

# 微型机图象系统、原理和应用

中国科学院电子学研究所

储留大等编写

中国科学院电子学研究所图象信息室

北京科海总公司培训中心

一九八七年十二月



# 微型机图象系统、原理和应用

中国科学院电子学研究所

储留大等编写



中国科学院电子学研究所图象信息室

北京科海总公司培训中心

一九八七年十二月

8810385

## 编 者 的 话

〈微型机图象系统、原理和应用〉是基于中国科学院电子学研究所生物学电子学组部分科研工作上的总结,也是作者的研究组开发了的各种图象处理系统的工作汇总,作者根据自己的实践介绍了多种微机图象系统、图象处理技术和各种软件的开发,这些在国内资料中是不多见的。

本文中关于PCVISION图象系统的工作,作者本人,丁晓鸿、柴振明教授的研究 生姚威、陈筱英等作了大量的程序设计和各种测试;何良、姚威等给出了他们所作的论文研究工作的摘要,陈筱英、陈晓红、章明、甄为华、贺春雷对各种图象系统手册进行了翻译;柴振明教授一直十分关心本组的研究和开发工作。

本书仅是一种总结性的讲义,有待进一步整理和重写,对其不足和错误之处愿听到读者们的批评指正。本书可供入门者阅读,也可与同行们商探。

图象硬件软件系统研究和开发目前已在 新成立的图象、信息与系统实验室中得到了新的发展。

• 编者 •

## 绪 言

数字图象处理和分析技术已是一门成熟的二维信号处理技术。它起源于：(1) 人类要求改善图象信息的质量；(2) 视频信号的传输通讯；(3) 对图象数据的分析和识别的应用要求。随着计算机技术的发展，数字图象处理和分析技术已广泛地被应用于通讯、生物医学、工业和军事设备等各个方面。它是计算机技术、电视光学技术、数学分析方法等相结合的多学科综合技术。

数字图象处理从硬件结构来看，已由基本的串行结构发展成平行处理结构，由单处理器发展成多处理器系统，或带阵列处理器的高速系统。随着大规模集成电路的迅速发展，出现了速度高、体积小、容量大的VLSI (Very Large Scale Integrated Circuit) 数字图象处理系统，FFT，卷积，滤波快速处理硬件模块已进入了系统。

数字图象处理的软件，已有各种成熟的程序库。数字图象分析，也已有多种类型的分析技术。随着不同的应用学科和不同的研究对象，软件设计有其侧重，如对卫星和遥感技术图象，主要研究因地球自转造成的扭曲校正，以及所得图象的各种分类算法；对气象云图，主要对云图的速度、方向作配准定位预报分析；对显微图片，则偏重于分析结果，要求解决测量、概率计算以及模式识别等各种要求；而在医学方面，则是图象的重建和改进图象质量，便于诊断检查和治疗等等。

IBM PC/AT + PCVISION的图象系统，是一种串行式的基本结构；它体积小，价格低，可在多个方面得到开发应用的微机图象系统。本文中由科学院电子所生物医学电子学组研制的软件，可在一定方向上作进一步二次开发应用。软件包括下列三个方面：

### 一、IBM PC——PCVISION宏汇编接口程序

- ①系统初始化；
- ②图象输入方式控制：连续，单帧及冻结；
- ③图象显示控制；
- ④帧存储器读写和开窗；
- ⑤伪彩色控制；
- ⑥图象与图形的重迭；
- ⑦字符的生成；
- ⑧数字化仪与图象帧存相接口。
- ⑨膨胀和腐蚀等。

### 二、数字图象处理FORTRAN77库

- ①图象的灰度变换；
- ②放大；
- ③旋转；
- ④边界检测；
- ⑤多种滤波；

- ⑥中值滤波;
- ⑦增强
- ⑧统计
- ⑨直方图计算;
- ⑩细化;
- ⑪文件处理;
- ⑫伪彩色设置;
- ⑬三维绘图;
- ⑭图形和文字处理;

### 三、图象的演示程序

为了说明接口和图象软件库的功能,设计了IBM FORTRAN77为主体,与宏汇编联合使用的演示程序,它采用了结构模块式,使用方便,除可演示外,可作应用。

本文中对已有大量书籍和资料的内容不再重复,对新入门者请参考下列两书:

“数字图象处理”, [美] A. 罗申非尔特等著

“数字图象处理” [美] P. C 岗萨雷斯等著

文中用了三章篇幅介绍了图象系统的结构,图象的伪彩色技术及图象处理和分析的应用和实践,并且收集了有关的研究论文。在附录中,尽可能地给出了资料,这些资料都是与图象系统及图象技术有关的。更详细的资料因时间仓促,希望有机会直接与读者们商讨。

# 目 录

编者的话

目录

绪言

|                               |        |
|-------------------------------|--------|
| 第一章 图象处理系统综述 .....            | ( 1 )  |
| § 1.1 串行结构 .....              | ( 1 )  |
| § 1.2 SIMD结构 .....            | ( 3 )  |
| § 1.3 MIMD结构 .....            | ( 4 )  |
| § 1.4 VLSI结构 .....            | ( 4 )  |
| 第二章 伪彩色处理及应用 .....            | ( 6 )  |
| § 2.1 计算机内的色彩表示法 .....        | ( 6 )  |
| § 2.2 彩色图象的存储和显示 .....        | ( 8 )  |
| § 2.3 灰度变换表及功能 .....          | ( 9 )  |
| 第三章 图象处理及分析技术 .....           | ( 11 ) |
| § 3.1 用于图象处理中的几种滤波器 .....     | ( 11 ) |
| § 3.1.1 汉宁滤波器 .....           | ( 11 ) |
| § 3.1.2 汉明滤波器 .....           | ( 11 ) |
| § 3.1.3 高斯滤波器 .....           | ( 12 ) |
| § 3.1.4 带通滤波器 .....           | ( 12 ) |
| § 3.1.5 高斯—拉普拉斯滤波器 .....      | ( 13 ) |
| § 3.2 边界检测 .....              | ( 13 ) |
| § 3.2.1 梯度法 .....             | ( 14 ) |
| § 3.2.2 高斯—拉普拉斯滤波器法 .....     | ( 14 ) |
| § 3.2.3 二次方向导数法 .....         | ( 16 ) |
| § 3.3 图象分析技术 .....            | ( 19 ) |
| § 3.3.1 绪言 .....              | ( 19 ) |
| § 3.3.2 用互相关法作细胞配准计数的实验 ..... | ( 21 ) |
| 第四章 几种微机图象系统的性能和应用 .....      | ( 23 ) |
| § 4.0 综述 .....                | ( 23 ) |
| § 4.1 图象系统的工作原理 .....         | ( 23 ) |
| § 4.2 微机图象系统的应用 .....         | ( 24 ) |

|                                        |                   |
|----------------------------------------|-------------------|
| § 4.3 几种常见的微机图象系统性能比较                  | ( 24 )            |
| § 4.4 软件研制                             | ( 25 )            |
| § 4.5 PIP微机图象板性能指标                     | ( 27 )            |
| § 4.5.1 PIP微机图象板性能指标                   | ( 27 )            |
| § 4.5.2 PIP图象板功能说明                     | ( 29 )            |
| § 4.5.3 输入和变换                          | ( 30 )            |
| § 4.5.4 输入查找表 (ILUT)                   | ( 30 )            |
| § 4.5.5 帧存储器                           | ( 31 )            |
| § 4.5.6 变焦放大模式                         | ( 33 )            |
| § 4.5.7 视频输出                           | ( 33 )            |
| § 4.6 MVP-AT全彩色图象系统                    | ( 34 )            |
| § 4.6.1 系统概述                           | ( 34 )            |
| § 4.6.2 存储器模块                          | ( 35 )            |
| 1. 帧存中的运算器                             | ( 35 )            |
| 2. 主机如何访问帧存                            | ( 37 )            |
| § 4.6.3 图形模块                           | ( 38 )            |
| § 4.6.4 直方图模块                          | ( 39 )            |
| § 4.6.5 输入模块                           | ( 40 )            |
| § 4.6.6 显示模块                           | ( 40 )            |
| § 4.7 图象帧存储器DT2853介绍                   | ( 40 )            |
| § 4.7.1 特点                             | ( 40 )            |
| § 4.7.2 概述                             | ( 40 )            |
| § 4.7.3 正方形像元处理                        | ( 41 )            |
| § 4.7.4 视频同步                           | ( 41 )            |
| § 4.7.5 图象帧存贮器                         | ( 41 )            |
| § 4.7.6 变换表处理器                         | ( 41 )            |
| § 4.7.7 视频输出和游标                        | ( 42 )            |
| <b>第五章 应用和研究</b>                       | ( 43 )            |
| 1. 姊妹染色单体交换的计算机自动检测分析                  | (何良) ( 43 )       |
| 2. CT图象系列的三维重建                         | (何良) (柯丹群) ( 45 ) |
| 3. 微机图象系统在洪水调查的航空实时遥感中的应用              | (储留大, 陈晓红) ( 47 ) |
| 4. 红血球和疟原虫的计算机自动识别和计数                  | (储留大) ( 49 )      |
| 5. 增强型PCVISION交互式图象系统结构原理及软件的开发        | (姚威) ( 51 )       |
| <b>第六章 IBM PC/AT + PCVISION图象系统和软件</b> | ( 56 )            |
| § 6.1 硬件系统                             | ( 56 )            |
| § 6.2 PC VISION的技术指标                   | ( 57 )            |
| § 6.3 PC VISION工作原理                    | ( 57 )            |

|        |                                  |        |
|--------|----------------------------------|--------|
| § 6.4  | 显示格式                             | ( 58 ) |
| § 6.5  | PCVISION帧存地址选择和开关设置              | ( 58 ) |
| § 6.6  | 关于图象同步方式开关的选择                    | ( 59 ) |
| § 6.7  | 帧存储器板上的寄存器基地址设置                  | ( 60 ) |
| § 6.8  | 宏汇编接口程序的说明                       | ( 61 ) |
| § 6.9  | FORTRAN图象库软件的说明                  | ( 62 ) |
| § 6.10 | 软件调用格式和要求                        | ( 63 ) |
| § 6.11 | 演示程序的使用和说明                       | ( 63 ) |
| 附录1    | IBM PC/AT宏汇编接口库                  | ( 65 ) |
| 1.1    | IBM PC/AT+PCVISION宏汇编接口程序目录表     | ( 65 ) |
| 1.2    | 宏汇编接口程序                          | ( 65 ) |
| 附录2    | IBM PC/AT+PCVISION图象库            | ( 74 ) |
| 2.1    | 图象库目录表                           | ( 74 ) |
| 2.2    | FORTRAN 77库                      | ( 75 ) |
| 附录3    | IBM PC/AT+PCVISION演示程序DEMOCOL的说明 | (102)  |
| 附录4    | 一种IBM PC/AT兼容机主机系统板的结构和性能        | (106)  |
| 附录5    | KD4030A数字化仪的原理和性能                | (109)  |
| 附录6    | PCVISION图象板的简介                   | (116)  |
| 附录7    | IBM PC/AT串并行适配器性能                | (130)  |
| 附录8    | 主机和图象系统电源功率说明                    | (132)  |

## 第一章 图象处理系统综述

本章中图象处理系统指不包括主机在内的图象硬件结构系统。它随着大规模集成电路的发展而得到了迅速的发展。目前文献中有如下分类:

- (1) 串行结构(可带有专用协处理器);
- (2) 单指令多数据流结构(SIMD);
- (3) 多指令多数据流结构(MIMD);
- (4) VLSI结构

### § 1.1 串行结构

这是最常用的已商品化的图象处理结构。但从广义上讲,包括流水线结构(pipe-lined)或采用协处理器,即协处理器有固定的功能时也看作是串行结构,因为在处理图象数据时,每个硬件单位都顺序处理数据,其优点是系统价格经济,可用高级语言有效地进行程序设计,主要缺点是速度受到限制。图1.1中IBM PC AT为主机时所采用的PCVISION伪彩色图象板,它是一个典型的、最基本的串行结构图。它由美国IMAGING TECHNOLOGY INCORPORATION生产。图1.2是由美国Data Translation生产的带有帧协处理器的微机图象系统;它由二块单独插板构成,一块是图1.2(a)中所示的

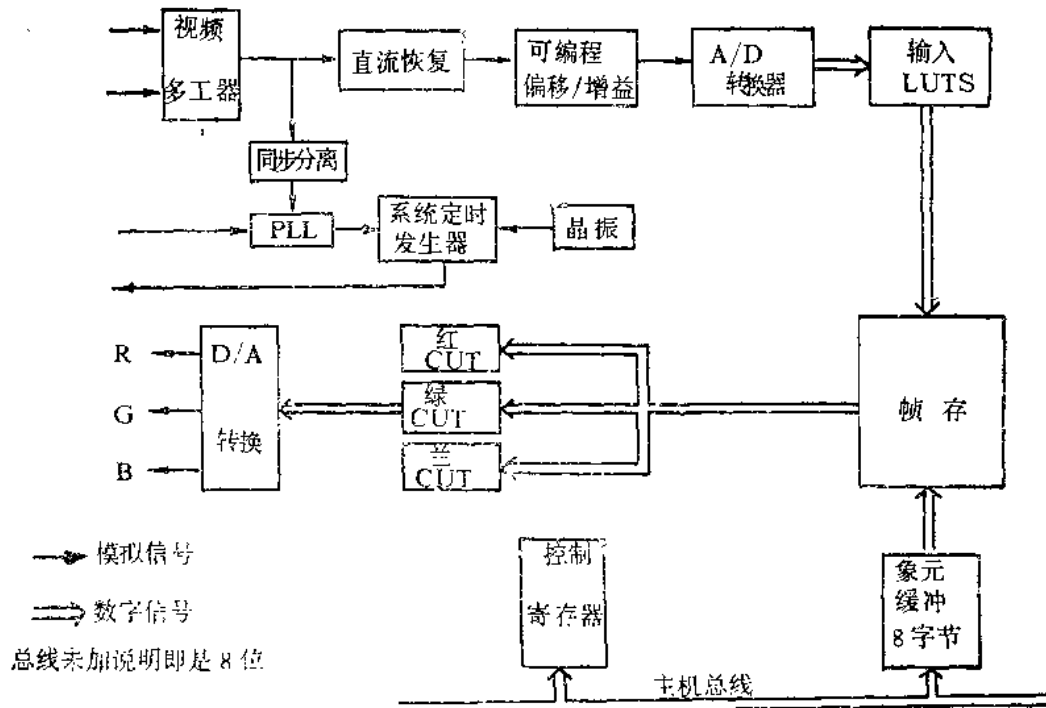


图 1.1 PCVISION 帧存储器 (美国 IMAGE TECH 生产)

DT2851, 它主要功能是图象的取样, 量化, 帧存和显示, 而与其相匹配另一块板为图 1.2 (b) 中的DT2858, 它含有帧存, 并且用了一个16位的ALU作为帧存数据的处理器, 并且有快速除法逻辑及各种图象翻转、放大及漫游控制的逻辑模块, 使处理的速度得以大大提高。

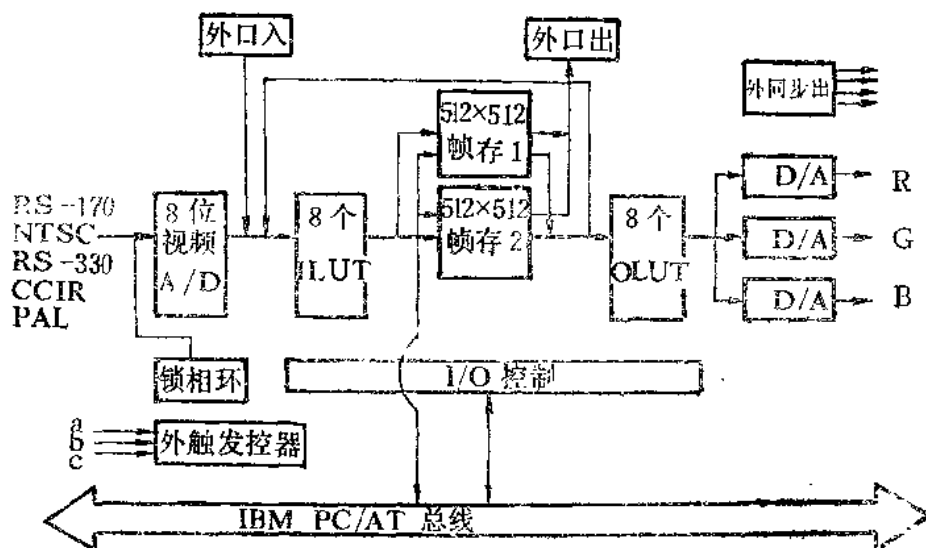


图 1.2 (a) DT2851 图象帧存储器

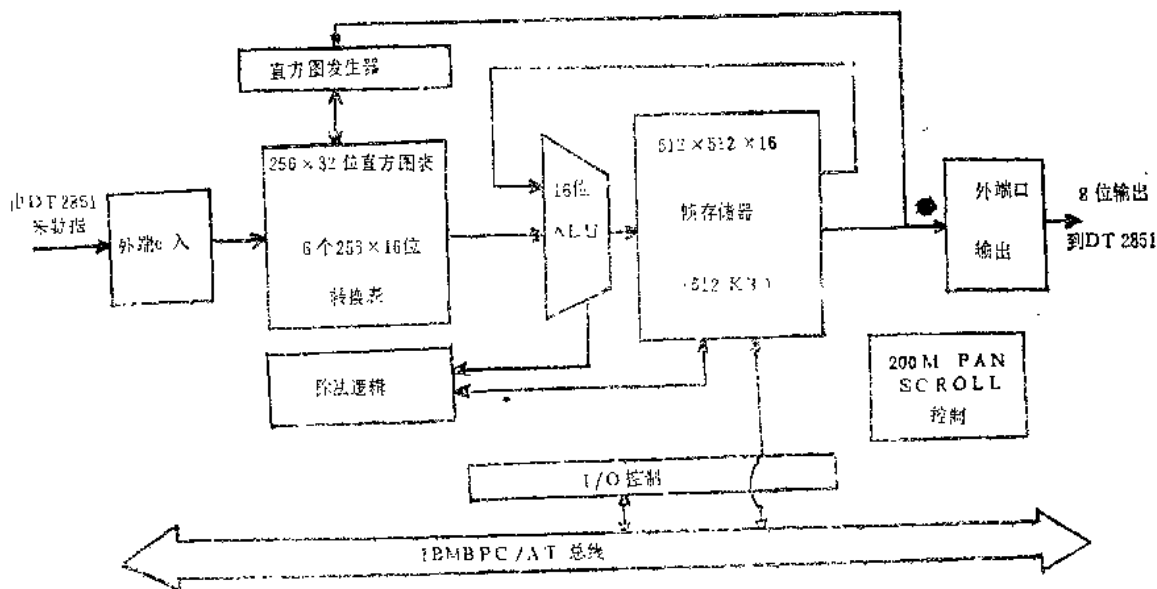


图 1.2 (b)

在基本串行结构中, 因图象的数据量大, 图象处理速度受到限制。仅靠主机处理图象时, 常常要进行大量卷积、乘法运算, 在这方面传统的单处理器结构就没有多处理器结构优越。由英国 Manchester 大学设计、英国 Joyce-Loebel 公司生产的 Magiscan 图象分析仪就在提高速度方面改进了硬件设置, 主要特点是采用了微程序控制器及图象帧存贮器地址协处理器, 由用户研制的 PASCAL 应用软件可以直接驱动帧地址协处理器对图象数据进行

快速访问而提高速度，也有文献称之为改进了的哈佛结构。由于微程序控制器及协处理器，对一幅 $512 \times 512$ 的8位图象作 $3 \times 3$ 的卷积处理时，所需要时间不到一秒钟。这一结构可见图1.3。

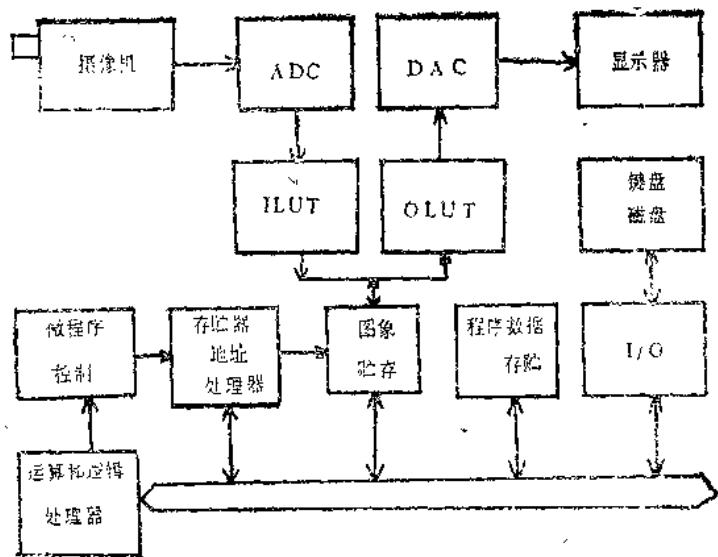


图 1.3 Magiscan 2 图象分析仪结构框图

在商业图象处理系统中，目前大部分为串行结构，其中有些采用了大规模集成电路及高速数字信号处理硬件模块，如位片式结构、多处理器结构及阵列处理器技术，以提高速度并可改进单靠主机处理的不足。

### § 1.2 SIMD结构（单指令多数据流结构）

这种单指令多数据流图象处理系统中需要大量的处理单元，它们各自接收主机的指令而处理各自的图象数据，即将成为商用系统的CLIPT (Cellular Logic Image Proces-

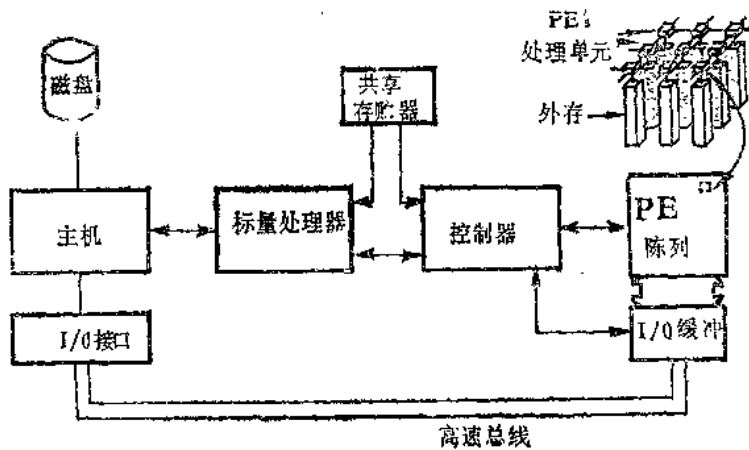


图 1.4 CLIP的SIMD图象处理系统结构

注：右边中间框内“陈列”应为“阵列”

sor) 是由英国伦敦大学的大学学院 (University College London) 研制。可见图 1.4。

CLIP7 是用于处理  $512 \times 512$  图象, 并以 LSI (Large-Scale IC) 电路为基础的系统, 采用了特殊设计的相邻连接网的 16 位处理器, 共采用了 2048 个处理器排成了扫描的模式 (Scanned Mode), 同时硬件中采用了改进了的数据移位和阵列控制来达到性能。

传统的冯·诺依曼计算机体系中 (VON Neumann Machine), 也称之为标量计算机, 当操作一条指令时它采用改变程序计数器 (PC) 或是一个运算寄存器的办法来改变一个存贮器的数据状态, 而 SIMD 在传统的基础上进行了改进, 在操作一条指令时, 可以系统地改变相关的多个存贮器中的或寄存器的数据状态。

在 SIMD 硬件系统中一般采用两种方法操作执行指令。1、向量处理器, 主要采用流水运算单元 (Pipelined Arithmetic Units) 与可循环访问的平行阵列处理器构成。2、采用自动跟踪的平行阵列处理器, 它们可以同时访问独立的存贮器。CLIP7 属于第二种结构。

### § 1.3 MIMD 结构 (多指令多数据流结构)

MIMD 也可以称之为共享存贮器的多处理器系统, 其特征是多指令和多数据流处理。它需要将一个大的存贮器划分成多个模块, 而同时有多个冯·诺依曼指令处理器工作, (简称 PE), 用硬件开关等的延时功能可把其中的任一个 PE 连接到任何一个存贮器模块上, 同时每一个 PE 可有它自己专用的高速缓冲存贮器 (Cache), 如当前用于 CAD 网络中的美国 ALLIAN 公司在 1958 年推出的 FX1/FX8 就是这一类主机。FX1 只有一个 PE1 而 FX8 具有 8 个 PE。

很明显, MIMD 结构是处理图象用的高性能系统, 一般在共同总线的情况下, 处理图象信息的速度可达到 40 Mbit/s。缺点是价格高, 需根据特定的需要设计结构, 灵活性低。

在处理图象时, 图象需存在 MIMD 结构的公共存贮器里或者存于 PE 的高速缓冲存贮器中, 每个 PE 可以访问公用存贮器中的图象信息, 因而图象处理的算法与结构密切相关。算法必须分解成不同的子任务, 每个子任务之间必须相对独立以减少通讯和内务操作 (Overheads), 共享资源之间的使用也要避免资源饱和而进行平衡。

### § 1.4 VLSI 结构

实用的 MIMD 图象处理系统的结构, 将要依赖 VLSI 计算结构的采用。这是一种非常大规模的 MOS 电路技术, 它是根据用户所需要的图象处理的算法所设计的专用的功能芯片。如前面 MIMD 系统中采用的单行阵列处理器, 它由矩形的处理单元阵列构成 (PE), 由一个微程序阵列控制器提供时序和控制数据及指令在 PE 中的输入和输出。同时还有一个微处理机作为阵列处理器的协处理器, 并有执行高级语言的功能。用这种大规模的 CMOS 技术, 制造一个 VLSI 的并行处理器可含有 50,000 个晶体管, 时钟频率可达 10 MHz。除 PE 之外, 还有以下多种图象处理用 VLSI 处理器: 卷积处理器; 二维中值滤波处理器; 一维排序滤波处理器; (One-dimensional rank order filter); 二维边界检测处理器等在处理大量的图象数据流时都可以采用流水线型 (PIPELINED) 或并行结构的 (Systolic Array) VLSI 特殊硬件处理器, 它只需要很少几种简单类型的电路

单元，使数据流及控制结构可以正交输入，用它的平行处理和流水处理特点，快速运算结果并可以多次使用输入数据而完成图象处理所需的特殊算法。下面用一个二维的边界检测器为例加以说明：

边界检测中大量使用卷积运算，最基本的做法是使用多个方向边界检测算法的模板，与图象对应的窗口卷积运算结果来表示该窗中心象元的边界信息。常见的二维边界检测可由下列的垂直方向、水平方向和对角线方向的几种模板构成：

$$\begin{array}{ccccccccc} 1 & a & 1 & 1 & 0 & -1 & a & 1 & 0 & 0 & -1 & -a \\ 0 & 0 & 0 & a & 0 & -a & 1 & 0 & -1 & 1 & 0 & -1 \\ -1 & -a & -1 & 1 & 0 & -1 & 0 & -1 & -a & a & 1 & 0 \end{array}$$

在常用的梯度法中  $a=1$ ，在SOBEL法中  $a=2$ ，因而，按上面模板需要要有四个二维的  $3 \times 3$  的卷积器，分别检测水平、垂直及二个对角方向的边界信息，若设计一个VLSI的边界检测处理器时，就需要4个流水线相连的卷积器，第一个模板功能卷积器的输出结果自左向右比较，在最后的输出结果是从一个卷积器输出的最大边界加权值和它标志的一个边界方向角记号。结构见图(1.5)所示。

当前VLSI结构，主要发展方向是增加功能密度，改进结构和算法的操作。

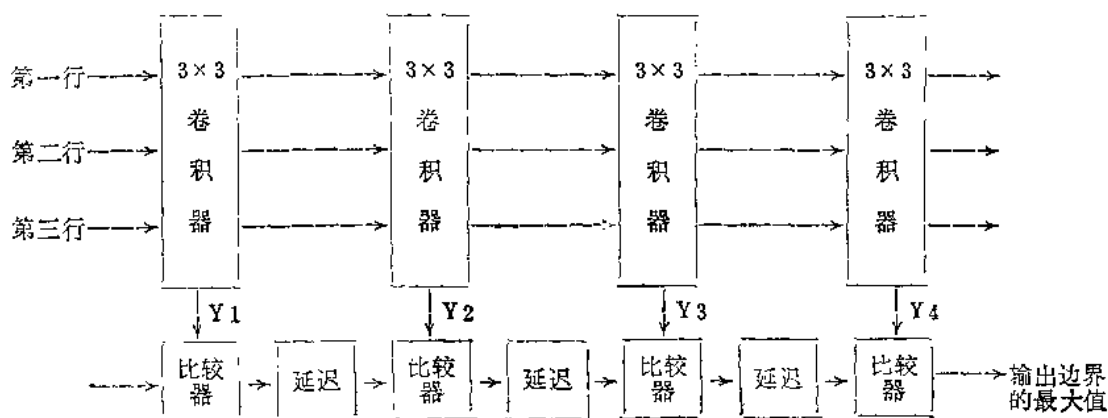


图 1.5 VLSI卷积处理器用作边界检测

以上从四个方面简述了当前图象处理系统的结构，在当前微型机普遍使用的情况下，微机的图象处理系统在性能价格比上将是很有发展前途的系统。本文所重点叙述的微机图象系统，则属于微机中最基本的串行结构系统，它具有体积小，价格低，靠软件作处理的图象系统，因而速度慢，但可以在各种非实时处理要求下进行多种应用。

## 第二章 伪彩色处理及应用

### § 2.1 计算机内色彩表示法

彩色电视已为人们熟知,计算机图象处理系统中可分为:黑白、伪彩色和全彩色系统。它们在硬件结构上是不尽相同的。黑白系统只能输出仅有灰度等级差的图象,伪彩色仅是利用灰度级作可编程的彩色合成来显示黑白图象,全彩色则是用红、绿、兰三基色图象来合成显示一幅真彩色图象。下面简要叙述物理学上色度学和色彩在计算机图象应用中的表示法。

在彩色电视系统中,完全使用彩色编码电路对电视信号中红(R)、绿(G)、兰(B)色度进行编码后产生彩色信号去控制阴极射线管的R、G、B三色枪的扫描而显示色彩,计算机数字图象处理系统中却采用了不同的方法处理色彩。它有伪彩色及真彩色两种系统及不同的处理方法。

色彩,通常在计算机中采用三个参数来表示:

强度(Intensity),它表示光的能量的强弱,光照越强,强度越强,一般归一化后,1.0为白色,最小值0为黑色,黑白图象系统中,如用8位表示一个象元的灰度值时,灰度为0~255,因而灰度值为0时呈黑色,255时最强为白色,人眼的分辨率为64级左右,因而从黑到白变化一般采用6位表示一个象元则可。在单色图中如红色输出时,强度为0时呈黑色,然后是不同强度下红色色彩。

色调(Hue),色调是指在最高强度下色彩所具有的波长,当各种单波长光相合成后,人眼看到了的是一种合成了多谱色调。在计算机中,一般采用 $0\sim 2\pi$ 的角度值来表示色调。

饱和度(Saturation);指色彩的纯度,它指色调中含有的白光成分的量,如纯的强度为255的R、G、B三基色饱和度最高。不饱和的红色如粉红是被白色稀释了的红色。上述几种关系可以用下面曲线表示R、G、B色调和强度的关系,在图2.1中,R、G、B三色在 $0\sim 2\pi$ 间隔中,相互的相位关系可以用下面三个式子表示:

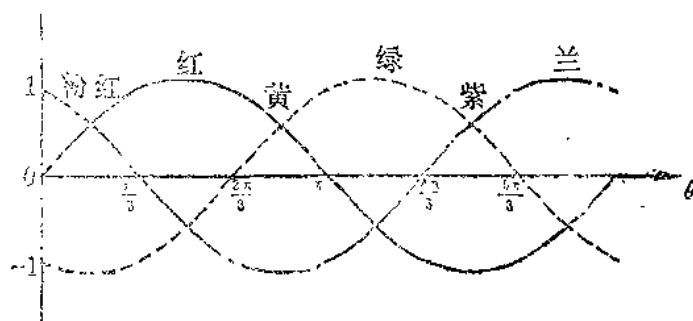


图 2.1 R、G、B定义说明

$$R = F(\sin \phi)$$

$$G = F \left[ \sin \left( \phi - \frac{2}{3}\pi \right) \right]$$

$$B = F \left[ \sin \left( \phi - \frac{4}{3}\pi \right) \right]$$

正弦值1.0~0为基色强度值。

在数字图象处理中，更普遍的是用一个立方体来表示三基色、强度、色彩和饱和的关系，如图2.2所示：

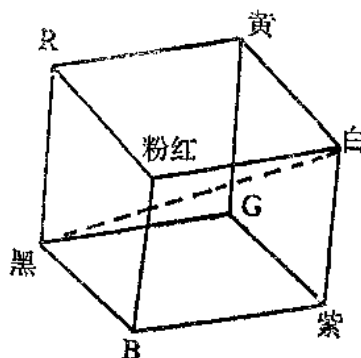


图 2.2 RGB立方体表示图

R—红，B—蓝，G—绿

正方体的原点与它的对角线构成了一条全色线，起始点0为黑色，中间是不同强度下灰色，顶点达极值为白色。红、绿、蓝三基色为相互正交的三条极边。棱边方向是色彩强度值，若用6位的A/D采集图象数据（一般摄像机的分辨率），63是三基色的饱和值，离黑白对角线越远，饱和度越高，而立方体内任一条线与黑白对角线之间的夹角，定义为色调，若越倾向某一条棱边，如红色，即该色调越趋向于红色为主的色调。在正方体原点，任何色调的强度为0，总呈黑色。这仅仅为物理学中色彩合成在计算机应用方面提供了一个直观而形象的解释，而不能真正代表物理学中的色彩光谱模式。

在图形和图象技术迅速发展的今天，一些著作中采用下列更为直观的HSV色彩模型（Hue, Saturation, Value），它不用RGB立方体而是一个半六角极形式，HSV分别用H表示色调，S表示饱和度及V表示强度值，这些表示法与图象系统中处理色彩的硬件是无关的，可见图2.3所示。

棱形中心轴为强度线，顶角处0为黑色，而V=1.0截面的各棱边上为饱和色。沿着中心轴到各边或顶角的距离，表示饱和度，而围绕中心轴的角度则为色调角度。在V=1，最大饱和度下常用的角度与色调H的关系为：

| 色调 | H角度     |
|----|---------|
| 蓝色 | 0°或360° |
| 品红 | 60°     |
| 红色 | 120°    |
| 黄色 | 180°    |
| 绿色 | 240°    |
| 青色 | 300°    |

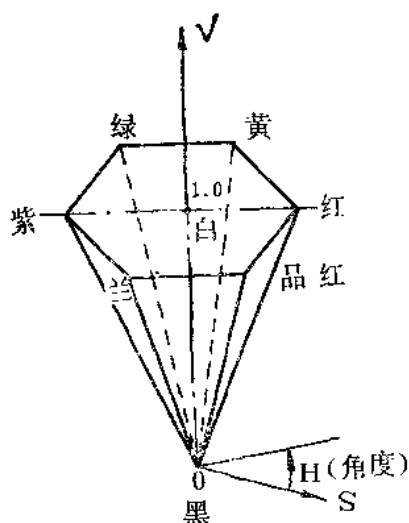


图 2.3 HSV 棱形色彩表达法  
右下“角度”应为“色调”；S—饱和度

离中心轴越远，色彩饱和度越大。

RGB和HSV的色彩表示法，仅提供图象和图形程序员对色彩的理解及程序设计，而与物理中光谱的分析是有差别的。

## § 2.2 彩色图象的存储和显示

全彩色图象处理，需用全彩色图象传感器如彩色摄象机采入彩色帧图象，经色彩解码后的RGB的图象数据分别经过RGB抽样量化成三基色图象数据后，分别存贮在红色、兰色、绿色的图象存贮器内存贮，三基色图象经过RGB的灰度变换表而再合成彩色显示，如图2.4。

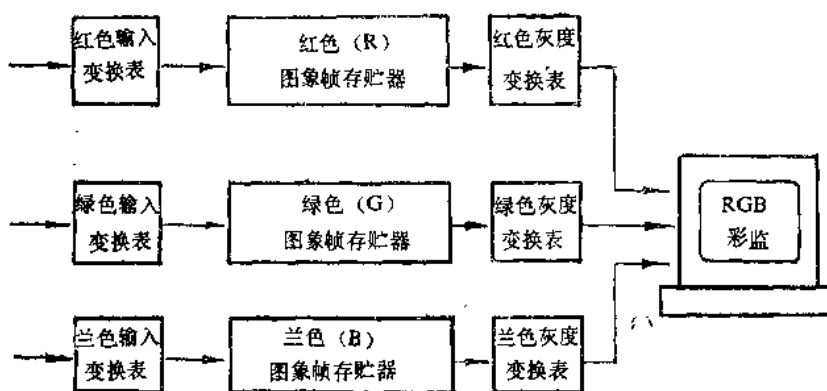


图 2.4 彩色图的显示

采用黑白摄象机，在处理静态彩色图象时，也可以实现全彩色输入。只要采用红、绿、兰三色滤色镜，用软件控制分别三次采入红色、绿色、兰色的图象，利用软件，便可合成真彩色图象。详见附录中PIP全彩色系统说明。

伪彩色图象系统，输入黑白图象灰度，只需要用一帧图象存储器，摄入的黑白图象经处理后，再经伪彩色—灰度变换，按照灰度—色彩对应关系输出彩色图象。黑白图象

的灰度变成程序指定的色彩而成伪彩色显示。良好的伪彩色技术应用，可以在增强图象信息，检测图象的边界方面有着许多快速的应用。

### 2§.3 灰度变换表 (Look-up table) 及功能

在图象处理系统中，检入图象经A/D采样并量化后，一般都要进行再变换，通过输入变换表 (Input Look-up table)，然后被存入图象帧存储器，若真彩色系统，则至少要有RGB三帧单色图象存储器。被计算机处理后图象在显示前 (D/A之前)，一般要经过检出变换表 (Out Look-up table)。灰度变换表由可编程的动态存储器构成，它受主机控制，可以写入任何所需要的变换函数值。黑白系统时，只用一组变检表 (一路D/A)。在彩色时，一般需要R、G、B三组可读写的存储器作为灰度变换查找表。灰度查找表中一般按系统规定的位数设置，8位时，一个灰度变换表中可由256个存储单位组成。则灰度的变换范围可为0~255等级。

灰度变换表在图象系统中的功能可归纳如下几个方面：

(1) 图象采样量化后的进一步可编程的量化校正，在有些系统中也称为 $\gamma$ 校正，以校正光学系统的失真。

灰度变换表中常常写入的变换函数如图2.5。

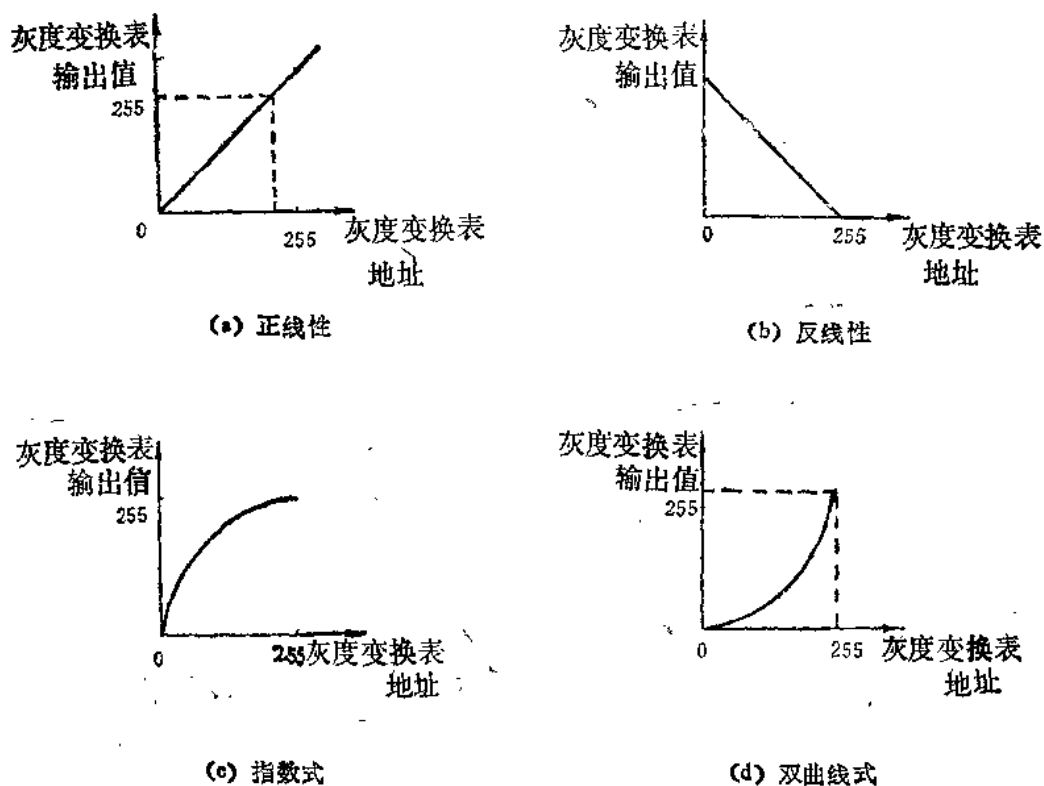


图 2.5 灰度变换函数

图2.5中(a)为线性变换；(b)为负线性变换；(c)为在检入图中亮度太弱时校正；(d)为对亮区的校正曲线。经A/D取样量化后的图象灰度值，作为输入灰度变换表的访问地址，在表内可装入 (a) — (d) 及其他任意变换值，即可输出程序员指定的变换函数，这一量化值作为图象数据检存贮。变换函数若是斜率为1的直线，那末经A/D量化后的值与灰度变