

指挥控制系统软件结构化分析与设计

何 红

摘要: 概要介绍了以软件工程为基础的指控系统分析和设计过程, 给出系统软件总体结构, 数据流图和相应软件结构图, 介绍了系统数据字典自动生成软件包设计与实现, 讨论了模块间数据接口, 给出了系统软件流程。

一、引 言

先进的对抗武器系统是一个功能强、设备多、实时性要求高的较庞大复杂的系统。指挥控制部分是整个系统的中枢, 集作战指挥、系统控制及信息处理于一身, 是一个典型的C³I系统。其主要功能: (一) 接收信息; (二) 相关处理; (三) 威胁等级评定; (四) 作战方案确定; (五) 态势估计和航迹显示; (六) 功能检测; (七) 友好的人机界面。作为一个军事指挥控制系统, 它是一个大型软件系统, 需要大量集成软件部件, 其功能强、信息量大、信息关系复杂、实时性强、可扩充性和可维护性要求高, 一般小型系统的传统设计方法已不能满足要求, 以软件工程方法开发系统成为必然。

在系统分析阶段, 经过硬件体系结构确定, 和对系统功能的深入剖析, 产生了目前系统逻辑功能图, 在此基础上生成数据流图, 并进行数据流图细化, 编制了相应数据字典自动生成软件包。

在系统设计阶段, 以数据流图为蓝本, 运用变换为中心、事务为中心相结合设计策略, 将数据流图转为软件结构图, 进行模块分解优化, 模块间数据接口定义, 最后在AST-386上实现总控程序, 将各个子系统联成一个有机整体, 以正确实现作战活动中各项指挥功能。

二、系 统 概 述

(一) 基本逻辑功能作为一个C³I系统, 为完成其指挥、控制及信息传输, 必须具有以下基本逻辑功能图, 在此略去。

(二) 系统体系结构

1. 预处理机分布处理

经过对系统需求分析, 得出(1)信息量大, 外部多达7个以上设备各自以20Hz频率向指控中心发送数据。(2)实时性强。指控中心从接收数据到命令发出, 其反应时间仅为1.7s。这对微机目前每秒几百万条指令而言, 其处理速度跟不上, 因而必须采用分布式处理。即每个探测源来的数据先经预处理机处理, 然后汇总到主机综合处理, 从而解决系统实时性高的要求, 并能提高系统可维护性和可靠性。

注: 本文作者的导师为高品忱

2. 系统程序总体结构

选择了“面向程序文件”的程序结构。即模块之间通过计算机程序进行通讯，主机与预处理机之间经过共享存储体通讯。选用此结构，便于程序编写，易于控制程序执行。

确立了系统体系结构，在这种结构基础上，设计出目前系统的逻辑功能图见图 1。

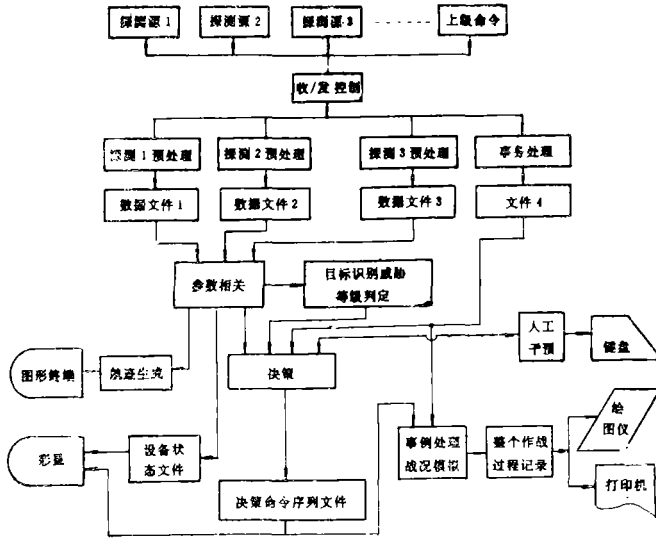


图 1

三、系统分析

系统分析中，运用了数据流图这一结构系统分析工具，用它表达数据在系统内部逻辑流向，表达系统逻辑功能和数据逻辑变换。因本系统功能复杂、信息量大，采用自顶向下逐层扩展，先用少数几个处理逻辑高度概括整个系统逻辑功能，即生成预处理机 1、预处理机 2、预处理机 3 和主机的第 0 层数据流图。

经过对系统功能深入剖析，对系统中大量数据进行提炼分类，不断分层细化。在数据流图中进行逻辑功能细化和数据流细化，在细化中，保持各层数据流的“平衡”。

本系统共生成 16 张数据流图，基本上能满足系统逻辑功能，但仍有的处理逻辑有待进一步细化。经过反复验证、核查及完善，这些数据流图，反映了系统内部数据流向，满足功能处理要求，是合理的。

数据流图是系统分析的得力工具但它不能表达系统全部逻辑特征，特别是有关数据的详细内容，无法在图上表示，数据字典正好可弥补数据流图在这方面的不足。由于系统数据多，关系复杂，不仅在分析阶段，既便是在设计阶段，有时也会根据需要对数据流图作适当调整，从而数据字典也会相应变化，而此变化会因数据流图中数据之间相关性，而产生一系列变动，用手工方式完成这种工作，是比较费时费力的，因此设计了数据字典自动生成软件包。

四、数据字典自动生成软件包

(一) 数据字典组成、功能

数据字典有五种基本成份 (1) 数据元素; (2) 数据结构; (3) 数据流; (4) 数据存贮; (5) 处理逻辑, 它们之间相互关系如图 2 所示。

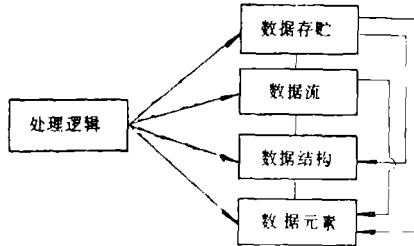


图 2

其功能为 (1) 查询 (2) 增加 (3) 删除 (4) 修改 (5) 一致性完整性检验。

(二) 算法及数据结构

1. 由于在数据流图中, 同一个数据成份可能会包容在其它的数据成份中, 因此若修改、删除某一成份, 势必引起与之相关的数据成份变化, 为解决这一问题, 利用五种数据成份依次包容关系, 将含有同一成份的项用数据链连接起来, 那么改变基本成份, 则相应链上数据项也随之变化, 这样便省去繁杂的查询过程。

另外对一致性、完整性检验, 即数据流对数据存贮、处理逻辑的指向关系, 同样也可采用链接方法解决, 从而达到数据结构统一性。

2. 快速查询, 从功能上看, 查询、检索是数据字典应用较频繁的, 因而查询速度也需考虑。为解决这个问题, 对关键字建立散列函数, 将具有相同散列值的数据链在一起。

3. 数据结构, 为了实现算法提出的功能, 使用了引用自身结构的结构数据, 此结构中有指向该结构的指针, 用这样的指针就可以将有关系的结构连接起来, 从而达到1款中两个问题的链接要求。

五、系统设计

系统设计就是决定系统由哪些模块, 用什么方式联结起来, 构成为一个最好的符合系统逻辑功能要求的系统结构。在这里运用了软件结构图, 表达被分解为若干模块组成的系统结构, 并能表达这些模块间接口。这些结构图有如下特点:

1. 考虑到系统实时性要求, 因而图上控制信息较多。
2. 模块接口信息, 用接口表格表示。
3. 采用总控模块结构, 起调度、控制作用, 以协调下层模块执行。以下给出主机总控软件结构图 3。

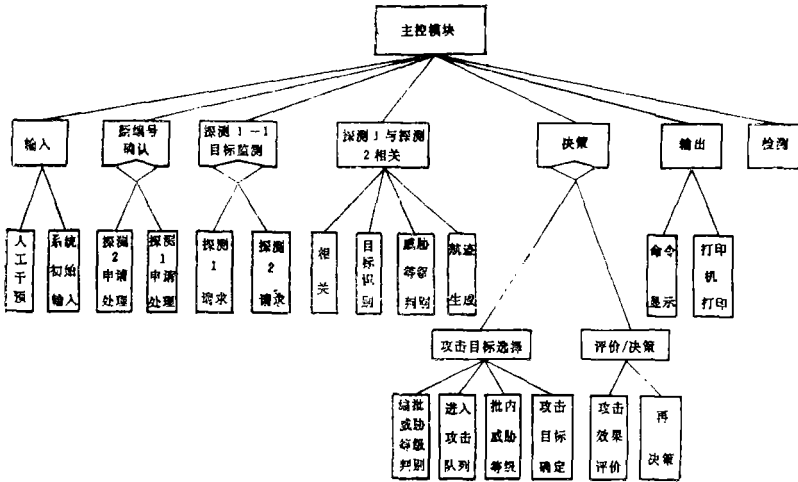


图 3

六、主控软件实现

主控软件根据结构图，用程序实现结构图的顶层控制程序。

依据数据字典的数据描述，确定数据结构。

将每个模块设计为一个函数，以函数参数形式调用，或对公共数据区操作，完成各个模块之间接口。

充分利用软件结构图控制标志，更好地满足实时性要求。

整个作战指挥主控程序是受模块请求标志控制的。程序采用查询方式轮询各模块请求标志，若有请求，则进入该模块进行相应处理。

如框图 4

从该流程图可知，控制程序一经启动，它一直处于循环状态，当有了输入、有了处理请求，则系统转入相应处理。

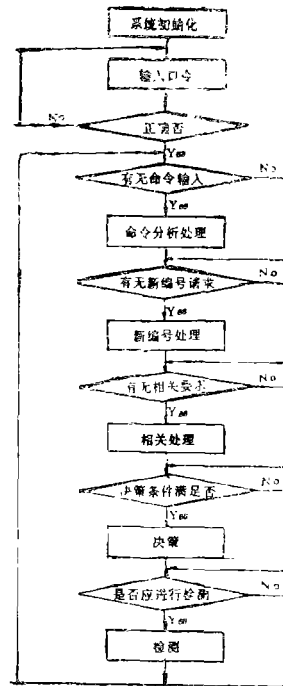


图 4

参 考 文 献

- [1] 潘锦平：《软件开发技术》上海科学技术出版社，1985.2
- [2] [美] Ray, Ducan; 资志强、李昌译：《DDS高级程序员指南》，北京联想计算机集团公司，中国科学院计算所新技术发展公司
- [3] 高茂忠：《C程序设计高级教程》，北京航空航天大学出版社，1990

The Constructional Analysis and Design for the Software of the Command and Control System

He Hong

Abstract

This paper introduces analysis and design for the command and control system. It gives the general structure of the system software. Data Flow Diagram. Additionally, it introduces the DD manager for DD's auto generating. Finally it discuss the interfaces between modules.

This paper attempts to give the general outline and rule for the develop of large system and make it more systemtic and engineering.