

机载 SAR 实时数字成象处理器的座舱显示系统¹

乔蓉蓉

(中国科学院电子学研究所 北京 100080)

摘 要 本文系统地阐述了机载 SAR 实时数字成象处理器的座舱显示系统的构成、技术特点及工作模式等;给出了系统中所采用的显示卡的结构特征及在实时系统下显示卡功能函数的调用特点。本文进一步探讨了实时操作系统及 pSOS+ 核的特点,以及在实时系统下实时座舱显示任务与处理器其它子任务之间的通讯调度等问题。

关键词 实时数字成象处理器, 实时座舱显示, 实时操作系统, 合成孔径雷达 (SAR)

中图分类号 TN957.7

1 引言

机载合成孔径雷达 (SAR) 实时数字成象处理器运用计算机、高速数字信号处理系统、实时操作系统等高技术, 实现了机上实时数字成象、实时显示和记录, 实时地将机载雷达接收到的回波模拟信号经过正交解调、模 / 数 (A/D) 转换、预处理、转置存储 (CTM)、方位压缩和多视处理等子系统处理为可视图象;可广泛应用于灾情监测和评估、军事侦察、地图精度修测等需要快速做出反应的领域, 突破了过去光学胶片处理成象速度慢的局限性;使我国机载 SAR 技术上上了一新台阶。

实时座舱显示系统是实时成象处理器的一个重要组成部分, 它主要由主 CPU 通过 VME 总线控制显示卡的动作, 实时地接收数据流, 并以逐行滚动扫描方式动态地将图象呈现在屏幕上, 可以实时且直观地呈现雷达扫过区域的地面图象, 观测地面的水文地貌, 并可快速地反映系统运转的情况, 便于及时地调整系统、分析成象情况。

实时座舱显示系统的实时性是由系统中运行的实时操作系统决定的, 它不同于常用的操作系统 (如 DOS, UNIX 等), 具有多 CPU 服务、多任务通讯调度等实时调用机制, 目前国内外使用这种实时操作系统的不多, 故在实时系统下研制的实时座舱显示系统具有一定的独特性。

本文将给出该系统所采用的显示卡的结构特征, 和在实时系统下显示卡功能函数的调用特点, 还将进一步讨论实时操作系统的特点, 以及显示任务与整个实时成象处理器其它子任务之间的调度通讯、数据传递等问题。

2 VG1281 图形图象显示卡的结构特征

2.1 VG1281 图形图象显示卡的主要性能指标 VG1281 图形图象显示卡是 Matrox 公司出产的、应用于 VME 总线的一种智能图形控制器, 可通过 VME 总线进行高分辨率的图形处理。它的一些主要性能指标如下。

性能

- (1) 屏幕向量: 100,000/s ; (2) 二维 (2D) 向量: 35,000/s ;
- (3) 三维 (3D) 向量: 10,000/s ; (4) 字符: 35000/s ;
- (5) 屏幕块拷贝速率 (比特 BLT) : 12,500, 000pixel/s, (100,000,000bit/s) ;
- (6) 填充速率: 25,000, 000pixel/s(200,000,000bit/s) 。

¹ 1995-05-23 收到, 1996-07-10 定稿
国家 863 高技术计划资助项目

分辨率 1280×1024。

功能

- (1) 逐行扫描频率为 60Hz；
- (2) 8 比特平面；
- (3) 从 16,777, 216 中任选 256 个颜色；
- (4) 用户软件编制；
- (5) TI34010 和 4 个用户门阵列；
- (6) 现场升级软件；
- (7) 板上高级指令集合；
- (8) 2 个串行口 RS-232 或并行口 RS-422(分别对应于 DTE 或 DCE 结构)；
- (9) 硬件支持光标；
- (10) 水平和垂直方向上的硬件放大 (*2, *4, *8)；
- (11) 硬件平滑移动和屏卷功能。

存储器映射 方式: 可以在任何寻址模式下将跳线设置成管理程序存取和非特权程序存取。

2.2 VG1281 图形图象显示卡的主要功能特征

2.2.1 VG1281 图形图象显示卡的 LIB Shell LIB Shell 是在 Matrox 高分辨率图形图象板上运用的命令译码器。它可接受多种标准和特定的图形功能, 可从 TMLS 解释程序和 LSCLIB C 库对它进行访问。它具有以下几个功能: (1) 为从主板来的图形命令译码; (2) 管理字形定义、图形填充、命令表和位映射; (3) 支持错误检查和图形输入。

用户可选择基本的 LIB Shell 用户工具包, 也可选择 LIB Shell 程序员工具包。TMLS 解释程序可使用户很方便地访问 LIB Shell, 它支持 I/O 重新定向、断点、执行步骤、宏和许多其它特征。用户可以不离解释程序运行操作系统命令。LSCLIB 指的是 LIB Shell C 库。它可使用户用 C 语言编写的程序访问所有的 LIB Shell 功能。操作系统下有 LIB Shell 驱动程序。每个程序员工具包为执行低级的 I/O 功能提供 C 程序。

此外, 板上还提供了实用程序, 以向 LIB Shell 发送其命令, 执行板上复位命令和返回状态信息。该实用程序取决于板的设置和所在的操作系统。

2.2.2 帧存存取操作 帧存, 即为整个屏面的存储空间, 其大小为 2K×1K, 图象在显示器上的显示需用到它。所有访问帧存的操作均由 ROGAs, 即光栅操作门阵列控制。该阵列先进的设计为用户提供了各种绘图属性, 如布尔操作和透明方式等。

那么系统怎样访问帧存呢? 往帧存中写一个象素由以下几步组成:

- (1) 读源象素: 读出用户正往帧存 (x, y) 单元中写的象素值。
- (2) 读目的象素: 读出当前已在帧存 (x, y) 单元中的象素值。
- (3) 平面读掩码: 用 16 比特的平面掩码同源象素和目的象素相“与”。
- (4) 颜色扩充: 扩充“1”位为当前前景颜色, “0”位为当前背景颜色。
- (5) 布尔操作: 将布尔操作符 RESEET、AND、XOR 等用于两个象素值, 可得到一新象素值。
- (6) 透明方式: 只用于单色图形, 可通过当前图形看到以前屏幕的内容。
- (7) 平面写掩码: 掩码位对应“0”位, 未变的位对应“1”位。
- (8) 写目的象素: 往帧存 (x, y) 单元中写最后的象素值。以上各步可通过图 1 表示。

用户通过视频存储器窗口从帧存读一个象素相对简单一些: ROGA 将象素值同平面掩码相“与”, 然后向用户返回结果象素值。

2.2.3 颜色查找表 (简称 LUT) VG1281 图形显示卡的颜色灰度存储在颜色查找表 (LUT) 中。颜色查找表 (LUT) 包含了从红、绿、蓝三色组合的 16777216 个灰度中任选的 256 种颜色 (每个颜色各有 256 个灰度; 用户可自己定义 LUT)。有三种类型的颜色查找表 (LUT): 物理 LUT、逻辑 LUT 和缺省 LUT。物理 LUT 是包含 256 种颜色的硬件设备, 标号为 0。用户可以根据所选择的 LUT, 从一个含有 16777216 种颜色的“调色板”中选择 256 个值。逻辑 LUT

有 4 个，标号为 0~3，每个逻辑 LUT 在局部 RAM 中占有和物理 LUT 同样大小的容量。用户每次只能选用一个逻辑 LUT，可以对逻辑 LUT 的内容进行读、写和修改，并可重新赋给它缺省值。‘lslutsl’指令可选择当前的逻辑 LUT，其格式如下：

lslutsl log-lut phy-lut

参数 log-lut 是逻辑 LUT 的标号 (0~3), phy-log 是物理 LUT 的标号 (0)。当选定一个逻辑 LUT 后，LIB Shell 将它的内容拷贝到物理 LUT 中去。每重新定义一次逻辑 LUT 的内容，就等于重新定义了一次物理 LUT 的内容。

缺省 LUT(标号为 -1) 存储在 ROM 中，每起动或冷复位，LIB Shell 把缺省 LUT 值拷贝到物理 LUT 中去。图 2 示出了视频输出的各阶段。

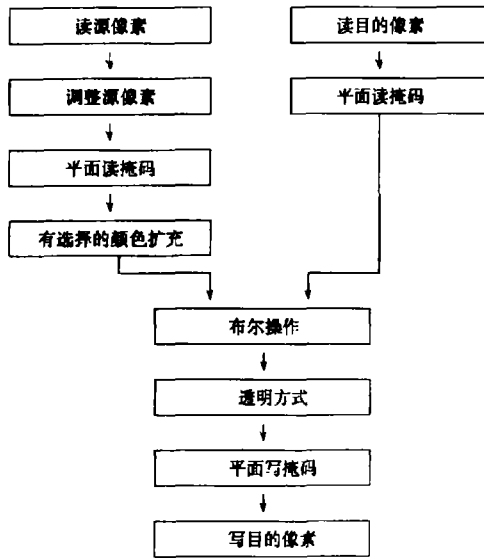


图 1 向帧存写光栅数据

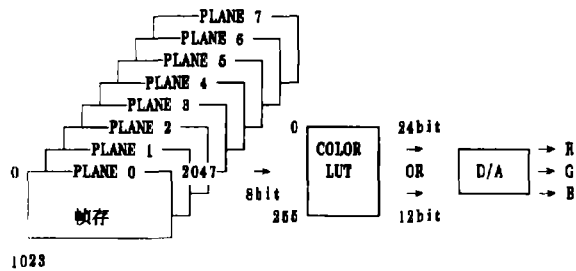


图 2 视频输出各阶段

3 实时系统下 VG1281 显示卡功能函数的调用

前面已提到 VG1281 显示卡的每个指令可有三种表示形式，即 LIB Shell 指令包、C Binding 库和 TMLS 解释器。其中 LIB Shell 是 VG1281 显示卡最基本的指令形式，实际上它是一命令译码器，LIB Shell C Binding 库和 TMLS 解释器均可访问它。

如某一“krhwsclr”指令，其功能为清屏。它的三种表示形式如下所示：

- (1) LIB Shell: 0x0022 color-index
- (2) C Binding: void krhwsclr(color-index)
- (3) TMLS Interrupt: krhwsclr color-index

其中参数 color-index 为无符号短型数据，屏幕将被清成该参数所代表的颜色。

在实时系统中，我们以 SUN 工作站作为软件开发平台，编译生成用于实时系统下的实时应用任务代码，通过以太网动态下载到实时系统的主板中。

实时应用任务的软件开发环境是实时操作系统 Unison 和 PSOS+ 核。在 Unison 实时软件包中，不包含支持显示卡的驱动程序，为使显示任务在实时系统下运行，直接采用其 LIB Shell 代码 (因为 LIB Shell 是其最低级的格式)，将每个指令 (或函数) 的代码直接送至显示卡的读 / 写 FIFO 口，从而使实时座舱显示程序在实时系统下编译运行。

4 实时系统下图象显示任务的通讯调度和显示模式

Unison 与 pSOS+ 核是运转在实时成像处理器中的实时操作系统, pSOS+ 指的是实时执行程序或实时核, 它提供基本的实时软件系统调用, 如多 CPU 服务、多任务通讯和 UNIX 部分兼容等功能。

实时系统要求非顺序地运行各任务, 尽可能有效的使用系统资源、I/O 设备等, pSOS+ 提供了这种实时性处理多任务的机制。pSOS+ 对任务的调度有以优先级为基础、以抢先优先为基础、循环时间片等三种方式。此外, pSOS+ 还提供了灵活方便的通讯机制, 任务之间可通过信息队列、事件、信号灯等方式进行通讯, 使任务在运行、锁定、挂起等状态之间变化, 从而达到使整体协调动作的目的。

在显示任务的调度上, 适当地采用不同的 pSOS+ 调度方式, 利用主板从 SC 板接收两次数据之间的空闲时间, 完成图象的实时显示。在显示任务与主控制任务和运算主板之间通过信息队列、事件等 pSOS+ 通讯机制, 实现上一帧数据显示的同时进行实时记录, 并同时受主机控制及时挂起, 完成主 CPU 接收下一帧数据的功能。

在实时座舱图象显示的模式上, 采取了滚动式逐行扫描的方法, 并附以文字信息显示。对输入的数据进行了转置, 使图象在显示屏中沿方位向向上滚动, 便于实际的机上监测。图象灰度级为 256, 单显, 扫描一帧图像的时间平均分配在 0.4s 范围内, 达到实时显象的要求。

5 结束语

本文讨论了在 Unison 实时操作系统下, 机载 SAR 实时数字成像处理器座舱显示系统的结构和技术特征, 阐述了实时系统下显示卡的运用特点、工作模式和实时操作系统的特点等, 还进一步讨论了实时座舱显示系统与处理器其它子系统之间的调度通讯等问题。目前该系统已实际用于大面积成象, 工作状况良好。

参 考 文 献

- [1] 乔蓉蓉. 机载 SAR 实时数字成像器实时座舱显示系统研制技术报告, 北京: 中国科学院电子学研究所内部工作报告, 1994.
- [2] 乔蓉蓉. UNIX 操作系统下 VG1281 图形图象卡的开发与应用, 北京: 中国科学院电子学研究所内部工作报告, 1993.

REAL-TIME ONBOARD DISPLAY SYSTEM OF AIRBORNE SAR REAL-TIME DIGITAL IMAGING PROCESSOR

Qiao Rongrong

(*Institute of Electronics, Academia Sinica, Beijing 100080*)

Abstract The constitution, technical features and working mode of the real-time onboard displaying system of airborne SAR real-time digital imaging processor are studied systematically. And the special development of the display board under the real-time system is discussed. Further more the characteristics of the real-time operating system and its pSOS+ kernel that constitutes the software environment in the real-time display system is presented. And also the multitasks scheduling management, communication and synchronization mechanisms applied in the real-time onboard display system are discussed.

Key words Real-time digital imaging processor, Real-time onboard display system, Real-time operating system, SAR

乔蓉蓉: 女, 1965 年生, 助理研究员, 主要从事实时数字成像处理、数字信号处理等领域的研究工作。