

超级微机 SAR 成象处理器

彭海良 朱敏慧 吴一戎 种劲松 赵勤 胡东辉 冯扬

(中国科学院电子学研究所 北京100080)

摘要 本文提出并详细分析了超级微机 SAR 成象处理器的系统组成、成象处理软件和试验结果。

关键词 SAR 成象处理, 超级微机, RISC 处理器

1 引言

合成孔径雷达(简称为 SAR)是相干雷达技术与信号处理技术的组合。SAR 成象处理器实现信号处理的功能,将 SAR 信号变换为图象。由于 SAR 信号具有高数据率和大数据容量的特性,SAR 成象处理器不仅要具有适应 SAR 成象算法的系统结构和组成,而且要具备高通过率和存储容量的能力。

利用阵列机作为主运算单元的 SAR 成象处理器是目前的主要机型。它可在几十分钟内完成一景 SAR 数据(100km × 100km)的成象处理,由于高昂价格的限制,一般只用于正规遥感地面站中。我们成功地研制出一种新型超级微机 SAR 成象处理器。它是在 PC/486 微机内插入 RISC 处理器加速卡,只需 3 小时就可完成一景 SAR 数据的成象处理,满足了 SAR 研制单位和微波遥感实验室进行 SAR 数据处理的需求。

2 系统组成

超级微机 SAR 成象处理器组成框图如图 1 所示。SAR 成象处理具有高数据率和大容量的特性,对计算平台有很高的技术要求。在系统设计时重点解决了下列问题:

(1) 雷达数据的输入和输出 每景雷达原始数据和图像产品的数据量均达到数百兆字节,因此 SAR 成象处理器应配备海量存储器。传统方式一般选用 1600/6250BPI 的 CCT 磁带。这种磁带存储容量小,体积大,不适应 SAR 成象处理的要求。我们选用现在流行的 EXABYTE ST8500 8mm 盒式磁带机。每盒磁带容量为 5GB。

(2) 数据运算 为了快速地完成 SAR 成象处理,我们采用 RISC 处理器加速卡作为主运算部件,它具有下列特点:

- (a) 高速运算能力
 - 单精度 80MFLOPS
 - 双精度 40MFLOPS

1993-12-28 收到,1994-02-23 定稿

国家科委 863 高技术计划资助项目

彭海良 男,1939 年生,研究员。现从事雷达系统与信号处理方面的研究工作。

朱敏慧 女,1943 年生,研究员。现从事微波遥感和计算机方面的研究工作。

吴一戎 男,1963 年生,副研究员。现从事雷达信号处理方面的研究工作。

- 1k 点 FFT 0.8ms
- (b) 丰富的开发软件
 - 可工作于 DOS 和 UNIX 二种操作系统
 - 完善的 RISC 处理器编译器, 支持 FORTRAN, C, C++, PASCAL 汇编语言等
 - 完备的库函数, 包括基本数学库和信号处理库

(c) 大容量局部存储器

在加速卡内配置了 32MB 的局部存储器, 以缓解加速卡与微机内存之间数据传送的拥挤现象, 解决 SAR 成像处理中数据转置和距离迁移校正严重耗时的问题。

(3) 数据传输通道 SAR 成像处理系统中保持数据通道畅通是快速成像的关键之一。本系统选择了下列数据通道:

- (a) 微机总线 EISA, 峰值传输率达到 33MB/s。
- (b) SCSI 总线作为外设接口, 峰值传输率达到 10MB/s, 确保 EXABYTE 磁带机 0.5MB/s 和磁盘 1~1.5MB/s 的持续传送速率。
- (c) 微机与加速卡的数据交换是通过 ISA 插槽实现的, 其速率为 0.8MB/s。
- (d) 局域网 本系统联接了局域网 (LAN), 数据传输率达到 10Mbit/s。
- (e) 图像的显示与处理 超级微机系统中插入了 TMS34020 图像处理卡, 用于挂接 48cm(19") 1280 × 1024 × 256 色的图像显示器。

(f) 大容量磁盘 大容量磁盘是本系统各种数据的缓存器, 为保证系统达到高的通过率, 共用了两块 1.2GB 的快速硬盘, 保证硬盘到主存的传输率达到 1.5~2.0MB/s。

3 成像处理程序

成像处理程序的功能包括设备管理、SAR 数据管理、SAR 成像处理过程控制和数据运算, 是集数据管理与数据处理为一体的软件系统。图 2 是 SAR 成像处理软件的框图。下面扼要介绍各模块的基本功能和相互关系。

(1) 用户界面 用户界面是用户对成像处理进行系统设置、参数录入和运行控制的工具。它的主要功能是: (a) 生成参数文件; (b) 启动成像处理程序; (c) 对成像处理过程进行检测。

(2) 参数文件 由操作员录入的数据和成像处理过程中产生的信息组成, 其中包括: (a) SAR 系统参数; (b) 计算机系统结构参数; (c) 处理过程结构参数。

(3) SAR 成像处理 成像处理采用常规的 RD 算法, 其特点是将二维相关问题分成二个相继的一维相关处理, 即距离处理和方位处理。距离处理是简单和直接的匹配滤波, 滤波在频域实现, 参考函数可由预定的线性调频函数产生。方位处理是 SAR 成像处理的关键技术, 它包括距离迁移校正、方位压缩、多普勒参数估计和多视处理。在方位处

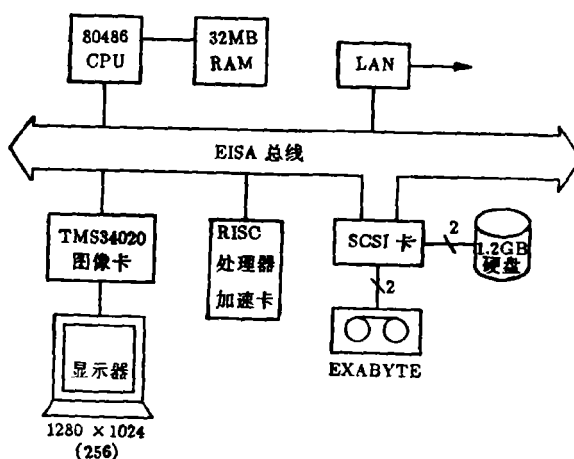


图 1 超级微机 SAR 成像处理器组成框图

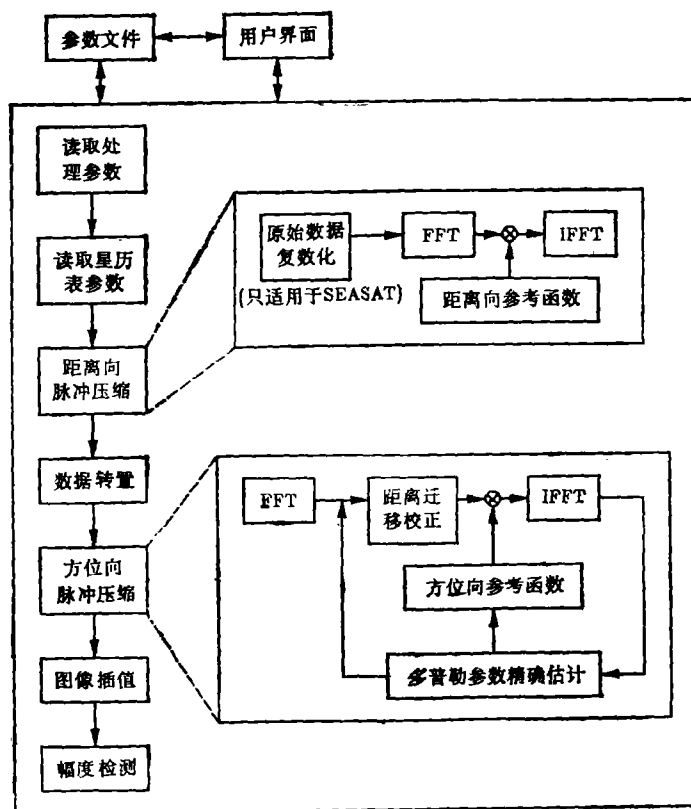


图2 SAR 成象处理软件框图

理与距离处理之间要进行数据转置，以便将沿距离向排列的数据转换为沿方位向排列的数据结构。

4 试验结果

我们对超级微机 SAR 成象处理器进行了多项测试，并对多种星载 SAR 和机载 SAR 数据进行了成象处理试验。

(1) 单项测试结果

(a) RISC 处理器加速卡 FFT 运算时间

表1 FFT 运算时间

	1486/33(ms)	RISC 处理器 (ms)	RISC 处理器+函数库 (ms)
1k 点 FFT	110.2	23.23	0.96
2k 点 FFT	231.5	55.99	3.21
4k 点 FFT	485.1	120.91	7.74
8k 点 FFT	971.1	255.69	18.10
16k 点 FFT	2034	527.39	41.00

从表1中可以看出 RISC 处理器+函数库的运算速度比 1486/33 快 50~100 倍，比不带函数库的 RISC 处理器快 10~20 倍。

(b) 系统通道的测试

- 磁盘与微机主存的数据传输: 读 1.5MB/s; 写 1.0MB/s
- 磁盘与加速卡存贮器的数据传输: 读 300kB/s; 写 300kB/s
- EXABYTE 磁带机与磁盘的数据传输: 读 310kB/s; 写 270kB/s
- 局域网传输率: (微机磁盘→网络→微机磁盘) 250kB/s

(2) 成象处理速度的测试 利用四种星载 SAR 原始数据测试成象处理速度, 它

表 2 四种星载 SAR 数据容量

	距 离 向	方 位 向
SEASAT-A	13680(5bit) 实采样	24576
ERS-1	5616(5bit + 5bit) 复采样	27000
ALMAZ-1	5832(5bit) 实采样	2000
JERS-1	6144(3bit + 3bit) 复采样	19904

表 3 成象处理时间

	1486/33(h)	加速卡(h)	加速卡+函数库 (h)
SEASAT-A	60	12	4
ERS-1	40	10	3
ALMAZ-1	9	2	0.6
JERS-1	25	6	2

表 4 图象指标测试结果

	距离分辨率 (m)	方位分辨率 (m)	辐射分辨率 (dB)
SEASAT-A	36.4	26.8(4 视)	2.08(4 视)
ERS-1	29.5	25.5(4 视)	2.06(4 视)
ALMAZ-1	13.0	16.0(2 视)	2.73(2 视)
JERS-1	28.7	29.3(4 视)	2.16(4 视)



图 3 ERS-1 SAR 图象

们的数据量如表 2 所示, 成象处理时间如表 3 所示。表 4 给出了四种图象质量指标的测试结果。

图 3 是超级微机 SAR 成象处理器对 ERS-1 SAR 数据处理后获取的图象。SAR 原始数据由 ESA ESRIN 提供。

5 结 论

随着星载 SAR 在微波遥感中的地位日益提高, 对合成孔径雷达技术和数字信号处理技术的研究受到许多微波遥感研究和应用单位的重视。这些单位不仅需要 SAR 图象数据, 也需要直接利用 SAR 原始数据通过不同模式和参数的处理, 得到满足自身需要的图象。

超级微机 SAR 成象处理器是一种价格低廉的简易处理系统。它能取得与大、中型处理系统相同的图象质量指标, 处理一景星载 SAR 数据的时间虽然比大、中型处理系统慢, 但由于能在 3 小时内完成一景 SAR 数据的处理, 完全满足一般非生产性研究单位和微波遥感应应用单位的需要。

参 考 文 献

- [1] Curlander J C, McDonough R N. Synthetic Aperture Radar. John Wiley & Sons, Inc. 1991, 154—209, 427—501.
- [2] Wu C, Liu K Y, Jin M. IEEE Trans. on AES, 1982, AES-18(5): 563—574.
- [3] Rabiner LR, Gould B. Theory and Application of Digital Signal Processing. Prentice-Hall, 1975.

SUPER-PC BASED SAR IMAGING PROCESSOR

Peng Hailiang Zhu Minhui Wu Yirong Chong Jingsong Zhao Qin
Hu Donghui Feng Yang

(Institute of Electronics, Academia Sinica, Beijing 100080)

Abstract A novel super-PC based SAR imaging processor is presented and its system configuration and software design are analyzed in detail. Finally the advantages of this processor are sufficiently proved by the experimental results.

Key words SAR imaging processing, Super-PC, RISC processor