

机载合成孔径雷达实时数字成像 处理器的整机控制系统*

乔蓉蓉

(中国科学院电子学研究所 北京 100080)

摘要 本文对机载合成孔径雷达实时数字成像处理器整机控制系统的系统组成及技术特点进行了研究,扼要阐述了运行在整机控制系统中的实时操作系统的通讯、任务调度等机制。本文讨论了在实时操作系统中整机控制系统多任务的调度、通讯及多处理器之间的通讯、数据传递等问题,以及实时系统中“人机对话”的问题,并提出了解决问题的方法和系统的控制流程。

关键词 实时数字成像处理器,整机控制,实时操作系统,合成孔径雷达

1 引言

机载合成孔径雷达(SAR)实时数字成像处理器是集计算机、微波遥感、高速信号处理、实时操作系统等高技术于一体的系统工程;实现了机上实时数字成像、实时显示和记录;可实时地将机载雷达接收到的回波信号,经过正交解调、模/数(A/D)转换、预处理、转置存储CTM、方位压缩及多视处理等子系统处理为可视图象,并动态地呈现在机载显示器上;可实时、直观地呈现雷达扫过区域的地面图象,并能及时反映系统运转情况、分析成像质量等。

整机控制系统^[1]是由主机通过VME总线实时地控制各子系统的动作、相互之间的通讯、数据流的传送及接收等。通过整机控制系统的控制协调,方可实现机上实时数字成像、实时显示及实时记录,达到快速实时成像的目的,突破以往光学胶片成像速度慢的局限性,进一步拓宽机载SAR的应用领域,可广泛用于灾情监测及评估、军事侦察等要求快速做出反应的领域。

整机控制系统对各子系统的实时控制是通过系统中运行的实时操作系统所特有的实时通讯调度机制实现的。实时操作系统是运行在实时成像处理器的软件环境,它不同于一般的DOS或UNIX系统,它具有方便灵活的多CPU服务,多任务通讯调度等实时调用机制,可用于多CPU、多任务并行操作系统。目前国内外使用的不多,故研究实时系统的特点,以及实时系统下的整机控制系统的软件开发问题具有一定的独特性。

本文将讨论实时数字成像处理器整机控制系统的系统组成及技术特点,并对运行在

1995-05-24 收到

* 国家863高技术计划资助项目,

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。

整机控制系统中的实时操作系统的特点进行阐述。本文还将进一步讨论在实时操作系统中整机控制系统的多任务调度、通讯、数据传递等问题，以及实时操作系统中“人机对话”问题，提出了解决问题的方法，并给出了整机控制系统的控制流程。

2 整机控制系统的组成

实时成象处理器是由正交解调、A/D 变换及缓存、方位预处理、转置存储器 (CTM)、方位压缩及多视处理、实时座舱显示、实时记录等功能模块组成，系统框图如图 1 所示。图中虚线框内为整机控制系统的主板及各可控子系统。

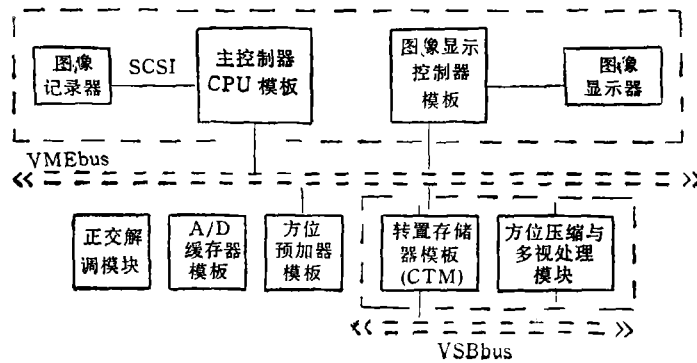


图 1 机载 SAR 实时数字成象处理器结构框图

整机控制系统由主板 167 及一系列通讯接口组成，它对 CTM、方位处理、显示及记录等子系统进行初始化和实时控制，设置系统参数，对操作员的键盘输入命令进行响应等。整机控制系统还具有对显示卡、CTM 板进行自检的能力。

整机控制系统的核心是主板 167。它通过 VME 总线与 CTM、方位压缩处理器、显示及记录等功能模块相联。所有的控制信号、通讯信号、数据流均由主 CPU 通过 VME 总线传送至各功能模块。

3 实时操作系统的构成

在实时数字成象处理器中采用的实时操作系统的结构如图 2 所示。其中 pSOS+核是实时操作系统的核心所在，称为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、多子任务通讯及与 UNIX 部分兼容等功能。

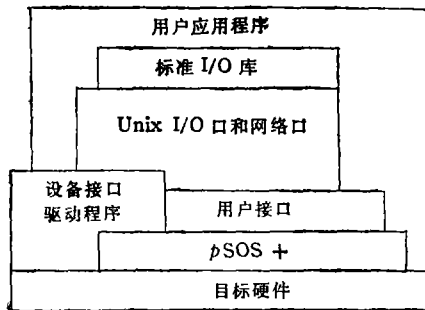


图 2 实时操作系统结构

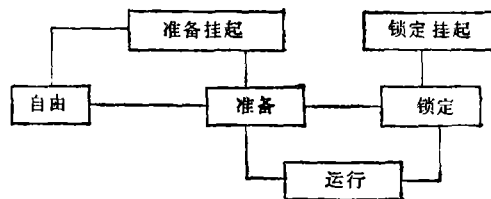


图 3 任务状态转换图

pSOS+可对任务(tasks)、队列(queues)、信号灯(semaphores)、动态缓存区(regions)、内存区(partitions)、时间片(timers)等六类目标进行控制。其中任务是pSOS+实现实时性多任务处理的基本单元。一个任务有六个主要的状态,即运行(running)、锁定(blocked)、准备(ready)、锁定挂起(blocked and suspended)、准备挂起(ready and suspended)、自由(free)状态,各状态之间可相互转换,如图3所示。在多任务系统中,pSOS+交替地在多个任务之间分配CPU时间,使几个任务看起来在同时运行,pSOS+以任务的状态来判断一个任务是否在运行,或等待占用CPU时间,或等待系统的其它资源。

pSOS+通过对任务的调度,使各任务在以上几个状态之间转换。pSOS+对任务的调度方式有三种,一是以优先级为基础的方式,二是以抢先优先为基础的方式,三是以抢先优先为基础的循环时间片调度方式。

pSOS+提供了方便灵活的通讯机制,任务之间可通过信息队列、事件、信号灯、异步信号等进行通讯,使任务之间的状态发生变化,从而达到使整体协调动作的目的。其中信息队列主要用于任务之间的通讯及同步,任何一个任务可通过队列传递信息、获取信息,以及控制任务自身及其它任务的状态。

4 多任务的调度及通讯

4.1 多任务的设立 从实时处理器的实时性和数据处理的高速性考虑,主CPU不可能在同一任务中顺序地完成对多块功能模板的控制以及多板之间的数据传递、通讯等功能,必须在整机控制的流程上,设立多个子任务,运用pSOS+的系统调用和内部协调,使几个子任务并行地或交叉地完成这些功能。故在整机控制系统中根据其功能,设立了显示记录等多个子任务。

4.2 多任务的调度 多任务的调度问题指的是多个子任务优先级的确定及时序上的协调。实时数字成像处理器的实时性及高速性要求整机控制系统从方位处理器接收数据与显示记录图象数据同步进行,即任何一个任务不能独占CPU很长时间,否则会出现现在显示记录处理上一帧数据的同时,新一帧数据流已到达,而主CPU此时仍被显示记录占用,不能及时响应接收新的数据,造成数据的丢失。为此,必须对多任务的优先级做合理的选择,做到既可兼顾高优先级任务的占先性,又可兼顾同等优先级任务的并行性,依靠pSOS+的内部管理,使多任务交替地占用CPU。通过对pSOS+调度方式的适当选择,整机控制系统实现了数据接收与显示记录交叉进行,显示与记录同时运行,既避免了数据的丢失,又保证了主CPU时间及主板内存资源得到充分的利用,从而也保证了整个系统的实时性及高速性。

4.3 多任务之间的通讯 pSOS+提供了信息队列及事件等通讯机制,通过它们可实现整机控制系统中子任务状态的改变及子任务之间的数据传递。

当一个处于锁定状态的子任务收到它所等待的队列时,就会从锁定状态转为运行状态。任何一子任务都可以根据系统时序上的要求,向其它子任务发出信息队列,控制其它任务的启动或中止。通过系统软件中不同通讯机制的加入,可以灵活地控制协调多任务的动作。

5 整机控制系统的模式设定及“人机对话”的实现

根据设计要求,整机控制系统的工作模式设定为三个:(1)系统参数设置模式;(2)自检模式;(3)成象模式。

在系统参数设置模式中,可将存于 NVRAM (带电随机存储器)中的基本成象参数的缺省值调入内存,操作员可根据需要,键入需要修改的参数,再存入 NVRAM 中(以避免被冲掉)。

在系统正式运转前,可进入自检模式,对系统的功能模块进行检查。一旦发现问题,监视终端上会有“error”信息出现,系统报错;否则会显示“pass”,表示系统通过自检。

在成象模式中,主控将设置的参数送给各分机,并启动各分机进入工作状态。

整机控制系统对各工作模式的管理是通过“人机对话”方式实现的,即对应系统的三个工作模式,分别设立了模式选择菜单、系统参数表修改菜单、自检监视菜单、成象方式选择菜单等多级管理菜单;操作员可根据需要,从键盘输入参数,或进入、退出任何一种模式,或选择可选项等。

6 结语

本文对机载 SAR 实时成象处理器整机控制系统的系统构成及有关技术特点进行了讨论;对系统中采用的实时操作系统的特点及运用进行了阐述;并进一步讨论了在实时系统下多任务的调度、通讯、“人机对话”等问题;给出了解决问题的方法和系统流程。

目前,机载 SAR 实时成象处理器已多次用于实时应用飞行,进行了大面积成象,各分机系统在整机控制下,均达到了协调一致的工作,成象质量高,系统性能稳定,达到实用水平。

参 考 文 献

- [1] 乔蓉蓉. 机载 SAR 实时数字成象器整机控制系统研制技术报告. 北京: 中国科学院电子学研究所内部工作报告,1994.

MASTER CONTROL SYSTEM OF AIRBORNE SAR REAL-TIME DIGITAL IMAGING PROCESSOR

Qiao Rongrong

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

Abstract The architecture and technical characteristics of the master control system of airborne SAR real-time digital imaging processor (RDIP) are studied. Master Control system (MCS) is designed under the real-time operating system(OS). The real-time (OS) is built around the industry standard real-time executive known as the pSOS+. The pSOS+ supports real-time system by using basic multitask mechanisms, and the real-time OS is designed to perform functions or tasks in a nonsequential manner. The mechanisms of pSOS+ tasks scheduling, tasks communication and synchronization in the RDIP MCS are discussed. Furthermore the questions about data transporting among tasks and man-machine dialogue also discussed.

Key words Real-time digital imaging processor, Master control system, SAR