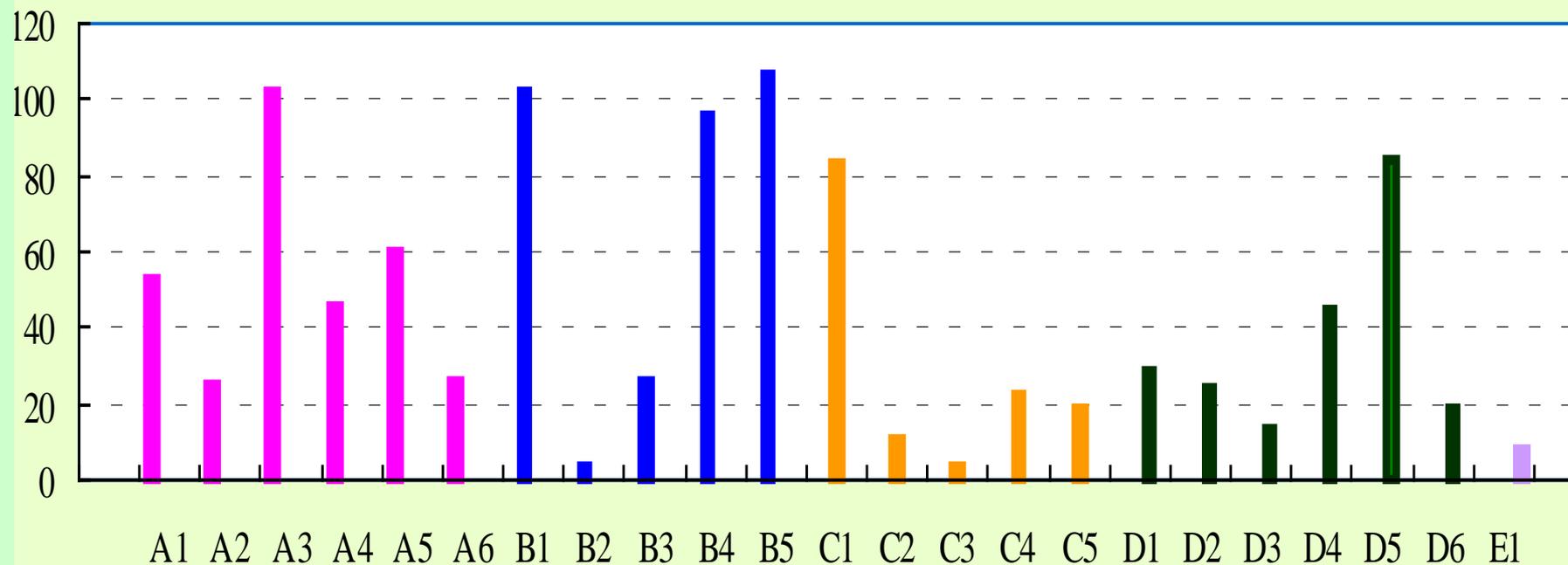
C5: 时空技术（3-D运动分析，姿态检测，对象跟踪，行为判断和理解）

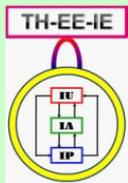


图象工程综述系列

◆ 分类结果

2009年 (#1008 / #3604) 23个小类

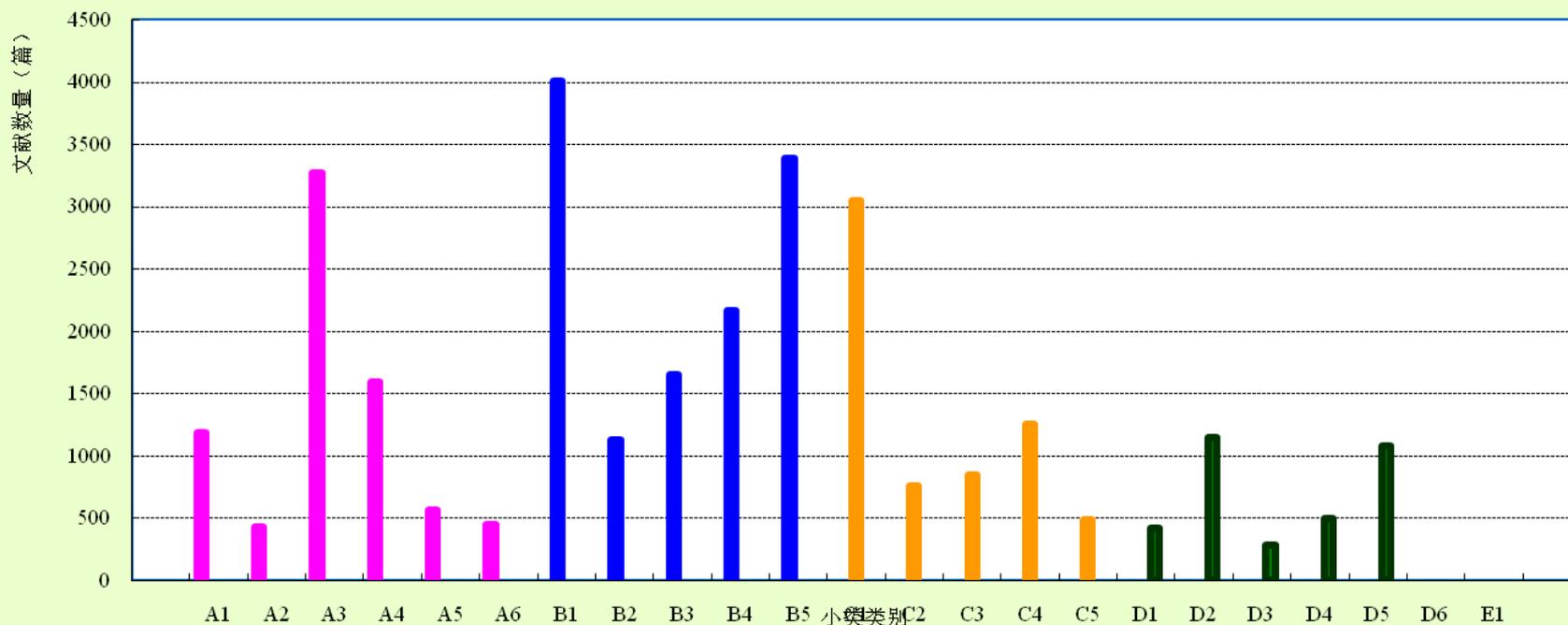


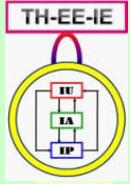


图象工程综述系列

◆ 分类结果 (Web of science (expanded))

2009年21个小类 (除D6和E1)

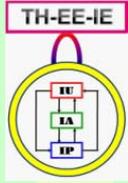




15年图象工程进展

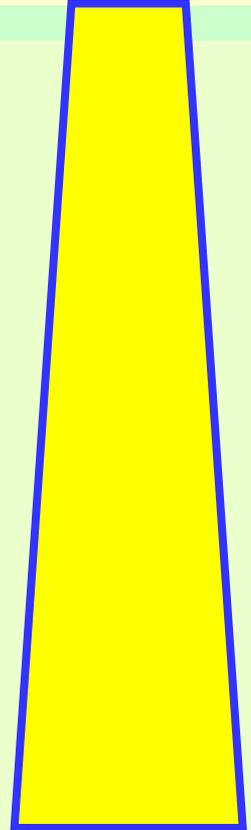
◆ 综合考虑15年所选的IE文献

- 将图象工程综述15年的数据结合起来，可获得许多有用的统计信息
- 下面的表格给出总的统计数据，其中“#Total”指在所选期刊上发表文章的总数，“#Selected”指从中选出的有关图象工程（IE）的文章总数（用于综述分类），而“选取比率”指 $\#Selected / \#Total$ ，即有关IE的文章总数与所有文章总数的比值

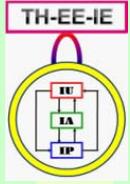


年	#T	#S	选取比率
1995	997	147	14.74
1996	1205	212	17.59
1997	1438	280	19.47
1998	1477	306	20.72
1999	2048	388	18.95
2000	2117	464	21.92
2001	2297	481	20.94
2002	2426	545	22.46
2003	2341	577	24.65
2004	2473	632	25.60
2005	2734	656	23.99
2006	3013	711	23.60
2007	3312	895	27.02
2008	3359	915	27.24
2009	3604	1008	27.97
总数	34841	8217	—
平均	2323	548	23.58

$\approx 1/7$



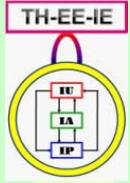
翻番



15年图象工程进展

◆ 从上表可看出以下几点:

- (1) 在所选期刊上发表的文章总数 (#T) 每年都有增加, 这表明所覆盖的整个领域 (包括图象工程) 在这个时段是不断发展的
- (2) 在所选期刊上发表的形象工程文章总数 (#S) 每年也都是增加的, 而且增加的速度或速率高于整个领域, 这表明图象工程的发展要高于整个领域的平均水平, 其研究成果在整个领域所占的比重也越来越大

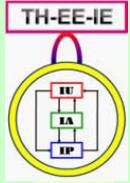


15年图象工程进展

◆ 从上表可看出以下几点:

- (3) 图象工程文章总数的增加很稳定, 相当快, 表现在“选取比率”15年中翻了番(15年前, 约7篇文章中有一篇与图象有关; 15年后, 约3.5篇文章中有一篇与图象有关)

事实上, 图象工程在电子工程, 计算机科学, 自动化等领域都越来越重要

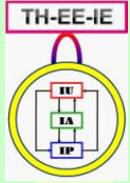


15年图象工程进展

◆ 对图象工程文章的分大类统计

➤ 将图象工程综述15年的数据分大类考虑，也可获得许多有用的统计信息

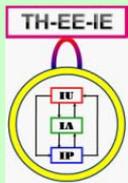
➤ 下面的表格给出分5大类（A：IP，B：IA，C：IU，D：技术应用，E：综述）的统计数据，其中“#Total”指综述所选文章的总数，“比率（%）”指从中选出的某一大类的文章数，而“#Average”指平均每年该大类文章的平均数



15年图象工程进展

◆ 对图象工程文章的分大类统计

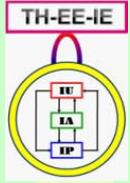
类	#T	比率 (%)	#A
A: IP	2720	33.1	181
B: IA	2434	29.6	162
C: IU	1192	14.5	79
D: TA	1797	21.9	120
E: S	74	0.90	5



15年图象工程进展

◆ 从上表可看出以下几点:

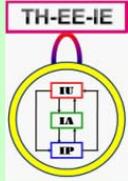
- 图象处理的文章数约占了总数的1/3，图象分析的文章数也接近总数的1/3，而图象理解和技术应用两者的文章数之和也只占了总数的1/3强
- 图象处理和图象分析是目前图象工程的主流，图象理解的研究还需要加强（也是目前的趋势）
- 在今后的综述中，对技术应用的文章选取拟考虑加强其图象技术的含量



15年图象工程进展

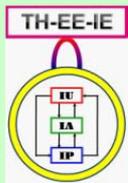
◆ 对图象工程文章的分小类统计

- 将图象工程综述15年的数据分小类考虑，也可获得许多有用的统计信息
- 下面的表格给出分23小类（1996年18类 + 2001年3类 + 2006年2类）的统计数据，其中“#Total”指综述所选文章的总数，“比率（%）”指从中选出的某一小类的文章数，而“#Average”指平均每年该小类文章的平均数



15年图象工程进展

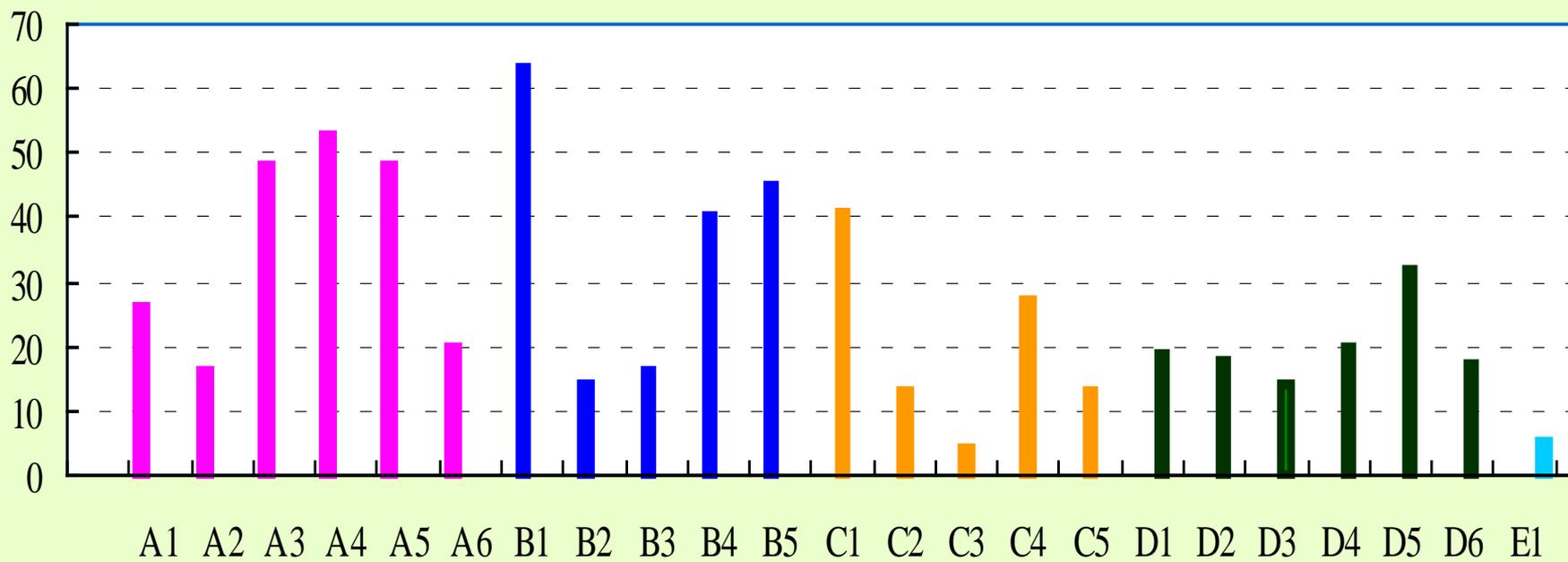
小类	#T	R (%)	#A	小类	#T	R (%)	#A
A1	391	4.76	26.1	C1	609	7.41	40.6
A2	238	2.90	15.9	C2	196	2.39	13.1
A3	714	8.69	47.6	C3	56	0.68	3.7
A4	800	9.74	53.3	C4	268	3.26	26.8
A5	479	5.83	47.9	C5	63	0.77	12.6
A6	98	1.19	19.6	D1	282	3.43	18.8
B1	945	11.5	63.0	D2	269	3.27	17.9
B2	206	2.51	13.7	D3	216	2.63	14.4
B3	234	2.85	15.6	D4	301	3.66	20.1
B4	596	7.25	39.7	D5	474	5.77	31.6
B5	453	5.51	45.4	D6	255	3.10	17
				E1	74	0.90	4.9

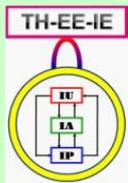


15年图象工程进展

◆ 对图象工程文章的分小类统计

15年（1995 ~ 2009）平均



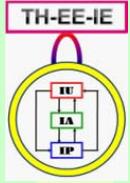


15年图象工程进展

◆ 从上图可看出以下几点:

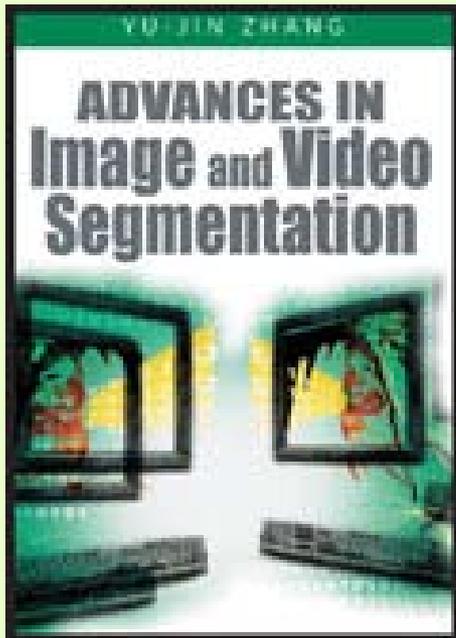
(1) B1小类排第一

长期以来，图象分割一直是图象分析中的一个热点。尽管已有很多和很大进展，由于尚无统一的理论，还有很多问题没有解决，每年仍有大量的研究文献发表（基本上仍是逐年增加）



15年图象工程进展

- Yu-Jin ZHANG (ed.).
“Advances in Image and Video Segmentation”.
IRM Press, 2006.



**Totally 51 authors from 16 countries
and regions:**

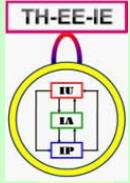
21 from Asia

20 from Europe

4 from North America

4 from South America

2 from Africa

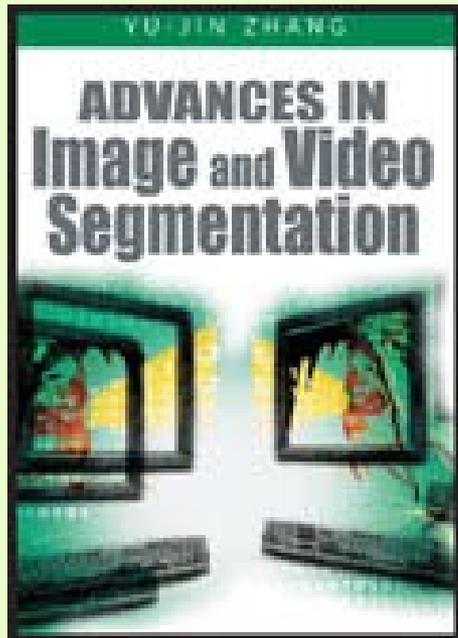


15年图象工程进展

➤ Yu-Jin ZHANG (ed.).

“Advances in Image and Video Segmentation”.

IRM Press, 2006.



20 Chapters in 6 Sections

(1) Introduction

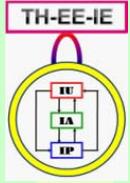
(2) Image Segmentation

(3) Video Segmentation

(4) Segmenting Particular Images

(5) Special Segmentation Applications

(6) Segmentation Evaluation

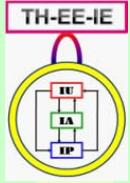


15年图象工程进展

◆ 从上图可看出以下几点:

(2) A4小类排第二

与图象分割B1小类不同，图象编码小类中的研究文献在10年前达到顶峰后逐年下降。在2009年，图象编码小类A4在23个小类中只是排名第9，其文献数量仅处于各小类的平均水平



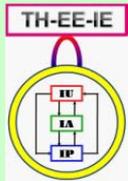
15年图象工程进展

◆ 从上图可看出以下几点:

(3) 一些小类的特殊排名

与前面两个小类不同，在“#Total”项排名第3到第8的小类并不是那些在“#Average”项排名第3到第8的小类

对一个小类，如果它在“#Average”项的排名高于它在“#Total”项的排名，则说明这个小类在近年得到的关注更高



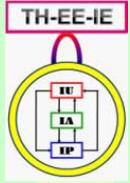
15年图象工程进展

◆ 从上图可看出以下几点:

(3) 一些小类的特殊排名

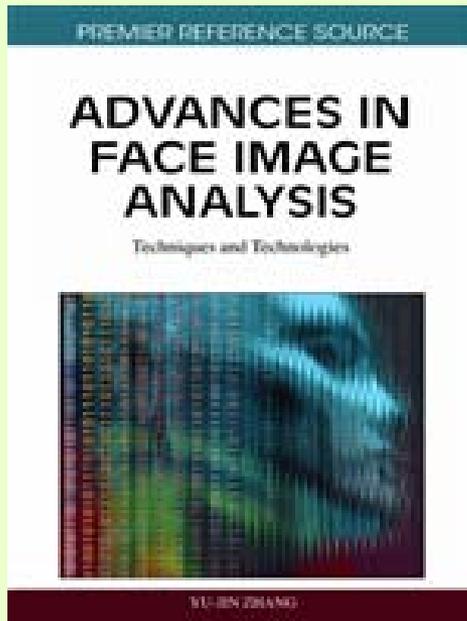
例如，小类 A5 在“#Total”项排名第 6 但在“#Average”项排名第 3。文献数量的快速增长源于近年对数字产品的知识产权保护的重视

又如，小类 B5 在 2009 年的“#Total”项排名第 1。这与身份辨识、人机交互等的需求有关。目前大部分工作是人脸识别，或更一般地人脸图象分析



15年图象工程进展

- Yu-Jin ZHANG (ed.) “Advances in Face Image Analysis -- Techniques and Technologies”. IGI Global. 2011.



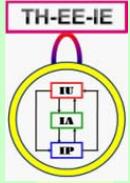
Totally 33 authors from 16 countries and regions:

10 from Asia

18 from Europe

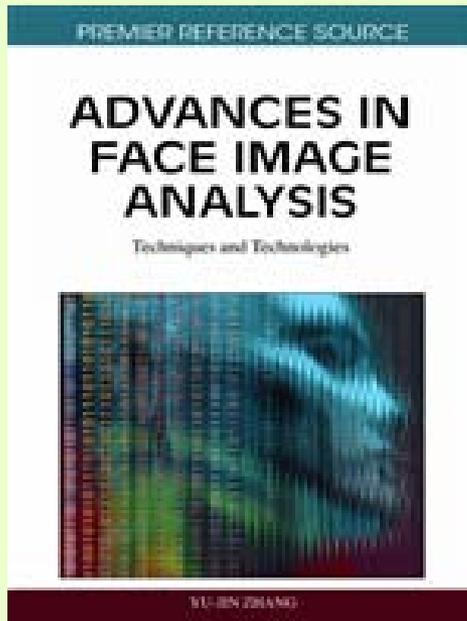
2 from North America

3 from Oceania



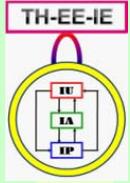
15年图象工程进展

- Yu-Jin ZHANG (ed.) “Advances in Face Image Analysis -- Techniques and Technologies”. IGI Global. 2011.



17 Chapters in 6 Sections:

- (1) Introduction and Background
- (2) Facial Feature Extraction
- (3) Feature Dimensionality Reduction
- (4) Face Recognition
- (5) Facial Expression Classification
- (6) Invariance Techniques



15年图象工程进展

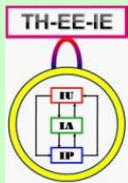
◆ 从上图可看出以下几点:

(4) 需要特别讨论的两个小类

小类A3和C1这些年在“#Total”项排名分别为第3和第4（且分别在A大类和C大类中排第一），即它们都对应已比较成熟的研究领域

但随着社会和技术的发展，一些新的图象应用使它们近些年又活跃起来了

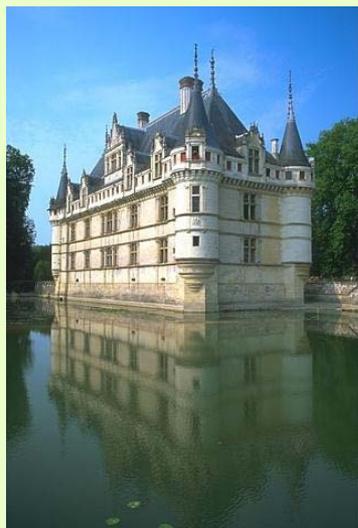
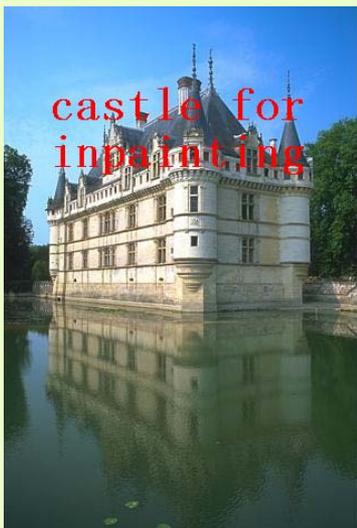
以小类A3为例

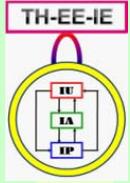


15年图象工程进展

◆ 从上图可看出以下几点:

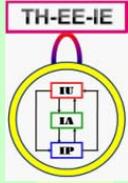
A3: 图象修复





结语

- ◆ 概述了一个有前途的学科——图象工程，她与原先的状态已有非常大的变化
- ◆ 给出了一个15年来全面的和与时俱进的图象工程进步、成熟和扩展概况
- ◆ 揭示了图象工程，特别是其不同层次和不同分支继续发展的趋势
- ◆ 提供了对进一步的研究方向、相关领域科研工作的一些有用的指导建议



谢谢大家!

- 👉 通信地址：北京清华大学电子工程系
- 👉 邮政编码：100084
- 👉 办公地址：清华大学，罗姆楼，6层305室
- 👉 办公电话：(010)62798540
- 👉 传真号码：(010)62770317
- 👉 电子邮件：zhang-yj@tsinghua.edu.cn
- 👉 个人主页：oa.ee.tsinghua.edu.cn/~zhangyujin/