

黄 智 编著

图象处理和识别 实用程序库

天津科学技术出版社

图象处理与识别实用程序库

黄 智 编著

天津科学技术出版社

责任编辑：徐彤

责任编辑：徐彤

图象处理与识别实用程序库

黄 智 编著

*

天津科学技术出版社出版

天津市赤峰道130号

天津新华印刷一厂印刷

新华书店天津发行所发行

*

开本850×1168毫米 印张10.625 插页16

1989年11月第1版

1989年11月第1次印刷

印数：1-3,500

ISBN 7-5308-0482-0 / TP · 16 定价：7.80元

内 容 简 介

本书是图象信息处理及数字信号处理的工具书。书中给出关于图象处理和识别基本技术的实用程序 79 个。分为十章，依次为图象正交变换、图象增强、图象复原、图象定位、边缘与边界探测、图象分割、纹理特征计算、二值图象处理、几何特征计算及基本运算。书中程序易读、易修改，并附有实验结果，以使读者理解、掌握使用方法。

本书可作为计算机信息处理、人工智能、自动化、遥感、生物医学工程等有关专业的科研人员、工程技术人员、大专院校师生的参考用书。

序 言

图象处理和识别是计算机应用技术的一个重要方面，在人工智能、工业自动化、生物医疗工程、卫星遥感等众多领域中占有极重要的地位。

近年来，图象处理和识别的研究在我国受到了广泛的重视，取得了卓有成效的进展。已经开始走上实用化的阶段。

图象处理和识别涉及学科较多。包括数学、信息论、模式识别、运筹学、生物学、生理学和计算机科学等多种学科，是一种多学科交叉应用技术。

本书将图象处理和识别的基本技术编写成计算机程序，汇集成册，介绍给读者。目的在于为该领域的科研人员，工程技术人员及有关专业的大专院校师生提供一本实用参考书。

本书共有79个程序，包括十章。依次为：图象正交变换、图象增强、图象复原、图象定位、边缘与边界探测、图象分割、纹理特征计算、二值图象处理、几何特征计算及基本运算。

程序采用Fortran77编写，凡配有通用Fortran77的计算机系统都可使用本书的应用程序。

程序包括功能、方法简介，使用说明，参考文献，子程序，实验结果六个部分。本书讲究实用性，力图使读者在具有较少基础知识的情况下，能够学会使用程序。书中的程序具有易读、易懂、易修改的特点。

全部程序都在VAX-11/780机上调试通过。并经实际图象处理系统实验，工作正常。

本书出版前承天津大学王兆华教授审阅，提出了许多宝贵意见，在此表示衷心感谢。

由于水平有限，书中错误与不妥之处恳请读者批评指正。

编 者

1987年

目 录

第一章 图象正交变换.....(1)

- 第一节 傅里叶变换.....(2)
- 第二节 Walsh-Hadamard 变换.....(12)
- 第三节 Haar 变换.....(22)
- 第四节 Slant 变换.....(34)
- 第五节 余弦变换.....(50)
- 第六节 对数变换.....(62)

第二章 图象增强.....(65)

- 第一节 直方图均衡化.....(66)
- 第二节 直方图规定化.....(69)
- 第三节 邻域平均法.....(73)
- 第四节 迭代平滑法之一.....(75)
- 第五节 迭代平滑法之二.....(80)
- 第六节 迭代法图象增强.....(84)
- 第七节 滞后平滑法之一.....(87)
- 第八节 滞后平滑法之二.....(92)
- 第九节 频域低通滤波.....(97)
- 第十节 频域高通滤波.....(104)
- 第十一节 频域带通滤波.....(109)

第三章 图象复原.....(117)

- 第一节 反向滤波器法.....(118)
- 第二节 最小均方复原.....

6.2 其它型式的数据存储格式	(37)
§ 7 数字图象的几何变换	(39)
7.1 图象几何变换原理	(40)
7.2 坐标变换	(41)
7.3 灰度插值	(43)

第二部分 数字图象的显示、存储与打印

引 言

附送本基型设备图零整 全图一套

第三章 微机图象处理系统开发环境	(47)
------------------------	------

§ 1 概 述	(47)
---------------	------

§ 2 基本硬件环境	(47)
------------------	------

2.1 CPU	(47)
---------------	------

2.2 PC 机图形显示适配器	(49)
-----------------------	------

§ 3 基本软件环境	(58)
------------------	------

3.1 DOS 操作系统	(58)
--------------------	------

3.2 MS-Windows 窗口操作环境	(58)
-----------------------------	------

3.3 MS-C 编程环境	(59)
---------------------	------

3.4 Turbo-C 和 Borland-C++ 语言	(60)
------------------------------------	------

§ 4 PC 机图象处理系统的专用部件和专用设备	(60)
--------------------------------	------

4.1 图象采集卡与 CCD 摄像头	(61)
--------------------------	------

4.2 扫描仪	(61)
---------------	------

4.3 专用图象输出设备	(62)
--------------------	------

4.4 多媒体产品	(62)
-----------------	------

4.5 PC 机常用图象软件简介	(62)
------------------------	------

§ 5 PC 图象处理系统总体方案设计	(63)
---------------------------	------

5.1 PC 图象处理系统的硬件配置	(63)
--------------------------	------

5.2 PC 图象处理系统的软件运行环境和开发环境的选择	(65)
------------------------------------	------

5.3 示范图象处理软件的系统结构	(66)
-------------------------	------

第四章 图象显示	(68)
----------------	------

§ 1 Turbo-C 和 Borland-C++ 语言系列的图形函数库简介	(68)
--	------

§ 2 VGA 图象显示模块	(68)
----------------------	------

2.1 程序清单	(68)
----------------	------

2.2 程序说明	(74)
----------------	------

2.3 图象处理程序的内存模式	(76)
-----------------------	------

2.4 VGA 图象显示模块的设计考虑	(77)
---------------------------	------

§ 3 图象采集卡驱动模块	(80)
---------------------	------

3.1 图象采集卡及其低层驱动程序	(80)
-------------------------	------

0000	3.2	图象采集与显示程序	(112)
0000	第五章	图象存储	(118)
0000	§1	概 述	(118)
0000	§2	PCX 图形文件格式和 PCX 文件读写模块	(118)
0000	2.1	PCX/PCC 文件头	(119)
0000	2.2	PCX 文件调色板	(122)
0000	2.3	有限行程长度编码压缩	(123)
0000	2.4	PCX 文件读写模块函数说明	(124)
0000	2.5	PCX 文件读写模块存在的问题	(126)
0000	§3	TIFF 图象文件格式和 TIFF 文件读写模块	(146)
0000	3.1	引 言	(146)
0000	3.2	TIFF 图象文件结构	(147)
0000	3.3	TIFF 数据压缩和 TIFF 文件分类简介	(153)
0000	3.4	图象数据压缩方法	(154)
0000	3.5	TIFF 文件读写模块函数简介	(161)
0000	第六章	图象打印输出	(172)
0000	§1	概 述	(172)
0000	§2	点阵打印机图象输出	(172)
0000	2.1	阈值法	(173)
0000	2.2	模式法	(173)
0000	2.3	抖动法	(175)
0000	§3	图象打印程序	(176)
0000	3.1	注意事项	(176)
0000	3.2	图象打印程序函数简要说明	(178)

第三部分 典型图象处理算法

0000	引 言	(187)
0000	第七章 点处理	(191)
0000	§1 概 述	(191)
0000	§2 直方图	(191)
0000	§3 查找表	(192)
0000	§4 图象亮度调整	(193)
0000	§5 图象亮度反置	(195)
0000	§6 图象阈值化	(195)
	§7 对比度拉伸	(195)
	§8 伪彩色处理	(200)
	§9 直方图函数说明	(201)

第八节	直方图统计参量计算·····	(313)
第九节	统计参量变换·····	(316)
第十节	坐标变换·····	(318)
第十一节	图象的卷积·····	(322)
第十二节	图象的相关·····	(325)
附录	·····	(328)
一、	关于程序库的几点说明·····	(328)
二、	子程序索引·····	(329)

第一部分 数字图象处理基本知识

这一部分向不熟悉数字图象处理的读者介绍数字图象处理的基本概念与基本原理。掌握这些知识是正确使用图象处理系统的前提,也是自行开发特定功能的图象处理软件必备的基础。

本部分包括两章,第一章集中阐明数字图象处理有关基本概念,包括:数字图象与一般(模拟)图象的共性与差异,图象与图形有共性与差异,处理的含义及图象处理所包含的基本内容。

第二章全面地介绍了常用数字图象处理方法的基本原理,包括:图象数字化的概念与方法,直方图的概念与直方图处理,空域上的各种图象处理方法,变换域上的各种图象处理方法,图象的几何变换原理与方法以及图象的数据结构等。

因而提高了计算速度。

表1-1列出了本章给出的变换子程序。这些子程序分别根据不同的快速算法写成。一般正交变换图象需经对数变换后才便于观察，因此灰度对数变换子程序也在这里给出。对于K-L变换，由于没有相应的快速算法，故未给出。需要的读者可参阅相应的数值计算方法。

第一节 傅里叶变换

一、功能

求输入图象的傅里叶变换图象。子程序可完成正变换、反变换及光学傅里叶变换（即变换图象的直流分量位于图象中心）。子程序分别给出变换图象的实数及虚数部分。

二、方法简介

傅里叶变换是信号处理中的一种重要变换。在理论及实践上都有重要意义。这里给出的只是同子程序有关的，离散傅里叶变换的简介。详细的讨论可参阅文献^[1]。

1. 定义

1) 一维离散傅里叶变换

设： $f(x)$ 为离散输入数据

$F(u)$ 为 $f(x)$ 离散的傅里叶变换

则傅里叶变换对由下式给出：

正变换：

$$F(u) = \frac{1}{\sqrt{N}} \sum_{x=0}^{N-1} f(x) W^{xu} \quad (1)$$

$$u = 0, 1, \dots, N-1$$

反变换：

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{N}} \sum_{u=0}^{N-1} F(u) W^{-xu}$$

$$x = 0, 1, \dots, N-1$$

其中: $W = \exp(-j \frac{2\pi}{N})$

2) 二维离散的傅里叶变换

设: $f(x, y)$ 为输入图象方阵

$F(u, v)$ 为 $f(x, y)$ 的离散的傅里叶变换

则傅里叶变换对由下式给出:

正变换:

$$F(u, v) = \frac{1}{\sqrt{MN}} \sum_{x=0}^{M-1} \sum_{y=0}^{N-1} f(x, y) W_1^{ux} W_2^{vy} \quad (2)$$

$$u = 0, 1, \dots, M-1$$

$$v = 0, 1, \dots, N-1$$

反变换:

$$f(x, y) = \frac{1}{\sqrt{MN}} \sum_{u=0}^{M-1} \sum_{v=0}^{N-1} F(u, v) W_1^{-ux} W_2^{-vy} \quad (3)$$

$$x = 0, 1, \dots, M-1$$

$$y = 0, 1, \dots, N-1$$

其中: $W_1 = \exp(-j \frac{2\pi}{M})$; $W_2 = \exp(-j \frac{2\pi}{N})$

2. 快速傅里叶变换 (FFT)

在实际计算中, 二维变换通常是通过逐次一维变换实现的。因此这里只介绍一维变换。FFT的基本方法是通过分解基函数 (即(1)式中 W)、或者说通过分解由 W 所构成的变换矩阵, 使变换中的某些计算可以共用或反复使用, 从而提高了计算效率。FFT一般可分为时域定序法及频域定序法两种。子程序采用由 Snade 等人提出的频域定序法。输入数据按自然顺序排列, 计算后再对结果重新定序。图1-1给出了 $N = 8$ 时的计算流程。

图1-1中的流程可推广至 $N = 2^P$ 维 (P 为正整数)。当 N 为任意正整数时FFT算法可参阅文献[1]。

表 1.1 图象处理方式比较

方 式	处理速度	灵 活 性	精 度	再现性
光 学	快	中	中	中
照 片	快	差	差	差
录 象	快	中	差	中
数 字	慢	好	好	好

3 图象处理与计算机图形学

图象处理与计算机图形学是两个相关的领域,这两个领域不论从概念上或从实用方面来看,都是各自独立发展起来的。但这两个领域往往又是初学者难于分清的一般来说,计算机图形学是研究根据给定的描述(如数学公式或数据等),用计算机生成相应的图形、图象的领域,所生成的图形、图象可以显示在屏幕上,硬拷贝输出或作为数据集存在计算机中,而图象处理则是研究以二维数组型式给出的图象数据,按特定的目的,用计算机对数据作加工处理,以图象数据或某种描述作为结果输出的一个领域。表 1.2 及图 1.2 总结出了二者之间的差别。

应该注意到,图象处理所得到的处理结果(由计算机输出的结果)有两种形式。这两种形式

表 1.2 图象处理与计算机图形学的区别

输入 \ 输出	图形、图象	描 述
图形、图象	狭义图象处理 (改善象质 图象变换)	图象分析与识别
描 述	计算机图形学	

也就对应于两类图象处理。一类是以二维数组型式输入,仍以二维数组型式输出的,即一种由“图象→图象”的处理,其目的主要是改善图象质量(如提高清晰度,消除畸变、噪音等等)。这类处理一般称狭义图象处理。图 1.3 给出了这类处理的一个例子。另一类是以二维数组型式输入,以从输入二维数组所代表的图象中的提取出的特征,用描述型式输出,即一种由“图象→描述”的处理,这类处理叫图象分析与识别。图 1.4 给出了这类处理的一个例子。上述两类处理统称图象处理。

图象处理与计算机图形学两个领域之间往往引起混淆。其原因就在于随着应用领域的不断不断扩大,跨两个领域的应用不断增多。例如,在图形学领域中,随着计算机辅助设计(CAD)技术的发展,出现了把以往常用手工完成的线条图的跟踪工作改为用图纸识别技术,以实现自动化的动向。而图纸识别技术就需要用到把图纸看作二维数组所表示的图象的图象识别技术。再如图象分析中研究三维信息提取时,三维物体模型的描述正是沿用了计算机图形学中所惯用的描述方法。而且,当计算机图形学发展到生成浓淡图时,浓淡图的数据结构就是借用了传统的图象数据结构。当图象处理扩展到分析提取图象特征时,特征的描述又采用了各种常用的图形数据描述方法。这种图象处理与计算机图形两个领域相互借鉴,相互渗透的发展趋势,使得这两个各自独立发展起来的领域,界线越来越显得模糊不清了。

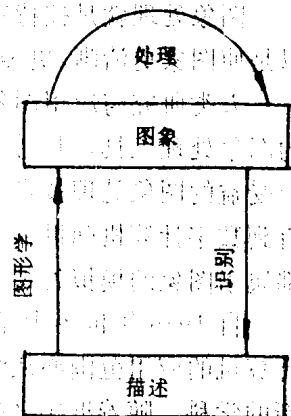


图 1.2 图象处理与计算机图形学的关系

$$W_1^{-x} W_2^{-y} \quad (5)$$

$$x = 0, 1, \dots, M-1; y = 0, 1, \dots, N-1$$

由该子程序可直接得到模拟的光学傅里叶变换。

三、使用说明

1. 子程序语句

SUBROUTINE FFT(SR, SI, DR, DI, IX, IY, ST, CT,
LBR, ISM, ITY)

SUBROUTINE FFTI(BR, BI, IL, ST, CT)

SUBROUTINE CSTAB(ST, CT, IL, ITY)

SUBROUTINE BRTAB(LBR, IL)

SUBROUTINE BINRV(BC, IL, LB)

2. 哑元说明

输入参量

SR(IX, IY) 实型二维数组、输入图象的实数部分

SI(IX, IY) 实型二维数组、输入图象的虚数部分

IX, IY 整变量、X及Y方向上的象素个数

ISM 整变量、ISM = IX + IY

ITY 整变量、变换类型选择开关

$$ITY = \begin{cases} 1 \text{ 正变换} \\ -1 \text{ 反变换} \end{cases} \left. \vphantom{\begin{matrix} 1 \\ -1 \end{matrix}} \right\} \text{正常}$$

$$\begin{cases} 2 \text{ 正变换} \\ -2 \text{ 反变换} \end{cases} \left. \vphantom{\begin{matrix} 2 \\ -2 \end{matrix}} \right\} \text{模拟光学傅里叶变换}$$

IL 整变量、数据长度

LB(IL) 整型一维数组、二进制逆序表

输出参量

DR(IX, IY) 实型二维数组、输出图象的实数部分

DI(IX, IY) 实型二维数组、输出图象的虚数部分

输入、输出参量

BR(IL) 实型一维数组、数据的实数部分

BI(IL) 实型一维数组, 数据的虚数部分

BC(IL) 实型一维数组, 输入及输出数据

工作单元

ST(ISM) 实型一维数组、存放正弦数表

CT(ISM) 实型一维数组、存放余弦数表

LBR(ISM) 整型一维数组、存放二进制逆序数表

3. 使用子程序FFT及子程序FFTI, 数据长度必须满足下列条件。

$$IX = 2^p, IY = 2^q$$

$$LX = 2^p$$

其中 p, q 为正整数。

4. 计算中使用了正弦、余弦及二进制逆序数表, 目的是提高速度。

5. 子程序FFT调用下列子程序:

1) CSTAB 计算正弦、余弦数表

2) BRTAB 计算二进制逆序数表

3) FFTI 计算一维傅里叶变换

4) BINRV 对数据按逆序表作置换

四、参考文献

1. E.O.Brigham, 《The Fast Fourier Transform》
Prentice-Hall, 1974

2. J.W.Colley等, “What is the fast Fourier transform”, IEEE Trans on Audio and Electroacoustics, Vol AU-15, 1967, 45—55页

3. 姚庆栋、王兆华等, 《图象编码基础》, 人民邮电出版社, 1984, 113—120页

五、子程序