

# 应用 TMS 32010 实现微机遥感 图像快速处理\*

郭树旭 张俊荣

(吉林 大学) (中国科学院长春地理研究所)

1990年3月6日收稿

## 摘 要

本文主要介绍一种利用 TMS 32010 数字信号处理器 (DSP) 和 IBM-PC/XT 微机构成的微机遥感图像快速处理系统。在此系统上, 我们根据微波遥感图像的特点, 采用 TMS32010 宏汇编语言研制出了一个遥感图像快速处理软件库。经过机载微波辐射计图像处理检验, 采用 TMS 32010 语言编程在该系统上的图像处理速度要比采用 FORTRAN 语言编程在普通微机系统上的图像处理速度提高了 100—500 倍。此外, 本文还提出一种新的平滑滤波算法。该算法滤除高斯白噪声的能力要优于中值滤波, 同时还可以保护图像的边缘不被模糊。

**关键词** TMS 32010 数字信号处理器 遥感图像 图像处理速度 平滑滤波

## 一、引 言

随着遥感技术的不断发展, 各种传感器所获取的图像数据也愈来愈多。如果仅仅基于中小型专用遥感图像处理机进行处理, 尽管它们具有很高的处理速度, 但主要依靠硬件运算, 从而使系统造价很高, 对电气和系统的周围环境条件要求也十分严格。

K. N. Ngan 等人曾用 8 片 TMS32010 DSP 和 MC-68000 单板机组成一台并行图像处理系统的从机<sup>[2]</sup>。但主从机硬件之间缺少共享。为了提高普通微机的图像处理速度, 而又保持原微机硬件不做大的变动和增补, 我们选用了一块由 TMS32010 DSP 开发研制的 ATD-320C 高速运算板。将它直接插入 IBM-PC/XT 微机扩展槽中, 作为遥感图像数据快速处理模板, 它与微机构成主从机并行处理系统。图像处理软件全部采用 TMS32010 宏汇编语言编程。系统管理软件由 8088 宏汇编语言编程。将图像处理软件经汇编后生成扩展名为 BIN 的程序文件。编制的系统管理软件要求它能完成被处理图像数据的输入、BIN 程序文件的装入运行以及处理后的图像数据假彩色显示和存盘。图 1 给出了系统软件的简化程序流程图。这种软硬结合, 可以大幅度提高微机的图像处理速度, 使本系统具有良好的性能价格比。

## 二、系统的硬件结构

图 2 是该系统的主要硬件结构框图。它包括主机 IBM-PC/XT 微机, 从机 ATD-

\* 本文采用的机载 8mm 成像微波辐射计图像和地下成像雷达图像分别由赵仁宇、赵凯和王宏琦同志提供, 在此表示衷心地感谢。

320C 高速运算模板,图像输入设备为机载成像微波辐射计,图像输出设备是微机的 CRT 彩色显示器或照相机。

由机载成像微波辐射计采集的地物原始图像数据,经格式变换后,从磁盘输入到微机与 ATD-320C 共享的数据 RAM 中。然后由 TMS32010 完成图像处理与分析工作。

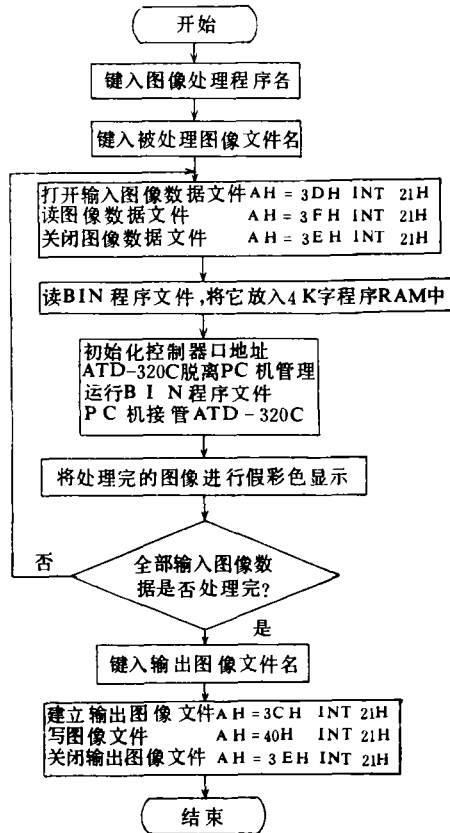


图 1 系统软件的简化程序流程图

Fig. 1 Simplified program flow chart of the system software

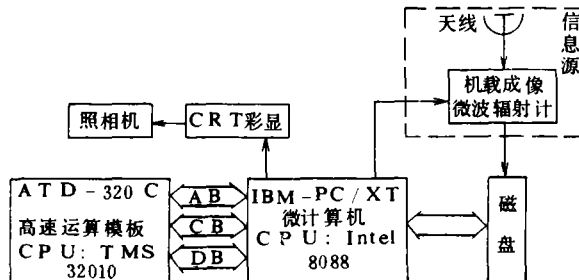


图 2 系统硬件结构框图

Fig. 2 Hardware structure diagram of the system

用微机来管理整个系统,如图像数据的输入和输出,假彩色显示, TMS32010 程序的装入及运行等。

ATD-320C 由北京中软计算机研究所研制。它的主芯片采用美国 TI 公司的 TMS 32010 单片数字信号微处理器。时钟 20MHz,具有每秒 500 万次的运算速度。比 Intel 8087 协处理器快 100—200 倍,可与超级小型机 VAX11 相比拟。为了充分利用 TMS 32010 DSP 的数据处理功能,该模板上配置了 4K 字程序 RAM 和 16K 字数据 RAM。TMS32010 与 PC 机并行通讯。程序 RAM 和数据 RAM 采用双端口 RAM 与 PC 机总线相通。存储时间小于 70ns。而且这两个存储区可以被主机和从机共用。通过存储器切换方式获得使用权<sup>[1],[3]</sup>,这正是 ATD-320C 完成高速运算之关键。

### 三、系统的软件

在上述系统中,为估价系统性能和处理机载 8mm 成像微波辐射计所获取的油膜图像。我们研制了两类软件。

#### 1. 系统管理软件

这部分软件的主要功能是将 TMS32010 宏汇编语言程序从磁盘上装到模板上的程序 RAM 中,然后启动 TMS32010,使它运行该程序。图像数据的输入输出以及假彩色显示也由它完成。这些软件采用 8088 汇编语言编程。当然,也可以方便地使用高级语言来编程。但考虑到主从机运行速度相差较大,为了最大限度地提高主机的运行速度以缩小时间差,避免并行处理时的空操作等待,采用 8088 汇编语言编程是十分理想的。

#### 2. 图像处理软件

这部分软件全部由 TMS32010 宏汇编语言编写。其主要处理功能如下:

- 1) 直方图统计
- 2) 直方图均衡
- 3) 均值滤波
- 4) 中值滤波
- 5) 非线性边缘增强

在上面这些软件的研制过程中,我们遵循了结构化、模块化及模块之间信息隐蔽的软件设计原则。使之具有选择灵活、易于修改和扩展的能力。针对 TMS32010 硬件结构的特点,我们设计了比较新颖的直方图统计算法。

对于图像数据的输入输出,需要合理布局模板上的程序 RAM 和数据 RAM。存入程序 RAM 中的数据尽量要少,一般是程序中所必需的初值和计算过程的中间结果。若把图像数据存到程序 RAM 中,那么,在计算过程中读写数据是很费时的。另外,每次从磁盘送往数据 RAM 的图像数据量不许超过 32KB。绝对不能超过 40KB。否则会冲掉程序 RAM 中的内容。

#### 四、一种新的滤波算法

以往,数字图像处理的理论和算法同这些算法的实现是分别考虑的。首先研究算法,然后考虑如何实现。我们认为,在高速微处理器迅速发展的今天,完全可根据新的处理器内部运算结构和数据存取的方式,研究新的更适合实用的图像处理算法。

基于这种想法,本文对中值和均值滤波算法在窗口几何形状上,将通常的奇数窗口改为偶数的。因为 TMS32010 DSP 在运算过程中,数据的输入输出都是以字为单位。当像元灰度级为 0—255 时,字长为 8 位,每次输入输出是两个像元。因此,选取偶数窗口,更利于提高 TMS32010 在运算时的数据存取速度。

如图 3 是一个  $(3 \times 4)$  矩形偶数窗口,记为  $W_m$ 。我们对该窗口探讨了一种新的滤波算法。首先,求该窗口的中间值  $M1$  和  $M2$ 。

$$M1 \text{ 和 } M2 = \text{Median}\{X_{i,j}\} \\ (X_{i,j} \in W_m)$$

然后,在图 3 所示窗口中间再取一个十字形窗口,记为  $W_n$ ,如图 4 所示。对该窗口内各像元求其均值  $\bar{X}$ 。

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum X_{i,j} \quad (n \text{ 是 } W_n \text{ 窗口内像元总数}) \\ (X_{i,j} \in W_n)$$

$X_{11}$	$X_{12}$	$X_{13}$	$X_{14}$
$X_{21}$	$X_{22}$	$X_{23}$	$X_{24}$
$X_{31}$	$X_{32}$	$X_{33}$	$X_{34}$

图 3 求中值的偶数窗口  $W_m$   
Fig. 3 Even window  $W_m$   
for obtaining median

	$X_{12}$	$X_{13}$	
$X_{21}$	$X_{22}$	$X_{23}$	$X_{24}$
	$X_{32}$	$X_{33}$	

图 4 求均值的偶数窗口  $W_n$   
Fig. 4 Even window  $W_n$   
for obtaining average

将中间值  $M1$  和  $M2$  与均值  $\bar{X}$  相比较,取其中与  $\bar{X}$  相接近的中间值作为图 3 窗口的中值,取代原  $W_m$  窗口的  $X_{22}$  和  $X_{23}$ 。从算法上讲,它兼顾了均值滤波和中值滤波两者的优点。均值滤波对高斯白噪声的滤除效果要比中值滤波强。但它存在边缘模糊现象,特别当窗口尺寸增大时,模糊更严重。因此,要求窗口小一些为好。中值滤波对脉冲噪声、椒盐噪声有独特的滤除效果,并能保护图像边缘不被模糊。但它要求窗口尺寸适当大一些<sup>[4,5]</sup>。

本文上述的算法,基本上解决了均值和中值滤波对窗口尺寸要求的矛盾。选取离局部均值  $\bar{X}$  最接近的中间值做为窗口的中值,它的去白噪声能力自然优于中值滤波。同时由于中值仍是原图像中的像元值。所以,它完全能保护图像的边缘。图 5 是采用这种新的滤波算法所编制的 TMS32010 程序流程图。图版 1 图 6 给出了  $320 \times 200$  地下成像雷达图像处理前后的对比图像。(这幅照片是为评价新算法的滤波效果,将处理前后的图

像采用 256 个灰度级在 IBM PS/2 微机彩色显示器上进行假彩色显示后拍摄的。从照片最右侧的地下管道图像处理前后的视觉效果可见,新的平滑滤波算法处理后的图像效果清晰,信噪比大大提高。但图像边缘有增宽现象,这是由于两个相同的中值取代窗口中心两个像元的原因,并不影响处理后图像的整体效果。

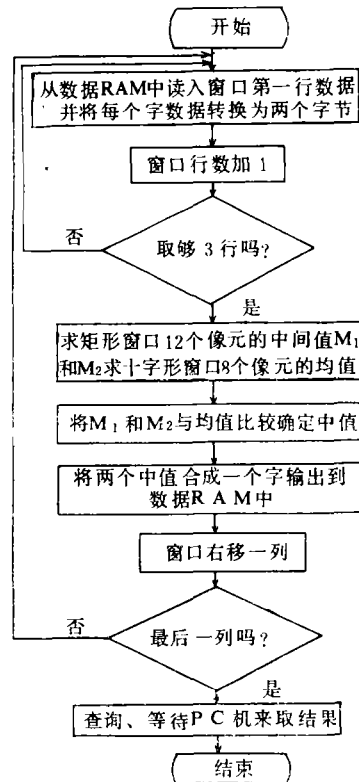


图 5 新平滑滤波算法程序流程图

Fig. 5 Program flow chart of a new smooth algorithms

## 五、结 论

对一幅  $320 \times 200$  的机载 8mm 成像微波辐射计图像,采用 FORTRAN 语言和 TMS 32010 宏汇编语言编程,分别在普通微机系统和本文所述系统上处理,其运行速度对比见表 1。从表中的运行时间可见,本系统采用 TMS32010 语言编程的图像处理速度要比在普通微机系统上采用 FORTRAN 语言编程的图像处理速度提高 100—500 倍。这个速度完全可以满足人机交互对话的要求。若再采用上述新的平滑滤波算法,则可以在飞机平台上进行遥感图像的快速预处理。处理后的图像边缘清晰,信噪比明显提高。系统价格仅两万元。这种良好的系统性能价格比,为在微机上实现遥感图像快速处理开拓了一条新的途径,它将具有广泛的实用前景。

表 1 两个系统的运行速度  
Table 1 The operation speed of two system

图像处理功能	普通微机系统	ATD-320C 快速微机系统
	FORTAN 语言	TMS32010 语言
直方图统计	600 秒	1.5 秒
均值滤波 (3×3 窗口)	420 秒	2 秒
中值滤波 (3×3 窗口)	500 秒	3 秒
中值滤波 (5×5 窗口)	1000 秒	10 秒

## 参 考 文 献

- [ 1 ] 张俊荣等,航空无源微波遥感器的研制,环境遥感, 1(4), 1986.  
 [ 2 ] K. N. Ngan et al., Parallel Image-Processing System Based on the TMS32010 Digital Signal Processor, IEE Proceedings, Vol. 134, Pt. E, No. 2, 1987.  
 [ 3 ] TMS 32010 User's Guide, Texas Instruments Corp., 1983.  
 [ 4 ] W. K. Pratt, Digital Image Processing, John-Wiley & Sons, Inc. 1978.  
 [ 5 ] T. S. Huang, Two dimensional digital signal processing: Transforms and Median Filters, Spriger-Verlag, Inc. 1981.

## HIGH-SPEED PROCESSING TO REMOTE IMAGE BY TMS32010 DSP IN THE MICROCOMPUTER

Guo Shuxu

(Jilin University)

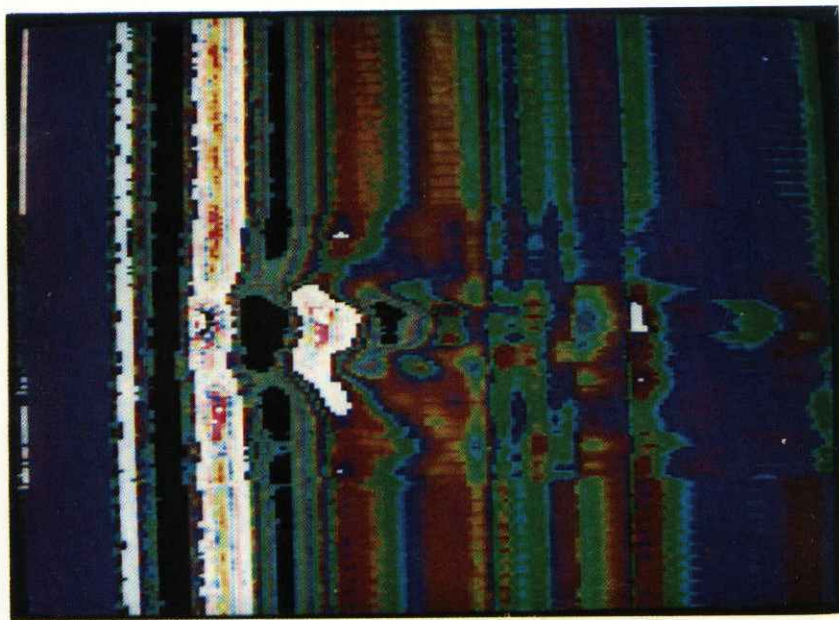
Zhang Junrong

(Changchun Institute of Geography, Academia Sinica)

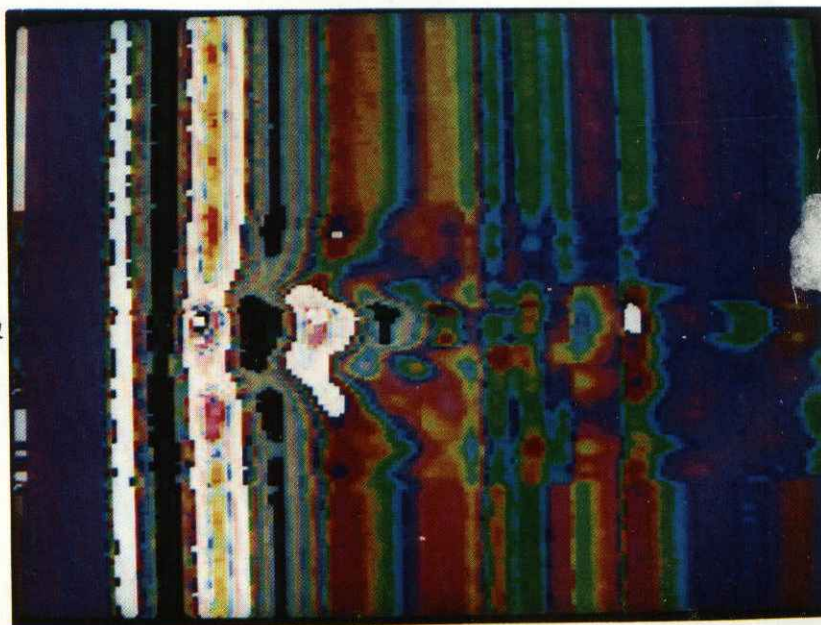
### Abstract

In this paper, a high-speed processing system to remote images consisting of the TMS32010 digital signal processors and IBM-PC/XT microcomputer is mainly described. In the system, according to feature of remote images, a software package of high-speed remote image processing is developed with TMS32010 macro-assembler. Through practical test of images of airborne image microwave radiometer, the speed of image processing with TMS32010 language in the system is from 100 to 500 times faster than common microcomputer system with FORTRAN language. In addition, a new smooth algorithm is mentioned. It is better than the median filter in filtering out the Gauss white-noise and protecting the edge of images.

**Key words** TMS32010 DSP Remote images Image processing speed Smoothing filter



(a) 处理前的图像



(b) 处理后的图像

图6 一种新的平滑滤波算法