

# MATLAB 在通信系统仿真中的应用

周晓兰<sup>1</sup>, 张 杰<sup>2</sup>

(1. 安徽大学 计算智能与信号处理教育部重点实验室, 安徽 合肥 230039;

2. 安庆师范学院, 安徽 安庆 246011)

**摘 要:**实际的通信系统是一个功能结构相当复杂的系统,在对原有的通信系统做出改进或建立一个新系统之前,通常需对这个系统进行建模和仿真,通过仿真结果衡量方案的可行性,对这个系统做出的任何改变都可能影响到整个系统的性能和稳定。文中将 MATLAB 应用在通信系统仿真,对包含使能信号及端口的系统以及包含一个触发使能子系统的表决器进行仿真分析,从中选择最合理的系统配置和参数设置,提供应用于实际系统中所需的参考数据。

**关键词:** MATLAB; 通信仿真; 通信系统; 仿真建模; Simulink

**中图分类号:** TP391.9

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1673-629X(2006)09-0166-03

## Application of MATLAB in Simulation of Communication System

ZHOU Xiao-lan<sup>1</sup>, ZHANG Jie<sup>2</sup>

(1. Ministry of Education Key Lab. of Intelligent Computing & Signal Processing, Anhui University,

Hefei 230039, China; 2. Anqing Teachers College, Anqing 246011, China)

**Abstract:** Practical communication system is a system with complicated function and structure, usually have to carry out modeling and simulation before improving original system or establishing a new one. Can determine the feasibility according to the result of the simulation, and any change is likely to influence the performance and stability of the whole system. In this paper, apply MATLAB to the simulation of communication system; have a system including enable signal, port and a voter with a subsystem that includes a trigger and enable signal. In the simulation analysis of the system, choose the premium, configuration and parameter of the system, which provide the reference data in practical system.

**Key words:** MATLAB; simulation of communication; system of communication; contribution model of emulation; Simulink

## 0 引言

在通信技术日益发展的今天,人们对通信系统的性能以及造价都提出了比较高的要求,于是,通信仿真便应运而生。仿真是衡量系统性能的工具,它通过仿真模型的仿真结果来推断原系统的性能,从而为新系统的建立或原系统的改造提供可靠的参考。实际的通信系统是一个功能结构相当复杂的系统,因此,在对原有的通信系统做出改进或建立一个新系统之前,通常需对这个系统进行建模和仿真,通过仿真结果衡量方案的可行性,从中选择最合理的系统配置和参数设置,然后再应用于实际系统中。

## 1 通信仿真的一般步骤

通信仿真的一般过程即仿真建模、仿真实验和仿真分析3个步骤。应该注意的是,这3个步骤可能需要循环执行多次之后才能获得令人满意的仿真结果。

### 1.1 仿真建模

仿真模型是对实际系统的一种模拟和抽象,但又不是完全的复制。因此,仿真模型的建立需要综合考虑其可行性和简单性。仿真模型一般是一个数学模型,有多种分类方式,包括确定性(Deterministic)模型和随机(Stochastic)模型,静态(Static)模型和动态模型(Dynamic)<sup>[1]</sup>。在仿真建模过程中,首先需要分析实际系统存在的问题或设立系统改造的目标,并且把这些问题和目标转化成数学变量和公式。有了具体的仿真目标之后,下一步是获取实际通信系统的各种运行系数。同时,对于通信系统中的各个随机变量,可以采集这些变量的数据,通过数学工具来确定随机变量的分布特性,然后就可以通过仿真软件来建造仿真模型了。最简单的工具是采用C语言等编程工具直接编写仿真程序,还可以采用专门的仿真软件包括MATLAB, OPNET, NS2<sup>[2]</sup>等,这些软件具有各自不同的特点,适用于不同层次的通信仿真。

### 1.2 仿真实验

仿真实验是一个或一系列对仿真模型的测试。仿真过程中使用的输入数据必须具有一定的代表性,即能够从各个角度显著地改变仿真输出信号的数值。

收稿日期: 2005-12-10

作者简介: 周晓兰(1983-),女,安徽合肥人,硕士研究生,研究方向为光纤通信;导师:吴 萍,副教授,研究方向为光纤通信。

实施仿真之前需要确定的另一个因素是性能尺度。性能尺度指的是能够衡量仿真过程系统性能的输出信号的数值(或根据输出信号计算得到的数值)。

在明确了仿真系统对输入信号和输出信号的要求之后,最好把这些设置整理成一份简单的文档。编写文档是一个好习惯,它能够帮助人们回忆起仿真设计过程的一些细节。

最后,还应该明确各个输入信号的初始设置以及仿真系统内部各个状态的初始值。

### 1.3 仿真分析

仿真分析是一个通信仿真流程中的最后一个步骤。在仿真分析过程中,用户已经从仿真过程中获得了足够多的关于系统性能的信息,但是这些信息只是一些原始数据,需要经过数值分析和处理才能够获得衡量系统性能的尺度。另外一个需要注意的地方是,即使仿真过程中收集的数据正确无误,由此得到的仿真结果并不一定就是准确的,因为可能是输入信号恰好与仿真系统的内部特性相吻合,或者输入的随机信号不具有足够的代表性。

以上就是通信仿真的一个循环。仿真过程并不是一帆风顺的,而是一个螺旋式上升的过程,在这个过程中可能需要对原来的仿真模型进行若干次的修改,重新设计和调试,才能实现最初的设计目标<sup>[3]</sup>。

## 2 通信系统模型

下面介绍通信系统的模型。通信是指消息传递的全过程,即信息的传输与交换。通信的目的在于传递信息,所需要全部设备和传输媒介的总和称为通信系统。

### 2.1 简单通信系统模型

最简单的通信系统模型由信源、信道和信宿 3 个基本部分组成,同时在信道中还存在着干扰源。

### 2.2 一般的通信系统模型

实际的通信系统要比简单通信系统模型复杂得多,点对点通信系统的一般模型包括信源、发送设备、信道、噪声源、接收设备、信宿。

### 2.3 数字通信系统的一般模型

模拟通信系统应用比较早,也比较广泛,但近年来,数字通信系统以其显著的优越性得到了迅速的发展,而且日益兴旺,甚至有替代模拟通信系统的趋势。数字通信的基本特征是传输的信号是“离散”或“数字”的。数字通信系统就是利用数字信号来传递信息的通信系统,包括:信源、信源编码器、信道编码器、调制器、信道、噪声源、解调器、信道译码器、信源译码器、信宿。通信的任务是快速、准确地传递信息,从消息的传输方面来说,通信的有效性和可靠性是通信系统最主要的性能指标。

## 3 通信系统仿真模型

通信系统一般都可以建立数学模型。根据所需仿真的通信系统的数学模型,只要从各个模块集中找出所需的

模块,将其用鼠标拖到模型窗口中组合在一起,并设定好各个模块参数就可以方便地进行动态仿真。

MATLAB 具有强大的 Simulink 动态仿真环境,可以实现可视化建模和多工作环境间文件互用和数据交换。Simulink 支持连续、离散及两者混合的线性和非线性系统,也支持多种采样速率的多速率系统;Simulink 为用户提供了用方框图进行建模的图形接口,它传统的仿真软件包用差分方程和微分方程建模相比,更直观、方便和灵活。用户可以在 MATLAB 和 Simulink 两种环境下对自己的模型进行仿真、分析和修改<sup>[4]</sup>。

在 Simulink 中,通信系统仿真的一般模型如图 1 所示。

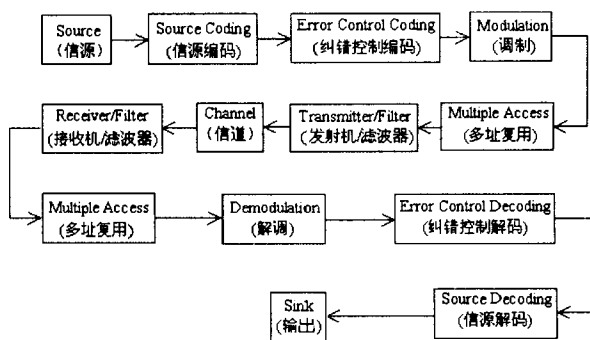


图1 通信系统仿真模型

在图中,每个框图都由一个子模块构成。在通信系统中,一般情况下,传输和接收所采用的技术是相互对应的。在建立通信系统仿真模型时,只需从相应的子模块集中找出所需的模块,然后进行组合即可。

## 4 仿真实例

下面用 Simulink 做两个仿真的实例。例 1 是包含一个触发加使能子系统的表决器;例 2 是包含使能信号及端口的系统。

### (1) 包含一个触发加使能子系统的表决器。

触发加使能子系统(triggered and enable subsystem)就是使能子系统和触发子系统的组合。它含有触发信号和使能信号两个控制信号输入端。当触发事件发生后,Simulink 检查使能输入端口,如果它的值大于零则执行该子系统。

该模型是一个三人表决器,当三人中有两人或两人以上同意决议(Constant 值设置为 1),则输出值为 1(表现为方波波形为正值);否则为 0。可以用游离示波器观测出(即第三个方波的波形)。将一种情况做图形演示。

当 Constant 的值有两个为 1 时(即其中有两人同意),使能子系统及其所在的模型如图 2 所示,使能子系统的输出波形如图 3 所示。

此种情况中,有两个输入值为 1,即有两人同意决议时输出的波形表现为 1 值。

### (2) 包含使能信号及端口的系统

使能子系统可以包含任何模块,无论是连续的还是离

散的。其中离散模块只有在子系统执行时,并且只有当它的采样时间同步时才执行<sup>[5]</sup>。使能子系统与模型同一时钟。

\* 模块 C(Block C),在使能子系统内部,采样时间为 0.125s。

\* 模块 D(Block D),在使能子系统内部,采样时间为 0.25s。

使能控制信号由 Pulse Generator(脉冲发生器)模块产生,其标签为 Signal E,它在 0.375s 时由 0 变为 1,在 0.875s 时返回到 0,如图 5 所示。

模块 A 和 B 的执行与使能信号无关,因为它们不是使能系统中的一部分。当使能信号变成正数时,模块 C 和 D 以它们各自指定的采样速率执行,直到使能信号再一次变成零。在使能信号变成零时,模块 C 在 0.875s 时并未执行。

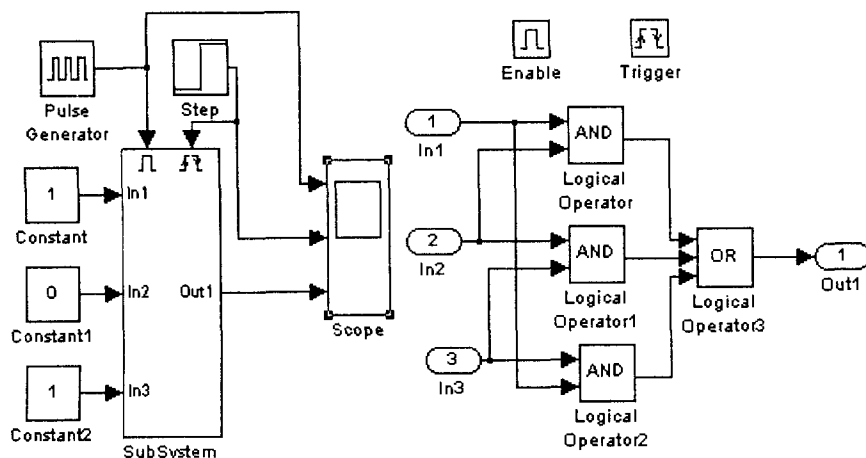


图 2 使能子系统及其所在的模型(Constant 有两个为 1)

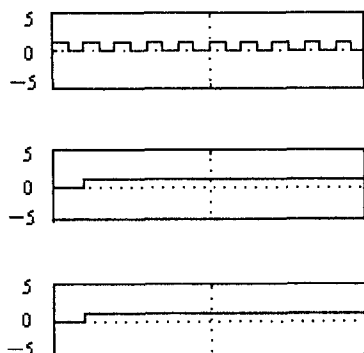


图 3 使能子系统的输出波形

图 4 所示的系统包含了 4 个离散模块和 1 个控制信号。

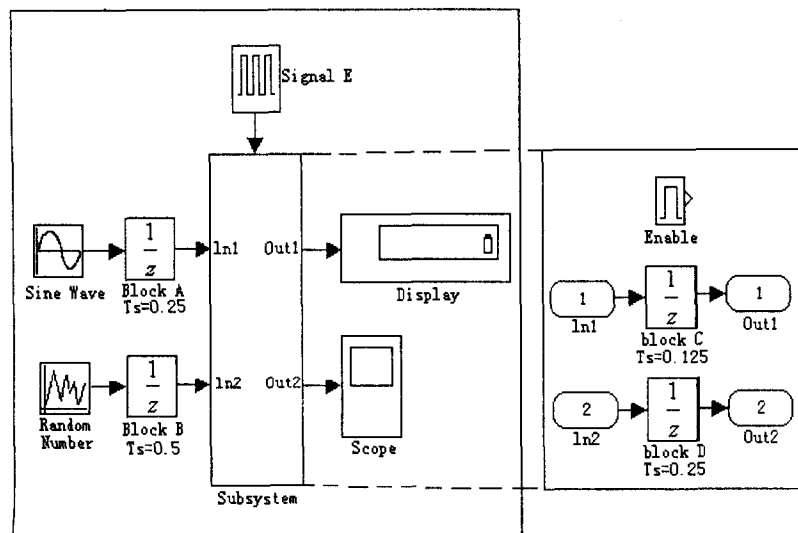


图 4 包含使能信号及端口的系统

离散模块是:

\* 模块 A(Block A),采样时间为 0.25s。

\* 模块 B(Block B),采样时间为 0.5s。

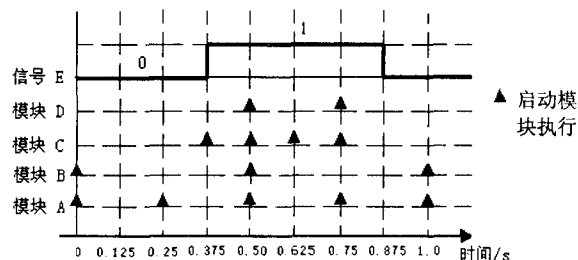


图 5 各个离散模块执行时序

## 5 结束语

随着通信系统的复杂性不断增加,传统的设计方法已经不能适应发展的需要,因而要通过仿真,来降低系统失败的可能性,优化系统的整体性能,因此,仿真是通信技术研究中不可缺少的方法。而通信系统仿真是一个螺旋式上升的过程,在这个过程中可能需要对原来的仿真模型进行若干次的修改,才能实现最初的设计目标。

## 参考文献:

- [1] 张葛祥,李娜. MATLAB 仿真技术与应用[M]. 北京:清华大学出版社,2003.
- [2] 邓华. MATLAB 通信仿真及应用实例详解[M]. 北京:人民邮电出版社,2003.
- [3] 王立宁. MATLAB 与通信仿真[M]. 北京:人民邮电出版社,2000.
- [4] 施阳,严卫生,李俊. MATLAB 语言精要及动态仿真工具 Simulink[M]. 西安:西北工业大学出版社,1997.
- [5] 邱晓林,李天柁,弟宇鸣,等. 基于 MATLAB 的动态模型与系统仿真工具——Simulink 3.0/4.X[M]. 西安:西安交通大学出版社,2003.