

# 软件无线电技术在防空 C<sup>3</sup>I 系统中的应用

齐崇英, 陈西宏

(空军工程大学 导弹学院, 陕西 三原 713800)

**摘要:**介绍了软件无线电的概念、组成和特点;分析了研究软件无线电信息处理的意义及可行性;阐述了面向对象的方法;将面向对象的方法与软件无线电的设计思想相结合,提出了应用于防空 C<sup>3</sup>I 系统中的面向对象的软件无线电信息处理的概念,并研究了其设计方法。

**关键词:**软件无线电;面向对象;信息处理

**中图分类号:**TP925 **文献标识码:**A **文章编号:**1009-3516(2001)04-40-42

防空指挥自动化系统(简称 C<sup>3</sup>I 系统)本质上是一个军事信息处理系统,它的主要功能是信息获取、处理、决策和对部队实施指挥与控制以及战场管理等。因此,信息处理是整个 C<sup>3</sup>I 系统中极为重要的组成部分。传统的信息处理采用 PC 机作为硬件平台,用高级语言编程来实现。由于 PC 机的通用性及高级语言不直接对硬件进行操作,其信息处理速度受到很大限制,价格昂贵且硬件体积笨重,不利于战术转移,系统稳定性不高,不易维护。

随着高速数字信号处理器(DSP)的研究开发,软件无线电技术得到飞速发展,它为防空 C<sup>3</sup>I 信息处理的进一步发展提供了机遇。因此,构造基于高速 A/D/A、DSP 芯片的硬件平台,通过编写应用程序来实现信息处理的基本功能,用高度集成专用芯片取代通用 PC 机,不仅大大提高了信息处理速度,适应现代战争实时性的要求,而且可以使信息处理系统小型化,便于机动转移。本文将面向对象的方法与软件无线电的设计思想相结合,将其应用于防空 C<sup>3</sup>I 信息处理中,从而为防空 C<sup>3</sup>I 信息处理技术提供了一条崭新的途径。

## 1 软件无线电概述及面向对象的方法论

软件无线电的概念是由美国科学家 Jon Mitola 于 1992 年 5 月在美国电信系统会议上首次明确提出的<sup>[1]</sup>。其基本概念是将硬件作为无线通信的基本平台,将尽可能多的无线及个人通信功能用软件实现。软件无线电的核心是将宽带 A/D 和 D/A 尽可能靠近天线(将 A/D 和 D/A 由基带移到中频甚至射频),用实时高速 DSP/CPU 代替传统的专用数字电路做 A/D 后的一系列处理,将无线通信的各种功能采用软件进行定义。软件无线电代表的是一个软件可重构的无线电体系,它的可重构性主要体现在其射频、中频以及基带信号处理可以通过软件编程来控制 and 实现。其硬件平台可以用可编程的数字信号处理芯片或可重构专用功能信号处理器(DSP)来实现。

面向对象技术(Object-Oriented)简称 OO 技术<sup>[2]</sup>,其“对象”是指对客观世界实体的正确抽象。由于客观世界中的实体既具有静态的属性,又具有动态的行为,因此,面向对象方法中的对象是由描述该对象属性的数据以及可以对这些数据上施加的所有操作封装在一起构成的统一体。

面向对象方法具有以下四个要点:

1) 认为客观世界是由各种对象组成的。任何事物都是对象,复杂的对象可以由比较简单的对象以某种组合而构成。

2) 把所有对象都划分成各种对象类(简称类,Class),每个对象类都定义了一组数据和一组方法。数据用于表示对象的静态属性,方法是指允许施加于该类对象上的操作。

收稿日期:2000-06-25

作者简介:齐崇英(1978-),男,河北石家庄人,硕士生,主要从事防空 C<sup>3</sup>I 系统通信技术研究。

3) 按照子类(派生类)与父类(基类)的关系,把若干个对象类组成一个层次结构的系统。即继承性(Inheritance)。继承使得相似的对象可以共享程序代码和数据结构,从而大大减少了程序中的冗余信息。

4) 对象彼此之间仅能通过传递信息互相联系(Communication with messages)。对象是进行处理的主体,必须发信息请求外界执行它的某个操作,处理它的私有数据,即“封装性”。

因此,面向对象的方法论可以用下列方程来概括:

$$OO = \text{Objects} + \text{Class} + \text{Inheritance} + \text{Communication with messages}$$

此外,面向对象的方法还具有多态性等机制,只有同时使用对象、类、继承和消息的方法,才是真正面向对象的方法。

## 2 软件无线电技术在防空 C<sup>3</sup>I 系统中的应用

防空指挥自动化系统本质上是一个军事信息处理系统,防空指挥自动化的实现,也是建立在系统内特定信息处理的基础上。其信息处理过程如图 1 所示<sup>[3]</sup>。

雷达信息源模块是 C<sup>3</sup>I 系统与外界进行信息交流或接收目标信息的传感器,它的输入是模拟信号。对于射频可编程软件无线电,此模块就是接收天线,通过软件设计,可以实现接收信号的波形可编程控制。对于中频可编程软件无线电,则雷达信息源模块就是接收天线及其射频前端。

信息处理与传输系统模块、决策系统模块和数据传输系统模块。其中信息处理与传输系统模块又可分为几个模块。例如:一次处理模块、二次处理模块及三次处理模块等。雷达情报经过三次处理,获得关于目标的综合航迹信息,这些信息被送到防空指挥自动化系统的指挥决策功能模块(主要包括目标识别模块、威胁估计模块、诸元计算模块和目标分配模块等),指挥决策模块根据综合的航迹和其它敌、我双方的情报;完成目标识别、威胁估计、诸元计算、目标分配等任务。其结果作为指挥信息流送往下级单位,即执行单元,最终实现对系统的控制和引导等。将此部分划分为不同的功能模块,由一定的硬件器件,通过编写软件程序来实现其各项功能。另外,增加人机接口模块以实现指挥决策人员对信息处理过程的指挥控制。

软件无线电信息处理就是在一种模块化的通用硬件平台上,通过软件来定义功能的信息处理系统。它是一种基于宽带 A/D/A 器件、高速 DSP/CPU,以软件为核心的崭新的体系结构。而面向对象的软件无线电信息处理设计首先应将信息处理的功能模块划分为不同的对象,然后通过不同对象的有机组装和它们之间的通信,由软件完成信息处理的主要功能。根据对信息处理的实时性要求和大数据量特点,以及体积功耗限制和目前芯片水平,可选用合适的芯片。典型的软件无线电信息处理的系统框图如图 2 所示。

为实现信息处理的快速、准确以及决策信息的实时执行,及时产生控制信号,可采用面向对象的方法,将信息处理应实现的功能分解为基本模块,并编制软件对象,通过需要的各类对象之间的通信机制和顶层软件管理,实现信息处理的功能。

例如:在信息处理中,滤波器是必不可少的。可以将其作为一个对象,这个对象所包含的基本操作就是对输入信号进行滤波,不同滤波器的所有数据是它的四个频率参数和带阻衰减参数,输入输出是不同的数据流,完成的功能是信号滤波。所以,无论哪个模块,其滤波可以拥有共同的滤波对象。需要时可直接调用滤波对象,实现资源共享。其它功能均可以采用类似方法用对象类实现。当具有完善的对象群体时,不同模块的相互作用就是不同对象的有机组合。

将面向对象的方法应用于软件无线电信息处理,可以使信息处理中基本相同的功能模块形成共同的对象,不同的功能模块形成不同的对象,对象之间标准的通信机制和信息处理的基本软件描述,使得软件无线

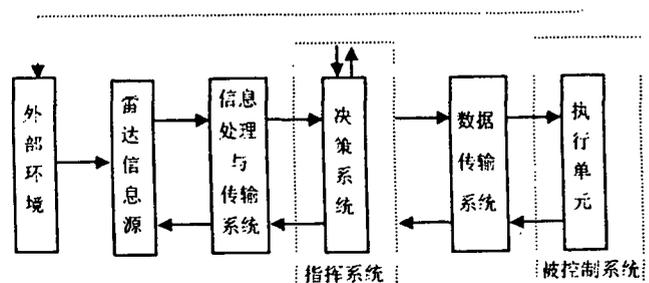


图 1 防空指挥自动化系统信息处理框图

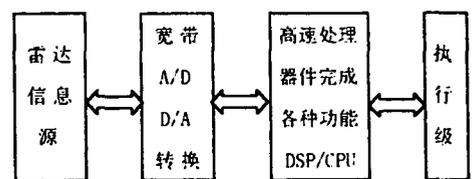


图 2 软件无线电信息处理系统框图

电信息处理成为不同模块的有机组合体。因此,面向对象的软件无线电信息处理具有通用性、开放性、稳定性、可扩展性和可维护性,能够适应现代战争对防空指挥自动化信息处理技术不断提出的新需求。

### 3 软件无线电信息处理的硬件平台

软件无线电信息处理的优势和优点均依赖于一个模块化的通用硬件平台。如何将软件无线电信息处理的不同功能单元互联起来,组成一个模块化的通用硬件平台,是非常重要的。传统的信息处理硬件平台为流水线结构,各模块之间采用实际电路互连,使得各个模块之间的耦合相当紧密,也就是说模块的独立程度不高。当信息处理模块功能改变而需要增加、去除或者修改某一功能模块时,都可能牵连到相应其它模块的改变。这种结构的硬件平台不具有开放性和可扩展性,不能应用到软件无线电信息处理中。为解决此问题,我们可采用双总线结构,即标准总线 and 高速数据总线共存,如图3所示<sup>[4]</sup>。其中,标准总线支持指令、控制和低速数据,高速数据总线提供高速数据的传输。

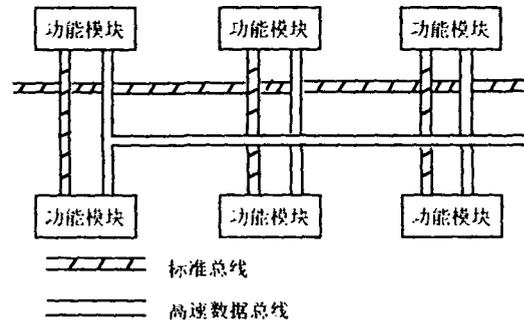


图3 双总线硬件平台结构

### 4 结束语

本文给出了防空 C<sup>3</sup>I 信息处理技术的一种新的体系结构,该体系结构结合了面向对象的方法和软件无线电技术的优点和特点,缩小了硬件体积,提高了信息处理的速度和精度,适合实时性和机动性的要求。

#### 参考文献:

- [1] Mitola J. The Software Radio Architecture[J]. IEEE Communications Magazine, 1995, 46(4): 26-38.
- [2] 张国峰. C++ 语言及其程序设计教程[M]. 北京:电子工业出版社, 1992.
- [3] 贺正洪,王 睿. 防空指挥自动化信息处理[M]. 西安:空军工程大学, 1999.
- [4] 黄忠华,崔占忠. 软件无线电引信研究[J]. 制导与引信, 2000, 21(3): 34-38.

## The Application of Information Processing Technology of Object Oriented Software Radio in Air Defence C<sup>3</sup>I System

QI Chong-ying, CHEN Xi-hong

(The Missile Institute of the Air Force Engineering University, Sanyuan 713800, China)

**Abstract:** This paper introduces the conception, component and characteristics of software radio, analyses the meaning and feasibility of researching the information processing of software radio, expounds the method of object-oriented, combines the method of object-oriented with the blueprint of software radio, puts forward the conception of the application of information processing technology of object-oriented software radio in air defence C<sup>3</sup>I system, and researches its designing method.

**Key words:** software radio; object-oriented; information processing