

武汉区域气象中心实时气象资料库系统

沈惠圻 龚贤创 孙军远

(湖北省气象通讯台)

提 要

本文介绍武汉区域气象中心实时气象资料库系统及该系统采用的多道任务程序设计及其通信等问题。简要地介绍数据结构设计中解决计算机内存少,加快实时资料库查询、检索速度而采取的多级索引、对半查询算法等技术。

一、概 述

武汉区域气象中心实时气象资料库(WMDB)是建立在PDP—11/44小型计算机上的一个实时业务系统。该系统将接收到的全球范围内的实时气象资料以数据库的方式进行存贮、管理。WMDB系统不仅可向本地终端用户提供实时气象资料的各种检索服务以及程序级实时气象数据调用,还可以向武汉区域气象通信网络上的各类计算机以及电传终端进行远程调用与检索。

WMDB系统是由三部分组成,它们分别管理不同形式的气象资料。这三部分是:气象公报子库(BSDB)、气象报告子库(RSDB)和气象要素子库(ESDB)。BSDB是按照世界气象组织、全球通信系统的规定,以气象公报为存放单位,由时间、气象公报简式报头(TTAAii CCCC)、公报正文(TEXT)三大部分组成。RSDB建立在实时气象公报子库基础上,对实时气象公报进行严格的检查、报告分割、订正处理,形成以站为单位的气象资料,并负责管理这类数据资料。ESDB则是建立在RSDB基础上的更深一级产品。ESDB将气象报告中的电码,按照电码字典进行译码,然后进行极值判断,形成具有物理意义,可以直接参加计算以及进行天气分析的数值,ESDB负责对这类数据进行管理。

WMDB系统硬件支持环境:PDP-11/44计算机(其磁盘容量为121兆字节,内存容量为1兆字节)、磁带机、宽行打印机、同步/异步通信规程接口、终端。软件支持环境:RSX-11M-PLUS实时多用户操作系统、C语言、MACRO-11汇编语言。WMDB系统硬件框图见图1。

WMDB系统提供的功能有:

- (1)提供3天,纬度为10—75°N,经度为30—135°E实时气象资料。
- (2)用户分别可以在本地终端、局地及远程气象通信数据交换网上检索调用实时气

象资料库中的资料。

(3)实时气象资料库20类气象公报, 15类气象报告, 15类气象要素以及12类气象统计信息。

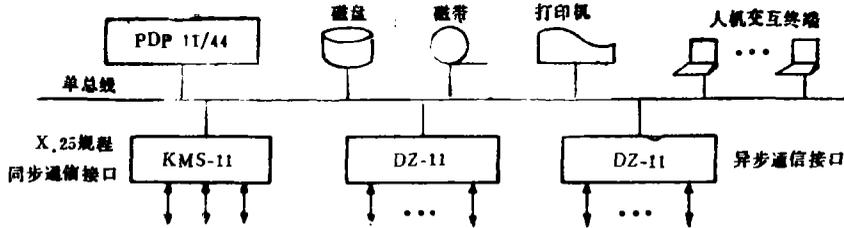


图1 WMDB系统硬件框图

- (4)用户可按气象公报报头及时间组等关键字对气象公报进行检索。
- (5)用户可按报类、时间、区号、区站号、经纬度检索各种气象报告。
- (6)用户可按报类、地理区域范围、经纬度等关键项检索各种不同的气象要素。
- (7)用户可在指定的区域范围内, 检索某类气象要素的极值以及平均值。
- (8)WMDB系统可同时管理8条同步规程的线路, 64路异步规程的通信线路及4个终端。它实时接收、处理、编辑、管理由这些线路收集到的各类资料。
- (9)WMDB系统总共向用户提供约100多种要素、24种气象要素统计值。
- (10)WMDB系统提供实时监测以及各种统计信息功能, 管理员能随时监视系统工作情况以及获取各种系统工作参数。

二、WMDB软件结构

WMDB系统由实时资料收集(包括异步电路、同步HDLC电路管理)、输入数据处理、报告格式检查、数据库文件管理、远程/局地终端检索等几大任务组成。

WMDB功能框图见

图2

WMDB系统中, 实时资料收集任务主要是负责管理各种类型的电路。输入电路有标准RS-232(其中包括各种类型的EIA和20mA电流环方式)以及按照HDLC规程的同步电路, 总共64路全双工异步线路, 8路同步线路。该任务收集各种线路输入的各种气象资料, 它完成

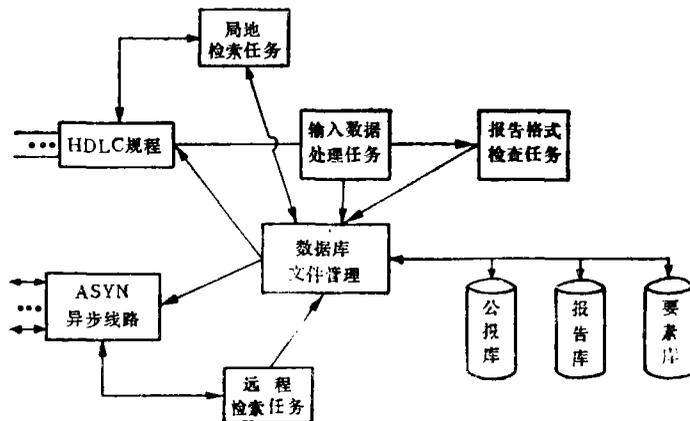


图2 WMDB功能框图

工作有: 对不同通信接口进行初始化, 监视各通信线路工作情况, 将所接收到各类气象资料以512字节为单位, 批量提交给后续任务, 进行加工处理, 对于由远程气象通信网内不同用户对实时资料库进行检索、查询命令, 该任务还负责将资料库中的数据进行规格化, 并按其线路规程要求传输给检索方。

输入数据处理任务对实时资料收集任务提交的数据块进行加工处理。处理工作大致包括对输入公报的简式报头TTAAii CCCC进行格式检查, YYGGgg日期时间组检查。对出错的公报, 它将交给人机交互终端, 由人工修改、补正。

当接收到的实时气象资料通过了语法检查后, 输入数据处理任务将一份完整的数据分别提交给数据库文件管理任务和格式检查任务。数据库管理任务将所接收到的气象公报数据存入公报子库。而格式检查任务则对公报数据进行进一步精加工。

报文格式检查任务将一份完整的气象公报进一步进行精加工, 首先是进行格式检查, 包括MiMiMjMj组检查、非法字符检查、字母-数字交换、五码数字检查、层号检查(高空气象数据层号合法性检查)、报文分割、报告最大长度检查。一份气象报告经过上述检查后, 根据站号、经纬度字典对它进行查寻比较, 如果命中, 则进行进一步的处理, 否则舍去。当某一站资料为有效时, 则根据报类要素译码字典, 进行要素译码工作。

数据库文件管理任务, 分别管理公报子库、报告子库和要素子库。它完成3个子库数据内容更新、插入、删除、修改、转贮以及文件的初始化等一系列工作。除了上述数据管理工作外, 当局地终端以及远程计算机(终端)或程序级调用时, 该任务负责完成各类数据的检索、查寻, 并将数据格式化。对在远程气象通信网上传输的数据, 需要将数据的二进制值转换为ASCII码或国际No. 2码, 然后进行传输。

局地、远程终端检查任务接收用户通过终端或由其它计算机传送来的各种检查命令, 然后根据所定义的检索命令字典, 对检索命令进行检查。如果用户命令格式不对, 则将错误命令加装一个信封返回给发出方, 并指出出错的位置。当检索命令正确, 则按用户的要求, 完成实时资料库的检索工作。检索任务向用户提供一套完整实时气象资料库检索命令, 远程用户检索命令与本地终端用户检索命令完全一致, 用户不需要重复记忆检索命令。

三、多任务程序设计与任务间通信

武汉区域气象中心实时气象资料库系统的设计是按照多任务并发执行思想进行的。按照多任务实时操作系统的观点, 任务(亦称为进程)是指在计算机中运行的程序。RSX-11M-PLUS(多用户实时操作系统PDP-11/44计算机)操作系统支持多任务并发执行。多任务共享CPU资源。这种设计思想是将封闭式、单一程序设计, 变成开放性、多级程序设计。这样可以使一个复杂的程序设计(工作流程)分解为多个相互独立, 同时相互联系的程序设计。各任务执行时, 按流水作业法, 这样提高了计算机各资源的利用率。另外, 系统的维护和程序调试方便。其次, 当系统的局部故障时, 不会影响整个系统的工作。

WMDB系统是由多个并发任务组成, 各个任务均有独立工作使命, 在计算机内并发执行。WMDB系统工作有向图见图3。

该图中, A为实时资料接收任务, B为输入数据处理任务, C为报告格式检查任务, D为数据库文件管理任务。

a1-a4, b1-b4, c1-c4, d1-d4 为各任务随时间的工作序列。a1在时间上先于a2、b1, b1在时间上先于b2、c1, c1在时间上先于c2、d1。这说明实时资料接收任务首先运行, 经过一段时间后, 其它任务相继激活开始工作。a2b1, a3b2c1, a1b3c2d1, ……在程序执行时, 时间是重叠的。采用这种多任务思想设计系统, 明显加快了系统运行速度, 满足实时气象资料库系统快速收集、处理、加工实时气象资料的要求。

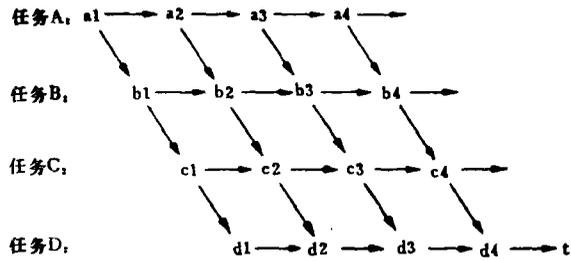


图3 WMDB系统工作有向图

WMDB系统的任务均具有两种工作状态: 1. 挂起态, 任务处于此种状态时, 不竞争CPU资源, 处于等待。2. 工作态, 当外部事件激发下, (如实时气象资料输入时, 或人机交互检索时)处于挂起态的任务被激活, 各个任务完成某一特定的工作, 并唤醒其它任务。当外部事件处理结束后, 各个任务相继返回挂起态, 等待下一个事件的到来。

RSX-11M-PLUS操作系统提供两条宏指令, 它们分别可将某任务置成挂起态或将某一任务从挂起态变为运行态。命令SPEND\$可以使某一任务进入挂起态。RESUM\$则可以将某任务从挂起态变为运行态。

WMDB系统是由多个任务组成的系统, 任务之间的通信是非常关键的环节。在多任务并行工作环境下, 每一任务都以各自独立、不可预知的速度向前推进。而任务之间须相互合作, 在一定时间内交换信息, 例如: 甲任务将数据交给乙任务, 需告诉乙任务: 数据长度以及数据在磁盘上或内存中相应的地址等有关信息。多任务之间的通信将保证各任务的协调一致工作, 避免系统的紊乱。

RSX-11M-PLUS提供任务级通信方式有:

a. Send方式: A任务通过调用系统宏指令SEND\$, 将指定缓冲区中的数据发给B任务。这样B任务可以得到A任务工作状态或所需中间结果。

b. 公共数据方式, 这种方式是在甲、乙两任务在运行时对公共数据区进行动态的修改。经过预先预定后, 甲、乙两任务则可以通过公共数据区方式传输任务间的信息, 完成任务间的通信。

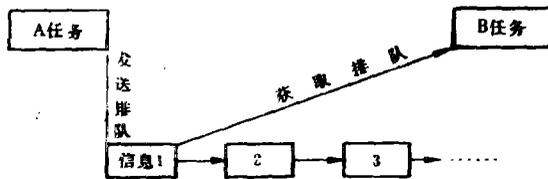


图4 A、B两任务通信排队图

WMDB实时气象资料库设计中, 任务之间通信是通过建立任务之间通信排队进行。

A、B两任务通信排队见图4。

A任务将所需传给B任务的数据按照排队方式(先进先出)送到A、B通信队列上去, 同时唤醒B任务, B

任务则通过 AB 通信排队链上逐一取出公共数据块, 并进行后续处理, 当 B 任务将排队链取空, 则说明所需做工作结束, 则发 SPEND \$ 宏指令将自己挂起。

四、实时气象资料库数据结构及文件管理

WMDB 实时气象资料库存放 3000 多个气象报头, 近万个气象站号表。如何对着这些气象报头与气象站号表进行快速查找, 是系统设计中的一个重要环节。由于 PDP-11/44 计算机内存为 1M 字节, 字长为 16 位, 而对一个单独任务, 可用程序空间为 32K 字节, 数据空间为 32 字节。而这样一个庞大的站表不可能全部一次调入内存。为此, 在 WMDB 数据结构设计中采用多级索引方式, 见图 5。

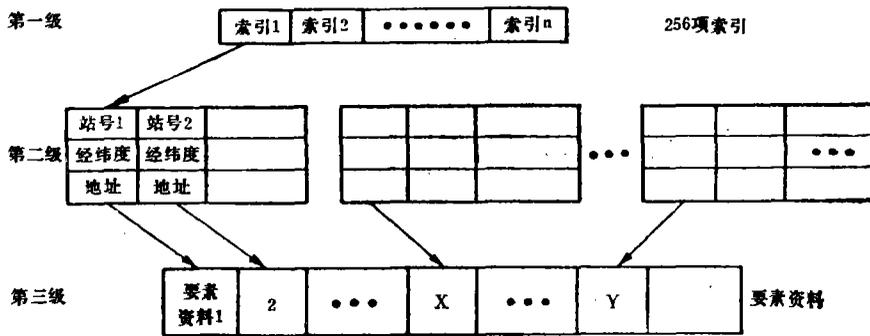


图 5 站号经纬度索引表数据结构图

建立多级索引的思路是这样的, 首先将所有站号按序排队, 由每 128 个站号取出一个站号建立第一级索引。第一级索引由 256 项组成, 每一项存放某一区域范围内站号的磁盘文件地址。第一级索引常驻在内存, 仍占 0.5 K 字节。

第二级索引分别为 128 项, 每一项包括某一站号以及相应经纬度, 同时存放该站资料在要素子库中的地址。

当某一站资料收集到后, 首先通过第一级索引确定其站号所在区域范围。由对半查寻算法, 第一级索引所需最大查寻次数为 $N_1 = \log_2 256 = 8$ (次)。定出区域后, 通过第一级索引确定磁盘地址, 读出第二级索引 128 项内站号与本站比较, 用对半查寻算法, 第二级索引最大查寻次数为 $N_2 = \log_2 128 = 7$ (次)。

这样查寻一站资料, 需进行一次读盘操作, $N_1 + N_2 = 15$ 次查寻比较过程, 便可确定该数据的位置。这种两级索引方法, 所占内存少, 仅用 1 K 字节, 建库、查询、检索速度快。

WMDB 系统的文件系统是利用 RSX-11M-PLUS 操作系统提供的 RMS (Read Manager System) 系统工具进行生成的。文件以记录为单位, 记录定长为 512 字节, 以随机方式进行存贮。

实时气象资料库的文件系统是由多个任务共享, 在同一时刻多个任务能同时对其进行访问。在多任务组成的系统中, 多任务并行工作及文件共享之间互为存在条件; 因为系统如果不允许多任务并行, 也就不存在文件共享的问题。另一方面, 若资料库文件系

统不能达到共享,也必将降低系统任务并行执行的速度。为了使文件系统达到多任务共享,在文件OPEN操作时,增加“SHARED”共享选项,这样避免了某任务独占文件的现象。

另外,在对文件记录进行读写操作时,规定了读写优先级,读操作优先级低于写操作优先级。在写记录过程中,将记录封锁住,不允许对该记录进行其它操作,这样就避免了由于共享,而造成记录内容紊乱的可能。

五、结 束 语

武汉区域气象中心实时气象资料库系统建成后,为华中区域的各级气象台站以及湖北省防汛抗洪提供了大量准确及时的气象情报,取得了显著的经济效益和社会效益。

THE REAL-TIME WEATHER DATA BANK SYSTEM IN THE WUHAN REGIONAL METEOROLOGICAL CENTER

Shen Huiqi* Gong Xianchuang* Sun Junyuan*

ABSTRACT

Described herein are the real-time meteorological data bank system, the multi-task program design adopted in the system and the communications, in the Wuhan Regional Meteorological Center. Besides, a brief account is given to the multi-index and half-search techniques which are adopted in the data structure design to solve the problem of relatively small memory capability and to quicken the searching speed of the real-time data in the bank.

* Affiliated with the Meteorological Communications Station, Hubei Province