

可下载教学资料

<http://www.tup.tsinghua.edu.cn>



高等学校教材
计算机科学与技术

数字图像处理

——教学指导与习题解答

李俊山 胡双演 史德琴 编著

清华大学出版社



高等学校教材
计算机科学与技术

数字图像处理 ——教学指导与习题解答

李俊山 胡双演 史德琴 编著

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书是与清华大学出版社出版的《数字图像处理》(李俊山,李旭辉编著)一书配套的辅助教材,主要内容为绪论、数字图像处理基础、图像变换、图像增强、图像恢复、图像压缩编码、图像分割及特征提取、形态学图像处理、彩色与多光谱图像处理、目标表示与描述等10章的教学指导和习题解答。教学指导部分对有关内容进行了进一步的梳理和补充说明,对重点内容进行了进一步的讲解。习题解答部分详细地给出了与各类练习题要求相适应的解答、证明或程序代码及实验结果。部分章节中还给出了与该章内容及算法配套的图像程序实例,对于学生综合理解全书内容具有重要的作用。

本书内容重点突出、分析透彻,针对性强,具有以练促理解、以练促掌握、以练提高能力的综合效用。

本书可作为高等院校电子工程、通信工程、信号与信息处理、模式识别与智能系统、生物医学工程、信息工程、计算机科学与技术、遥感等专业数字图像处理课程的配套教材和考研辅导书,同时可供从事上述学科及军事侦察、地理信息系统、机器人等相关领域的高等院校师生和科技工作人员参考。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

数字图像处理:教学指导与习题解答/李俊山,胡双演,史德琴编著. —北京:清华大学出版社,2009.8

(高等学校教材·计算机科学与技术)

ISBN 978-7-302-19667-9

I. 数… II. ①李… ②胡… ③史… III. 数字图像处理—高等学校—教学参考资料
IV. TN911.73

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 031385 号

责任编辑:丁 岭 李玮琪

责任校对:李建庄

责任印制:杨 艳

出版发行:清华大学出版社

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座

<http://www.tup.com.cn>

邮 编:100084

社 总 机:010-62770175

邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 刷 者:北京市昌平环球印刷厂

装 订 者:北京国马印刷厂

经 销:全国新华书店

开 本:185×260 印 张:10.25 字 数:245 千字

版 次:2009 年 8 月第 1 版 印 次:2009 年 8 月第 1 次印刷

印 数:1~2000

定 价:17.00 元

本书如存在文字不清、漏印、缺页、倒页、脱页等印装质量问题,请与清华大学出版社出版部联系调换。联系电话:(010)62770177 转 3103 产品编号:032409-01

编审委员会成员

(按地区排序)

清华大学	周立柱	教授
	覃 征	教授
	王建民	教授
	刘 强	副教授
	冯建华	副教授
北京大学	杨冬青	教授
	陈 钟	教授
	陈立军	副教授
北京航空航天大学	马殿富	教授
	吴超英	副教授
	姚淑珍	教授
中国人民大学	王 珊	教授
	孟小峰	教授
	陈 红	教授
北京师范大学	周明全	教授
北京交通大学	阮秋琦	教授
北京信息工程学院	孟庆昌	教授
北京科技大学	杨炳儒	教授
石油大学	陈 明	教授
天津大学	艾德才	教授
复旦大学	吴立德	教授
	吴百锋	教授
	杨卫东	副教授
华东理工大学	邵志清	教授
华东师范大学	杨宗源	教授
	应吉康	教授
东华大学	乐嘉锦	教授
上海第二工业大学	蒋川群	教授
浙江大学	吴朝晖	教授
	李善平	教授
南京大学	骆 斌	教授
南京航空航天大学	秦小麟	教授
南京理工大学	张功萱	教授

南京邮电学院	朱秀昌	教授
苏州大学	龚声蓉	教授
江苏大学	宋余庆	教授
武汉大学	何炎祥	教授
华中科技大学	刘乐善	教授
中南财经政法大学	刘腾红	教授
华中师范大学	王林平	副教授
	魏开平	副教授
	叶俊民	教授
国防科技大学	赵克佳	教授
	肖 侬	副教授
中南大学	陈松乔	教授
	刘卫国	教授
湖南大学	林亚平	教授
	邹北骥	教授
西安交通大学	沈钧毅	教授
	齐 勇	教授
长安大学	巨永峰	教授
西安石油学院	方 明	教授
西安邮电学院	陈莉君	教授
哈尔滨工业大学	郭茂祖	教授
吉林大学	徐一平	教授
	毕 强	教授
长春工程学院	沙胜贤	教授
山东大学	孟祥旭	教授
	郝兴伟	教授
山东科技大学	郑永果	教授
中山大学	潘小轰	教授
厦门大学	冯少荣	教授
福州大学	林世平	副教授
云南大学	刘惟一	教授
重庆邮电学院	王国胤	教授
西南交通大学	杨 燕	副教授

改革开放以来,特别是党的十五大以来,我国教育事业取得了举世瞩目的辉煌成就,高等教育实现了历史性的跨越,已由精英教育阶段进入国际公认的大众化教育阶段。在质量不断提高的基础上,高等教育规模取得如此快速的发展,创造了世界教育发展史上的奇迹。当前,教育工作既面临着千载难逢的良好机遇,同时也面临着前所未有的严峻挑战。社会不断增长的高等教育需求同教育供给特别是优质教育供给不足的矛盾,是现阶段教育发展面临的基本矛盾。

教育部一直十分重视高等教育质量工作。2001年8月,教育部下发了《关于加强高等学校本科教学工作,提高教学质量的若干意见》,提出了十二条加强本科教学工作提高教学质量的措施和意见。2003年6月和2004年2月,教育部分别下发了《关于启动高等学校教学质量与教学改革工程精品课程建设工作的通知》和《教育部实施精品课程建设提高高校教学质量和人才培养质量》文件,指出“高等学校教学质量和教学改革工程”是教育部正在制定的《2003—2007年教育振兴行动计划》的重要组成部分,精品课程建设是“质量工程”的重要内容之一。教育部计划用五年时间(2003—2007年)建设1500门国家级精品课程,利用现代化的教育信息技术手段将精品课程的相关内容上网并免费开放,以实现优质教学资源共享,提高高等学校教学质量和人才培养质量。

为了深入贯彻落实教育部《关于加强高等学校本科教学工作,提高教学质量的若干意见》精神,紧密配合教育部已经启动的“高等学校教学质量与教学改革工程精品课程建设工作”,在有关专家、教授的倡议和有关部门的大力支持下,我们组织并成立了“清华大学出版社教材编审委员会”(以下简称“编委会”),旨在配合教育部制定精品课程教材的出版规划,讨论并实施精品课程教材的编写与出版工作。“编委会”成员皆来自全国各类高等学校教学与科研第一线的骨干教师,其中许多教师为各校相关院、系主管教学的院长或系主任。

按照教育部的要求,“编委会”一致认为,精品课程的建设工作从开始就要坚持高标准、严要求,处于一个比较高的起点上;精品课程教材应该能够反映各高校教学改革与课程建设的需要,要有特色风格、有创新性(新体系、新内容、新手段、新思路,教材的内容体系有较高的科学创新、技术创新和理念创新的含量)、先进性(对原有的学科体系有实质性的改革和发展、顺应并符合新世纪教学发展的规律、代表并引领课程发展的趋势和方向)、示范性(教材所体现的课程体系具有较广泛的辐射性和示范性)和一定的

前瞻性。教材由个人申报或各校推荐(通过所在高校的“编委会”成员推荐),经“编委会”认真评审,最后由清华大学出版社审定出版。

目前,针对计算机类和电子信息类相关专业成立了两个“编委会”,即“清华大学出版社计算机教材编审委员会”和“清华大学出版社电子信息教材编审委员会”。首批推出的特色精品教材包括:

(1) 高等学校教材·计算机应用——高等学校各类专业,特别是非计算机专业的计算机应用类教材。

(2) 高等学校教材·计算机科学与技术——高等学校计算机相关专业的教材。

(3) 高等学校教材·电子信息——高等学校电子信息相关专业的教材。

(4) 高等学校教材·软件工程——高等学校软件工程相关专业的教材。

(5) 高等学校教材·信息管理与信息系统。

(6) 高等学校教材·财经管理与计算机应用。

清华大学出版社经过 20 多年的努力,在教材尤其是计算机和电子信息类专业教材出版方面树立了权威品牌,为我国的高等教育事业做出了重要贡献。清华版教材形成了技术准确、内容严谨的独特风格,这种风格将延续并反映在特色精品教材的建设中。

清华大学出版社教材编审委员会
E-mail: dingl@tup.tsinghua.edu.cn

“数字图像处理”是电子工程、通信工程、信号处理、模式识别与智能系统、生物医学工程、信息工程、计算机科学与技术、遥感等专业中的一门既具有很强的理论性,又具有较强实践性的专业基础课。因此,加强理论学习的系统性、注重内容理解上的综合性、增强课程实践训练的针对性、提高图像处理应用编程的速成性,是“数字图像处理”课程学习中应较好解决的问题,也是编写本书的宗旨。

本书的各章与《数字图像处理》(李俊山、李旭辉编著,清华大学出版社出版,2007年4月)一书(为了表述上的方便,在本书中将其称为“主教材”)中的各章相对应。在教学指导部分对有关内容进行了进一步的梳理和补充说明,或对该章内容进行了进一步的讲解;在习题解答部分,详细地给出了与各类练习题要求相适应的解答、证明或程序代码及实验结果。部分章节中还给出了与该章内容及算法配套的图像程序实例。本书不仅对学生在数字图像处理课程的复习和提高方面会起到指导和促进作用,而且还可作为从事数字图像处理课程教学的教师的教辅参考书。

本书可作为《数字图像处理》一书的配套辅助教材,具有以练促理解、以练促掌握、以练提高能力的综合效用。由于其文字组织上的独立性,本书也可用作学习图像处理技术人员的自学参考书,还可用于其他数字图像处理教材的辅助教材。

在本书的编写过程中,樊少云、孙李辉、孙登会、隋中山等硕士和李旭辉、杨威等博士参与了部分图像处理程序的编写验证及部分习题的解答和完善。此外,书中还引用了一些文献的思想和表述,并吸取了一些教师在教学中的反馈意见,在此一并表示衷心的感谢。

由于作者学识有限,书中难免有不当之处,敬请广大读者和专家不吝批评、指正。

李俊山

2009年元旦于第二炮兵工程学院

E-mail: lijunshan403@163.com

读者意见反馈

亲爱的读者：

感谢您一直以来对清华版计算机教材的支持和爱护。为了今后为您提供更优秀的教材，请您抽出宝贵的时间来填写下面的意见反馈表，以便我们更好地对本教材做进一步改进。同时如果您在使用本教材的过程中遇到了什么问题，或者有什么好的建议，也请您来信告诉我们。

地址：北京市海淀区双清路学研大厦 A 座 602 室 计算机与信息分社营销室 收
邮编：100084 电子信箱：jsjjc@tup.tsinghua.edu.cn
电话：010-62770175-4608/4409 邮购电话：010-62786544

教材名称：数字图像处理——教学指导与习题解答

ISBN：978-7-302-19667-9

个人资料

姓名：_____ 年龄：_____ 所在院校/专业：_____

文化程度：_____ 通信地址：_____

联系电话：_____ 电子信箱：_____

您使用本书是作为：☐指定教材 ☐选用教材 ☐辅导教材 ☐自学教材

您对本书封面设计的满意度：

☐很满意 ☐满意 ☐一般 ☐不满意 改进建议_____

您对本书印刷质量的满意度：

☐很满意 ☐满意 ☐一般 ☐不满意 改进建议_____

您对本书的总体满意度：

从语言质量角度看 ☐很满意 ☐满意 ☐一般 ☐不满意

从科技含量角度看 ☐很满意 ☐满意 ☐一般 ☐不满意

本书最令您满意的是：

☐指导明确 ☐内容充实 ☐讲解详尽 ☐实例丰富

您认为本书在哪些地方应进行修改？（可附页）

您希望本书在哪些方面进行改进？（可附页）

电子教案支持

敬爱的教师：

为了配合本课程的教学需要，本教材配有配套的电子教案(素材)，有需求的教师可以与我们的联系，我们将向使用本教材进行教学的教师免费赠送电子教案(素材)，希望有助于教学活动的开展。相关信息请拨打电话 010-62776969 或发送电子邮件至 jsjjc@tup.tsinghua.edu.cn 咨询，也可以到清华大学出版社主页(<http://www.tup.com.cn> 或 <http://www.tup.tsinghua.edu.cn>)上查询。

高等学校教材·计算机科学与技术

系列书目

书 号	书 名	作 者
9787302103400	C++ 程序设计与应用开发	朱振元等
9787302135074	C++ 语言程序设计教程	杨进才等
9787302140962	C++ 语言程序设计教程习题解答与实验指导	杨进才等
9787302124412	C 语言程序设计教程习题解答与实验指导	王敬华等
9787302162452	Delphi 程序设计教程(第 2 版)	杨长春
9787302091301	Java 面向对象程序设计教程	李发致
9787302159148	Java 程序设计基础	张晓龙等
9787302158004	Java 程序设计教程与实验	温秀梅等
9787302133957	Visual C#.NET 程序设计教程	邱锦伦等
9787302118565	Visual C++ 面向对象程序设计教程与实验	温秀梅等
9787302112952	Windows 系统安全原理与技术	薛质
9787302133940	奔腾计算机体系结构	杨厚俊等
9787302098409	操作系统实验指导——基于 Linux 内核	徐虹等
9787302118343	Linux 操作系统原理与应用	陈莉君等
9787302148807	单片机技术及系统设计	周美娟等
9787302097648	程序设计方法解析——Java 描述	沈军等
9787302086451	汇编语言程序设计教程	卜艳萍等
9787302147640	汇编语言程序设计教程(第 2 版)	卜艳萍等
9787302147626	计算机操作系统教程——核心与设计原理	范策等
9787302092568	计算机导论	袁方等
9787302137801	计算机控制——基于 MATLAB 实现	肖诗松等
9787302116134	计算机图形学原理及算法教程(Visual C++ 版)	和青芳
9787302137108	计算机网络——原理、应用和实现	王卫亚等
9787302126539	计算机网络安全	刘远生等
9787302116790	计算机网络实验	杨金生
9787302153511	计算机网络实验教程	李馥娟等
9787302143093	计算机网络实验指导	崔鑫等
9787302118664	计算机网络基础教程	康辉
9787302139201	计算机系统结构	周立等
9787302134398	计算机原理简明教程	王铁峰等
9787302111467	计算机组成原理教程	张代远
9787302130666	离散数学	李俊锋等
9787302104292	人工智能(AI)程序设计(面向对象语言)	雷英杰等
9787302141006	人工智能教程	金聪等
9787302136064	人工智能与专家系统导论	马鸣远
9787302093442	人机交互技术——原理与应用	孟祥旭等
9787302129066	软件工程	叶俊民

书 号	书 名	作 者
9787302162315	软件体系结构设计	李千目等
9787302117186	数据结构——Java 语言描述	朱战立
9787302093589	数据结构(C 语言描述)	徐孝凯等
9787302093596	数据结构(C 语言描述)学习指导与习题解答	徐孝凯等
9787302079606	数据结构(面向对象语言描述)	朱振元等
9787302099840	数据结构教程	李春葆
9787302108269	数据结构教程上机实验指导	李春葆
9787302108634	数据结构教程学习指导	李春葆
9787302112518	数据库系统与应用(SQL Server)	赵致格
9787302149699	数据库管理与编程技术	何玉洁
9787302155409	数据库技术——设计与应用实例	岳昆
9787302160151	数据库系统教程	苑森森等
9787302106319	数据挖掘原理与算法	毛国君
9787302126492	数字图像处理与分析	龚声蓉
	数字图像处理与图像通信	蓝章礼
9787302146032	数字图像处理	李俊山等
9787302146032	数字图像处理	李俊山等
9787302124375	算法设计与分析	吕国英
9787302103653	算法与数据结构	陈媛
9787302150343	UNIX 系统应用编程	姜建国等
9787302136767	网络编程技术及应用	谭献海
9787302150503	网络存储导论	姜宁康等
9787302148845	网络设备配置与管理	甘刚等
9787302071310	微处理器(CPU)的结构与性能	易建勋
9787302109013	微机原理、汇编与接口技术	朱定华
9787302140689	微机原理、汇编与接口技术学习指导	朱定华
9787302145257	微机原理、汇编与接口技术实验教程	朱定华
9787302128250	微机原理与接口技术	郭兰英
9787302084471	信息安全数学基础	陈恭亮
9787302128793	信息对抗与网络安全	贺雪晨
9787302112358	组合理论及其应用	李凡长
9787302154211	离散数学	吴晟 等

第 1 章 绪论	1
1.1 内容解析	1
1.2 习题 1 解答	1
第 2 章 数字图像处理基础	4
2.1 内容解析	4
2.1.1 图像的表达	4
2.1.2 图像的视觉特性	5
2.1.3 图像的分辨率	5
2.1.4 图像的灰度直方图及其特征	6
2.1.5 图像的显示与图像的文件格式	7
2.2 习题 2 解答	8
2.3 图像显示程序	13
第 3 章 图像变换	33
3.1 内容解析	33
3.1.1 离散傅里叶变换	33
3.1.2 离散余弦变换	35
3.1.3 小波变换	35
3.2 习题 3 解答	37
第 4 章 图像增强	42
4.1 内容解析	42
4.1.1 空间域图像增强方法	42
4.1.2 直方图均衡化方法分析	42
4.1.3 卷积与相关	44

4.2	习题 4 解答	44
4.3	图像增强处理程序	50
第 5 章	图像恢复	66
5.1	内容解析	66
5.1.1	传统意义上的退化图像恢复问题	66
5.1.2	图像失真的校正	67
5.1.3	被噪声污染图像的恢复	67
5.2	习题 5 解答	67
第 6 章	图像压缩编码	71
6.1	内容解析	71
6.1.1	图像编码方法	71
6.1.2	嵌入式编码方法的图像传输特性	72
6.1.3	正交变换与量化后系数的编排顺序	72
6.1.4	峰值信噪比	74
6.2	习题 6 解答	75
6.3	图像编码程序	88
第 7 章	图像分割及特征提取	95
7.1	内容解析	95
7.1.1	图像分割方法	95
7.1.2	图像分割评价	96
7.2	习题 7 解答	96
第 8 章	形态学图像处理	103
8.1	内容解析	103
8.1.1	数学形态学图像处理方法的基本思想	103
8.1.2	形态学图像处理方法中的有关问题	103
8.2	习题 8 解答	104
第 9 章	彩色与多光谱图像处理	120
9.1	内容解析	120
9.1.1	彩色模型及应用	120
9.1.2	真彩色、伪彩色及假彩色	122
9.1.3	彩色图像分割	124
9.2	习题 9 解答	124

第 10 章 目标表示与描述	136
10.1 内容解析	136
10.1.1 边界表示与边界描述的有关问题	136
10.1.2 基于统计方法的图像纹理描述	136
10.2 习题 10 解答	138
参考文献	148

绪 论

本章介绍了数字图像处理的基本概念和数字图像处理系统的组成,给出了图像处理技术研究的基本内容和基本思路,并通过对图像处理技术在国民经济、军事和国防建设等领域广泛应用的介绍,说明学习和掌握图像处理技术的重要性。

1.1 内 容 解 析

本章的学习要点如下:

(1) 掌握数字图像处理的相关概念,重点是狭义的图像处理与图像分析的区别与联系。除主教材内容外,下面的习题解答实际上给出了系统的归纳和总结。

(2) 建立数字图像处理系统的整机概念。同时应特别关注图像感知与获取的概念及其所隐喻的广泛技术领域。

(3) 从图像处理技术研究的内容与图像处理技术广泛应用的结合上,激发学习数字图像处理这门课程的激情和兴趣。

需要注意的是,图像处理与图像分析的区别及联系是从狭义的图像处理观点出发给出的。本书最终给出的图像处理概念应是广义的。即图像处理不仅包括了输入和输出都是图像的低级处理,而且也包括输入是图像,输出是对输入图像的描述这样的高一级处理。

1.2 习 题 1 解 答

1.1 解释下列术语。

(1) 图像:是指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的视觉系统而产生的视知觉的实体。

(2) 数字图像:为了便于用计算机对图像进行处理,通过将二维连续(模拟)图像在空间上离散化,也即采样,并同时将二维连续图像的幅值等间隔地划分成多个等级(层次),也即均匀量化,以此来用二维数字阵列表示其中各个像素的空间位置和每个像素的灰度级数(灰度值)的图像形式称为数字图像。

(3) 图像处理:是指对图像信息进行加工以满足人的视觉或应用需求的行为。

(4) 数字图像处理: 是指利用计算机技术或其他数字技术, 对图像信息进行某些数学运算及各种加工处理, 以改善图像的视觉效果和提高图像实用性的技术。

(5) 图像分析: 通过对图像中不同对象进行分割来对图像中目标进行分类和识别的技术。

(6) 图像感知与获取: 是指将景物转换成计算机可以接受的数字图像的过程。

1.2 图像处理的基本特征是什么?

答: 系统的输入和输出都是图像是图像处理的基本特征。

1.3 图像分析的基本特征是什么?

答: 当系统的输入是图像, 输出是对输入图像中的某些特征进行描述的信息时, 该系统即为图像分析系统。系统的输入是图像, 输出是对输入图像的描述信息即看做是图像分析的基本特征。

1.4 图像分析的目的是什么?

答: 是缩减对图像的描述, 以使其更适合于计算机处理及对不同目标的分类。

1.5 请简述图像处理低级阶段与图像处理高级阶段的关系。

答: 图像的低级处理阶段和高一级的处理阶段是相互关联和有一定重叠性的。图像的低级处理是高级处理的基础, 如果没有诸如去除图像噪声、图像增强等这样的图像低级处理过程, 就难以从图像中提取有意义的目标信息。进一步讲, 要对图像进行高级的处理, 必须先对图像进行预处理(低级处理)。图像的高级处理是数字图像处理与分析的目的, 因为只有高级的处理才能推动图像技术在国民经济众多领域的应用, 才能体现数字图像处理技术的真正价值。

1.6 在数字技术高度发展的今天, 一个数字图像处理系统主要由哪几部分组成? 各部分的功用是什么?

答: 主要由图像获取设备、专用图像处理设备或装配有图像处理软件的计算机、图像输出设备等组成。图像获取设备可以是图像数字扫描仪、数码摄像机等。图像输出设备可以是显示图像的显示器、进行图像打印输出的打印机、记录图像信息的存储设备等。

1.7 数字图像处理技术研究的基本内容包括哪些?

答: 包括图像变换、图像增强、图像恢复、图像压缩编码、图像特征提取、形态学图像处理等方法。彩色图像、多光谱图像和高光谱图像的处理技术沿用了前述的基本图像处理技术, 也发展出了一些特有的图像处理技术和方法。

1.8 简述研究图像增强的基本思路。

答: 基本思路是, 或简单地突出图像中感兴趣的特征, 或想方设法显现图像中那些模糊了的细节, 以使图像更清晰地被显示或更适合于人或机器的处理与分析。

1.9 简述研究图像恢复的基本思路。

答: 基本思路是, 从图像退化的数学或概率模型出发, 研究改进图像的外观, 从而使恢复以后的图像尽可能地反映原始图像的本来面目, 从而获得与景物真实面貌相像的图像。

1.10 简述研究图像压缩编码的基本思路。

答: 基本思路是, 在不损失图像质量(或以人的视觉为标准, 或以处理应用的目的为标准)或少损失图像质量的前提下, 尽可能地减少图像的存储量, 以满足图像存储和实时传输的应用需求。

1.11 简述研究图像变换的基本思路。

答：基本思路是通过数学方法和图像变换算法对图像的某种变换，以便简化图像进一步处理的过程，或在进一步的图像处理中获得更好的处理效果。

1.12 简述研究图像分割的基本目的。

答：基本目的是找出便于区分和描述一幅图像中背景和目标的方法，以方便图像中感兴趣目标的提取和描述。

1.13 简述研究图像的表述和描述的目的。

答：基本目的是找出有意义的、符号化的、形式化的，对图像中的某些特征和目标进行定性和定量描述的方法，以便给识别出的目标赋予更规范化的描述和解释。

1.14 简述数字图像处理技术有哪些应用？

答：数字图像处理技术已经遍布国民经济、军事和国防建设的各个领域。典型的应用有天文和宇宙探测、气象预报、遥感应用、军事情报获取及目标识别、生物分析与医学诊断、图像与视频通信、工业生产、侦缉破案、考古等。

1.15 简述一个你所熟悉的图像处理的应用实例。

答：比如，医学上用B超检测仪对人体器官病变的检查和诊断。