基于 Matlab/Simulink 的课程探索与教学改革 ——以控制工程基础课程为例

Exploration and Teaching Reform Based on MATLAB / Simulink

——Taking the Basic Course of Control Engineering as an Example

宋强

Qiang Song

安阳工学院机械工程学院
中国·河南 安阳 455000
School of Mechanical Engineering, Anyang
Institute of Technology
Anyang, Henan, 455000, China

【摘要】Simulink 作为 MATLAB 软件下的一个重要的组件,在控制工程课程教学和应用中有着举足轻重的作用。利用 MATLAB/Simulink 的图形化工具建立了汽车防抱制动系统(anti-lock brake system,简称 ABS)的数学模型,最终得到 ABS 仿真模型。经仿真所得结果也是满意的,因此 MATLAB/Simulink 软件是功能强大、易于实现的。

【Abstract】As an important component of MATLAB software, Simulink plays an important role in the teaching and application of control engineering. Using the graphical tool of MATLAB/Simulink, the mathematical models of anti-lock brake system (ABS) and voltage angle servo system are established. Finally, the simulation models of ABS and voltage angle servo system are obtained. The simulation results are also good, so MATLAB/Simulink software is powerful and easy to implement.

【关键词】Matlab/Simulink; 仿真; ABS; 制动

【Keywords】Matlab / Simulink; simulation; ABS; braking

【DOI】10.36012/sde.v2i2.1251

1 引言

Simulink 是 MATLAB 中的可视化仿真工具。它普遍用于线性或非线性系统,数据条件结果的建模和仿真。

Simulink 给了一个集成环境对动态系统建模仿真和综合解析。在这种环境中,对于各种动态系统,包括用于各方面的控制系统,不需要大量地写入程序,只需用鼠标进行一些简便直观的操作对系统进行仿真、设计、执行和测试。

Simulink 具有许多优势,比如:使用性广泛,整体构造清晰,仿真精密,实际应用强,高效灵活,简单直观等。基于上述优势,Simulink 在控制系统和数据处理的繁复仿真和解析中普遍运用。也有许多软件和硬件模仿 Simulink 中的大量功能来解决问题,并扩展了 Simulink 的多域仿真模型建立功能。Simulink 可以运用 MATLAB 中对应模块来进行建模仿真解析,数据参数处理和调试。

2 控制工程基础应用 – 汽车 ABS 的 Simulink 模型

采用 MATLAB/ Simulink 图形化建模工具建立计算机仿

真模型,如图 1 所示。

其中制动器模型和控制模型包含在轮速计算模块中。把踏板制动力为输入,控制器根据最佳滑移率和实际滑移率控制输出制动器制动力矩,最终输出车轮线速度。汽车动力学模型以附着系数为输入,以车身速度和制动距离为输出。最后将车轮线速度、车身速度和制动距离输入到滑移率计算模块,计算获得实际滑移率。

本文所采用的汽车参数模型如表 1 所示。

表 1 单轮模型车辆参数

名称与符号	数值
汽车整备质量 M	50
制动初速度 v	60/3.6
车轮转动惯量 I	0.45
车轮有效半径 R	0.38
重力加速度 g	9.8
制动器制动系数 Kf	1
最大自动压力 PBmax	1500
TB	0.01

根据车辆参数进行仿真,最佳滑移率设置 $v=0.2$,得到的仿真图形,如图 2 所示。

由图 3 可以看出,ABS 可控制轮速不致于过低(滑移)而略低于车速,这样可获得较大的滑移率。

由图 4 可以看出,经 ABS 控制的轮胎滑移率 $v=0.2$ 附近,可以得到较大的纵向附着系数和侧向附着系数,因此就有较高的制动稳定性和转向稳定性。为了便于分析,进行了没有 ABS 的制动过程仿真,所得结果如下:

根据仿真结果可知,当有 ABS 的汽车以初速度 $V_0=60/3.6$ 进行制动时,制动距离为 17.91,在制动过程中,滑移率能维持在 $v=0.2$ 左右;当不带 ABS 的汽车以初速度 $V_0=60/3.6$ 进行制动时,制动距离就变为 20.72。

由此可知,ABS 可以有效避免汽车抱死脱滑现象,汽车制动时行驶方向的稳定性和操纵性就大大增强,有利于行驶安全。

4 控制工程基础课程的教育教学改革

控制工程基础课程主要运用 MATLAB, Simulink 软件进行虚拟仿真技术,课程的主要章节进行了仿真,在实践方面取得了较好的应用成果,进一步增强了学生的创新能力培养。主要运用 MATLAB 软件进行授课,在时域、频域、数学模型、计算机辅助设计、控制系统的设计与校正、控制系统的应用与分析等全面引入与应用,大大提高了学生的学习兴趣,因此对控制工程基础课程的深入学习也非常强烈,对考研的专业课理论学习也达到了一定高度。

现在控制工程基础的实验也采用了 MATLAB 仿真的形式,主要试验项目控制系统的时域分析、控制系统的频域分析、控制系统的稳定性分析等,随着实验的开展和学生实验项目的逐渐增多,包含 Simulink 仿真在内的综合性实验也会逐渐开展,这样对 Simulink 软件的学习也将进入常态化学习。

在控制工程基础课程中创造性运用 MATLAB, Simulink 等软件,做到了虚实结合,做到了计算机和软件相结合的虚拟仿真技术,这样不但节省了电气实验设备,而且计算效率也明显提高。

运用 MATLAB/Simulink 仿真技术。它提供了一个动态系统建模,仿真和综合分析于一体的集成环境,在该环境中无需大量书写程序,只需要通过简单直观的鼠标操作,就可以构造出复杂的系统。

丰富的可扩充的预定义模块和交互式的图形编辑器来组合,学生非常感兴趣。目前已经将该 MATLAB 教学平台应用在教学辅助中,学生在课堂教学前和课堂教学后能够通过该平台获得大量的教学辅导资源,为他们自主学习提供了可能和帮助。

控制工程基础相关课程是我们工作和调研的重点,首先,

由于学生就是机械电子工程专业的,他们有得天独厚的条件使用网络教学平台;其次,这类课程非常适合采用计算机辅助手段,大多数学生有浓厚的兴趣,通过计算机辅助平台,可以极大地满足学生的知识需求,拓宽知识面,激发学生学习兴趣。通过近两年的时间,在机械电子工程专业本科班的实践教学,中通过建设网络教学环境和手段,多方评价及学生的意见反馈可以看出效果非常明显。

安阳工学院机械工程学院教研室的几位教师在长期的教学过程中积累了丰富的教学经验和教学资料,在过去的几年中,多次尝试利用多媒体技术和手段改革教学,已有很多的经验 and 感受。所以,在学校搭建了 Matlab 平台后,学生非常喜欢,教师们也认真学习使用、积极参与,将自己讲授的课程挂在该平台上,将自己多年积累的教学资源提供给学生学习使用。我们要将 Matlab 平台做成一个教师、学生交互的最好途径。

5 结论

应用 MATLAB/Simulink 软件完成了汽车 ABS 的仿真分析,软件 MATLAB/Simulink 软件功能强大,扩展性强,易于实现的,因此在控制工程基础课程中的全面引入会给控制工程基础课程带来全新的挑战。

参考文献

- [1]吴昌洪,秦立泉.高悬尘罩的设计与计算[J].中国机械,2014(4): 61-64.
- [2]付建国,杜嘉勇,罗萌.基于 Simulink 的汽车 ABS 建模与仿真[J].中国机械,2014(5):78-81.
- [3]刘白雁,傅连东,蒋林.机电系统动态仿真—基于 MATLAB/Simulink[M].北京:机械工业出版社,2015.
- [4]王积伟,吴振顺.控制工程基础[M].北京:高等教育出版社,2011.