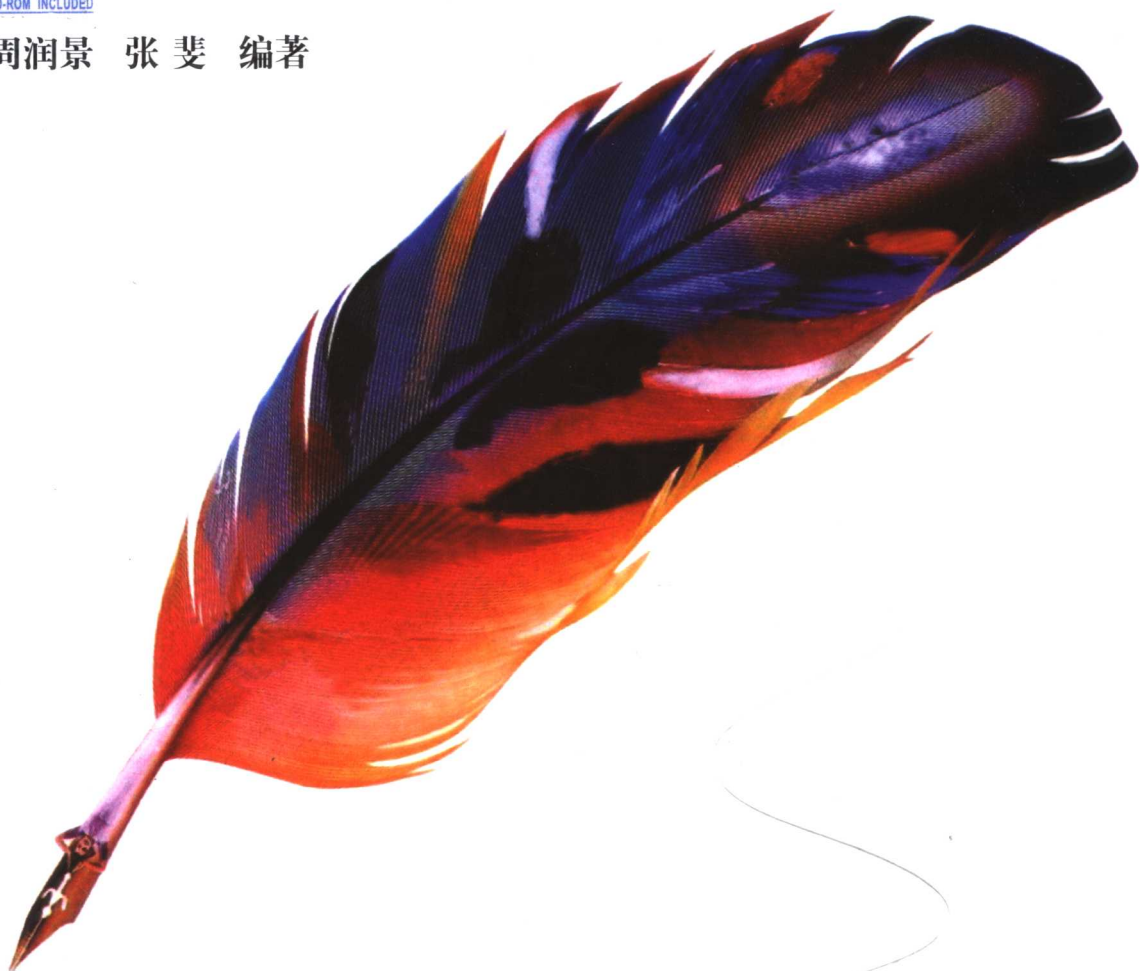




周润景 张 斐 编著



数字信号处理的 SystemView设计与分析



北京航空航天大学出版社

TN911.72/199D

2008

数字信号处理的 SystemView 设计与分析

周润景 张 斐 编著

北京航空航天大学出版社

内 容 简 介

结合 EDA 系统动态仿真工具软件 SystemView,以读者最容易理解的方式介绍了数字信号处理的原理以及设计与分析方法,并通过实例使读者掌握 SyetemView 系统仿真软件的使用及数字信号处理的设计方法。分为 9 章,包括 SystemView 软件概述、基本操作、时域信号处理、频域信号分析、滤波器设计、自适应信号处理、过采样、多速率 DSP 系统以及语音编码。每章中都有大量的实例和练习,同理论学习相结合。配套光盘中含有本书所有实例与练习、评估版软件及帮助文档。

本书可作为从事数字信号处理开发的科研与工程技术人员、高校师生以及广大电子爱好者的参考用书,也可作为各高等院校基于 SystemView 的数字信号处理课程的教材,对日常教学、学生实验、课程设计、毕业设计以及电子设计竞赛等都有很大帮助。

图书在版编目(CIP)数据

数字信号处理的 SystemView 设计与分析/周润景,张斐编著. —北京:北京航空航天大学出版社,2008.1

ISBN 978-7-81124-225-6

I. 数… II. ①周…②张… III. 数字信号—信号处理—计算机辅助设计—应用软件, SystemView IV. TN911.72

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 199015 号

© 2008,北京航空航天大学出版社,版权所有。

未经本书出版者书面许可,任何单位和个人不得以任何形式或手段复制或传播本书及其所附光盘内容。

侵权必究。

数字信号处理的 SystemView 设计与分析

周润景 张 斐 编著

责任编辑 冯 颖 苏向鹏

*

北京航空航天大学出版社出版发行

北京市海淀区学院路 37 号(100083) 发行部电话:010-82317024 传真:010-82328026

http://www.buaapress.com.cn E-mail:bhpress@263.net

北京时代华都印刷有限公司印装 各地书店经销

*

开本:787×960 1/16 印张:17.5 字数:392 千字

2008 年 1 月第 1 版 2008 年 1 月第 1 次印刷 印数:4 000 册

ISBN 978-7-81124-225-6 定价:29.00 元(含光盘 1 张)

前言

目前,电子设计自动化 EDA(Electronic Design Automatic)技术已经成为电子设计的潮流。为了使繁杂的电子设计过程更加简捷、高效,出现了许多针对不同应用层次的 EDA 软件。美国 Agilent 公司(由原 Eagleware 公司与 Elanix 公司合并而成)推出的基于 PC 机 Windows 平台的 SystemView(现已改名为 SystemVue)动态系统仿真软件,是一个已开始流行的、优秀的 EDA 软件。使用 SystemView,只需将注意力集中在手中的任务和设计思想上就可以实现复杂系统的建模、设计和测试,而不必学习复杂的计算机编程,也不必再为程序中的 BUG 伤脑筋。

SystemView 是动态系统仿真软件。它可以提供各种复杂的模拟、数字、数/模混合、多速率系统以及语音编码应用,可用于各种线性、非线性控制系统的设计和仿真。其最具特色之处在于,它可以很方便地进行各种滤波器的设置和自适应信号的处理。SystemView 在界面友好且功能齐全的 Windows 操作平台上,为用户提供了一个嵌入式的模块化分析引擎。它通过方便、直观、形象的过程构建系统,提供丰富的部件资源。其强大的分析功能和可视化开放的体系结构,已逐渐被电子工程师、系统开发/设计人员认可,并作为各种通信、控制及其他系统的分析、设计和仿真平台以及相关的综合实验平台。

本书的重点在信号处理方面,其特点在于用大量的实例对理论问题和实际应用进行了清晰而详尽的讲解。全书共分 9 章,在内容安排上依照循序渐进的原则。

第 1 章是入门篇。读者可以初步了解 SystemView 设计窗口、分析窗口的功能以及各种图标库的作用。

第 2 章介绍 SystemView 一些最基本的操作。通过前两章的学习,读者可在最短时间掌握该软件的使用方法,并熟练地进行系统设计和仿真。

第 3 章和第 4 章分别讲解了时域信号处理和频域信号处理。

第 5 章详细阐述了滤波器的设计,以直观的方法说明数字滤波器、模拟滤波器、通



信滤波器以及非线性滤波器的设计。

第 6 章是本书的难点,详细介绍了专业扩展自适应均衡库的功能,以自适应理论和算法为基础讲解了 SystemView 在自适应信号处理中的应用,并结合 LMS 自适应滤波器和系统辨识、噪声消除、自适应逆系统辨识——均衡、自适应预测和有源噪声控制等实例使读者深刻地理解这部分内容。这部分材料在同类的其他书中很难见到。

第 7 章和第 8 章主要通过实例对过采样和多速率 DSP 系统进行了介绍。

第 9 章在原理讲解部分着重于介绍基本知识,在系统仿真中结合实例说明了语音编码技术的应用,同时结合第 6 章的自适应均衡技术使读者能更完整地理解本章内容。

在编写过程中参考许多书籍、文章、标准等(如参考文献所列),这些参考文献使作者深受启发,在此也向各位作者表示感谢。

本书共分 9 章,张斐编写了第 7 章和第 8 章,其余由周润景编写。全书由周润景定稿。参与录入、校对工作的有袁伟亭、景晓松、张丽娜、图雅、郝晓霞、王亮、张亚东、李栋、张旭、高靖、张鸿敏等。

由于作者水平有限,书中错误与不妥之处在所难免,敬请广大读者批评指正。

作 者

2007 年 11 月





第 1 章 SystemView 软件概述

1.1 简介	1
1.1.1 软件安装	1
1.1.2 一般输入/输出 DSP 系统	5
1.1.3 学习目标	6
1.2 设计窗口	7
1.2.1 工具栏	8
1.2.2 系统菜单栏	8
1.2.3 图标库	16
1.3 分析窗口	40
1.3.1 命令菜单	41
1.3.2 分析窗口的工具栏	43
1.3.3 资源利用率	44
1.3.4 接收计算器	44
1.4 实时探针	48

第 2 章 SystemView 基本操作

2.1 图标操作	50
2.2 浏览图标参数信息	51
2.3 建立系统仿真时间和采样率	52
2.4 SystemView 分析窗	55
2.5 设计一个系统	59



第3章 时域信号处理

3.1 采样和混叠	64
3.2 信号量化	69
3.3 非线性量化	70
3.4 音频信号输入和音频信号输出	71
3.5 SystemView 数学功能	73
3.5.1 三角恒等式	74
3.5.2 曲线绘图	76
3.5.3 微分	77
3.5.4 复数和欧拉公式	78
3.6 随机变量和概率密度函数	79
3.6.1 信号均值和方差	79
3.6.2 平稳随机信号和广义平稳性随机信号	82
3.6.3 基本概率	82
3.6.4 随机信号遍历性	82
3.6.5 事件发生的概率直方图	83
3.6.6 直方图概率密度函数(pdf)	85
3.6.7 统计平均和期望值	89
3.6.8 联合概率密度函数和 IID 变量	91

第4章 信号频域分析

4.1 傅里叶变换	92
4.2 基于探针进行实时频率分析	94
4.3 频率间隔和分辨率	96
4.4 频谱泄露	97
4.5 窗函数	98
4.6 零点填充	102
4.7 栅栏效应	103
4.8 频域信号辨别	104
4.9 频域谐波	105
4.10 噪声信号	107
4.11 时频信号表示	108
4.12 语音信号频率分析	110



4.13	FFT 和 IFFT 图标	112
4.14	语音 FFT 变换编码	115
4.15	离散余弦变换(DCT)	116

第 5 章 滤波器设计

5.1	数字滤波器设计	118
5.1.1	标准形式的(FIR)滤波器设计实例	119
5.1.2	加窗型 FIR 滤波器设计实例	120
5.1.3	FIR 低通滤波器设计实例	121
5.1.4	FIR 带通滤波器设计实例	127
5.1.5	语音低通和带通滤波器设计	130
5.2	自定义 FIR 设计	131
5.2.1	Z 域和根轨迹	131
5.2.2	最大和最小相位	133
5.2.3	线性相位和群延迟	134
5.2.4	自定义 FIR 滤波器设计实例	136
5.3	IIR 滤波器设计	142
5.3.1	模拟 IIR 滤波器设计实例	142
5.3.2	数字 IIR 滤波器设计实例	143
5.4	通信滤波器设计	146
5.5	自定义滤波器设计	146
5.6	拉普拉斯系统和 Z 域系统	148
5.7	滤波器系数的量化	149
5.8	非线性滤波器	150

第 6 章 自适应信号处理

6.1	安装 Eq-lib 库	153
6.2	自适应均衡库	155
6.2.1	复数自适应滤波器	155
6.2.2	复数滤波器核心	156
6.2.3	判决反馈均衡器	157
6.2.4	复数滤波器	158
6.2.5	复数减法器	159
6.2.6	Slicer 双向限幅器	160





6.2.7	复数误差滤波器	161
6.2.8	符号调制	162
6.2.9	非线性	164
6.2.10	实数自适应滤波器	165
6.2.11	实数自适应滤波器核心	166
6.2.12	实数滤波器	166
6.2.13	实数减法器	167
6.2.14	实数误差滤波器	168
6.2.15	Frame Generator	169
6.2.16	调试接收器	169
6.3	参数属性页	170
6.3.1	算法选择页	170
6.3.2	LMS 页	171
6.3.3	APA 页	172
6.3.4	RLS 页	173
6.3.5	QR 页	173
6.3.6	权浏览器页	174
6.3.7	定时页	175
6.3.8	FXP 分析页	176
6.3.9	文件名页	177
6.3.10	DFE 综合参数页	178
6.3.11	控制帧页	180
6.3.12	帧结构页面	181
6.3.13	Slicer 页	182
6.3.14	误差滤波器页面	184
6.3.15	盲算法页面	185
6.4	算 法	185
6.4.1	概 述	185
6.4.2	最小均方(LMS 和 NLMS)	186
6.4.3	转置 FIR 和非规范 LMS(NCLMS)	187
6.4.4	APA 算法	188
6.4.5	最小平方回归(RLS)	189
6.4.6	基于 RLS 的 QR 分解部分(QR)	189
6.4.7	盲算法	190



6.5 SystemView 自适应信号处理实例	192
6.5.1 LMS 自适应滤波器和系统辨识	192
6.5.2 噪声消除	199
6.5.3 自适应逆系统辨识——均衡	202
6.5.4 自适应预测	206
6.5.5 有源噪声控制	207
6.5.6 其他实例	210
第 7 章 过采样	
7.1 采样率转换——插值和抽取	213
7.2 抽样计算的要求	216
7.3 Sigma Delta 转换	217
7.4 带通 Sigma Delta	223
第 8 章 多速率 DSP 系统	
8.1 子带滤波器组	225
8.2 正交镜像滤波器	228
8.3 直接转换技术	230
第 9 章 语音编码	
9.1 浊音和非浊音	232
9.2 语音信号处理实例	236
9.2.1 语音与噪声	237
9.2.2 语音和失真	240
9.2.3 非线性调制	244
9.3 波形编码	244
9.3.1 量化——脉冲编码调制	244
9.3.2 非均匀量化	247
9.4 微分语音编码技术	251
9.4.1 动态范围压缩	251
9.4.2 幅度、频率和微分	253
9.5 微分编码滤波	254
9.6 微分解码	256
9.7 微分 PCM	258



9.7.1 自适应脉冲编码调制	261
9.7.2 Delta 调制	261
9.8 微分预测编码	264
9.9 线性预测编码(LPC)	267
9.10 基音周期	268
参考文献	270



第 1 章

SystemView 软件概述

1.1 简介

SystemView(由于 Eagleware 公司和 Elanix 公司合并为 Agilent 公司,故现已改名为 SystemVue)是动态系统仿真软件,可以提供开发、仿真和分析的系统级设计环境。它是带有可扩展库的自适应控制元素和数字信号处理组件的直观图标设计环境。

SystemView 软件的特点如下:

- 位真 DSP 和 C 代码生成;
- 真实失真的射频模拟设计;
- 多速率仿真和并行仿真;
- 连续时间和离散时间混合仿真;
- 图形化 FIR 滤波器设计;
- 各种模拟滤波器设计;
- 各种谱分析;
- 支持多级子系统;
- 支持各种逻辑功能、开关和非线性设备;
- 支持各种信号源和外部信号输入/输出;
- 支持系统调度管理。

本章着重讲解信号处理方面的问题,并给出一些实例和练习来介绍系统仿真和设计的能力及其简易性。

1.1.1 软件安装

为了能够顺利进行本书中的例子,必须确保正确地安装 SystemView 软件。开始安装界面如图 1.1.1 所示。单击 Next 按钮,出现如图 1.1.2 所示界面。用户信息输入完成后,单击 Next 按钮,出现如图 1.1.3 所示界面。

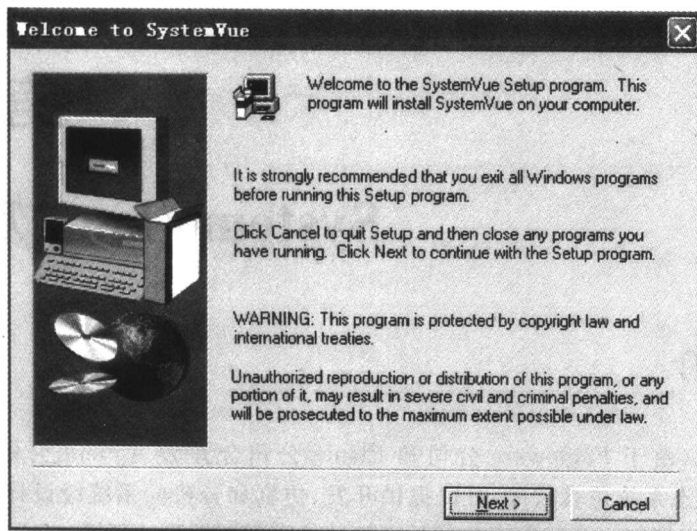


图 1.1.1 开始安装

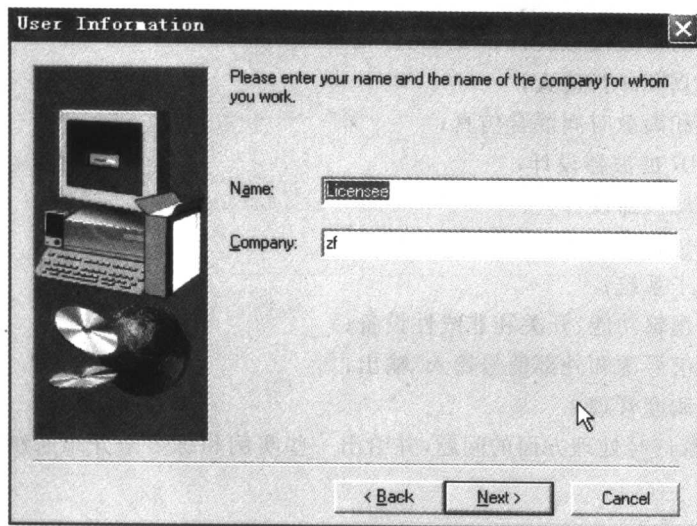


图 1.1.2 用户信息

选择安装路径,然后再单击 Next 按钮,出现如图 1.1.4 所示的安装进度条。

软件安装完成后,关闭安装界面。在桌面上双击 SystemView 快捷图标进入系统,启动界面如图 1.1.5 所示。

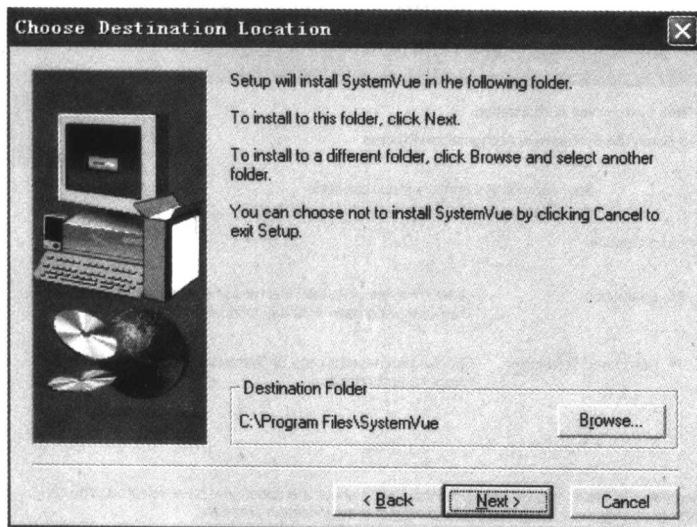


图 1.1.3 安装路径

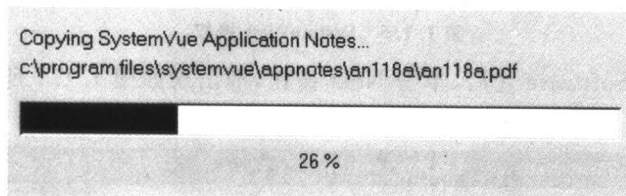
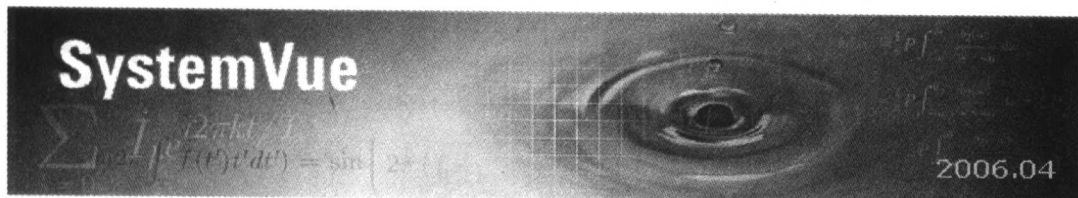


图 1.1.4 安装进度条

2006.04 06-05-01
Professional Edition
<http://www.eagleware.com>

This SystemVue software is registered to:
Licensee, zf



(c) 2007 by Agilent Technologies All rights reserved.
Protected by U.S. and International laws described in Help>About.



图 1.1.5 启动 SystemView



第一次使用时会出现如图 1.1.6 所示的 SystemView 授权界面。

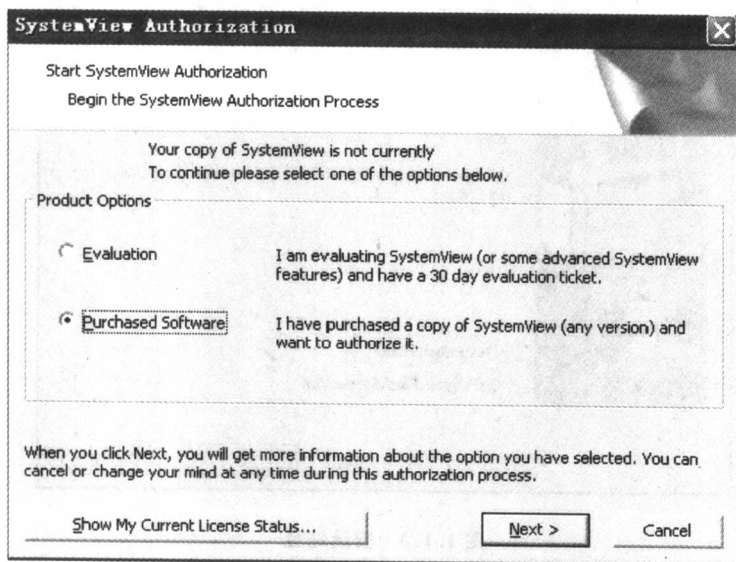


图 1.1.6 SystemView 授权

选择 Purchased Software 之后,单击 Next 按钮,即出现如图 1.1.7 所示的 License 授权界面。

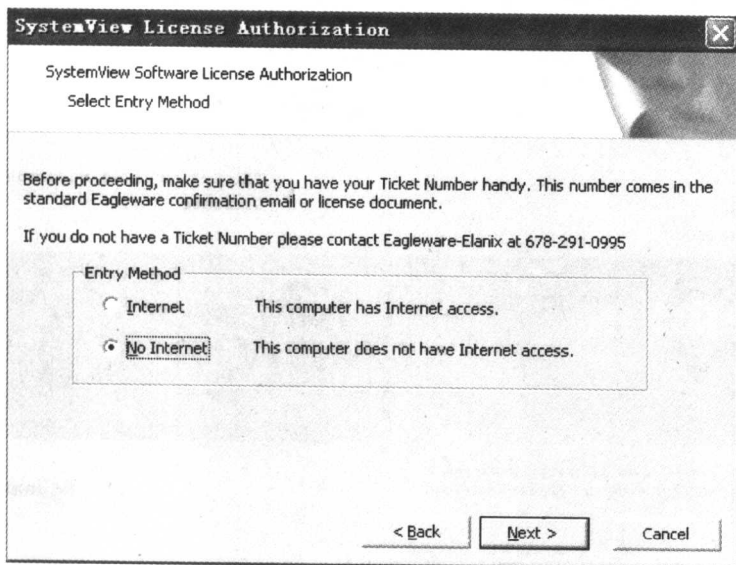


图 1.1.7 License 授权

选择 No Internet 项后,单击 Next 按钮即出现图 1.1.8 所示的界面。

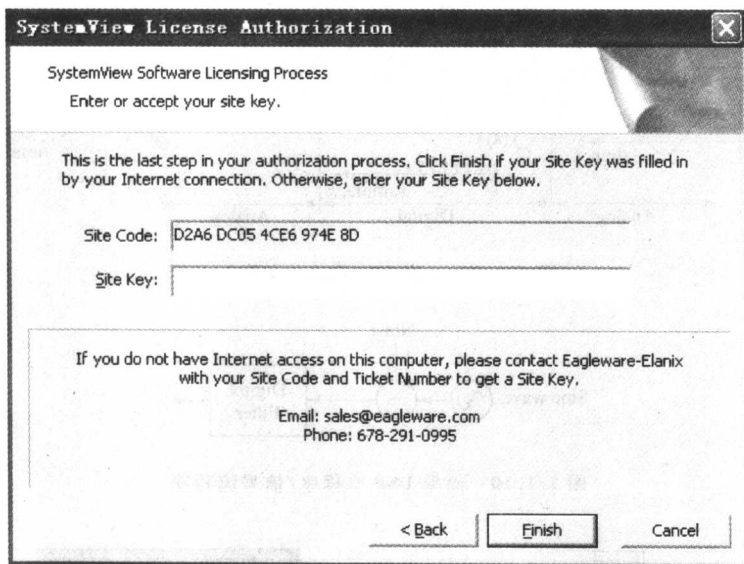


图 1.1.8 确认授权码

按照 Site Code 申请相应的 Site Key,输入后单击 Finish 按钮就可以使用 SystemView 软件了。

本书所有例子和文档都在所附光盘的 DSP 文件夹中。读者将本文件夹中的内容复制到电脑的某一磁盘,建立\DSPedia\路径即可运行。

如果还没有安装 CDROM,则应返回到 DSPedia 安装,选择安装 SystemView 例子。

SystemView 软件涉及通信和 DSP 系统,它是以实用和直观的方法而提出的一种分析工具,特别具有实用性。SystemView 可用于快速仿真复杂通信系统与 DSP 系统的设计构想。

1.1.2 一般输入/输出 DSP 系统

一般输入/输出 DSP 系统原理图如图 1.1.9 所示。这个基带音频的例子具有模拟输入阶段和模拟输出阶段。SystemView 提供完整可用性来仿真中心数字部分。因此对于音频系统,读者能设计并充分仿真各种噪声滤波器、增益段、声音效果、均衡器及回波消除等。

为了验证 SystemView 操作的简易性,参考使用铅笔和纸张设计 DSP 系统的传统方法,简单 DSP 块程序/信号流程图如图 1.1.10 所示。

除现场绘图和以用户设计参数、采样率、字长等实现的完整系统仿真外,SystemView 都体现了其简易性,图 1.1.10 所示的 SystemView 设计如图 1.1.11 所示。用户完全拥有对所用算法、信号分辨率和所用位数进行指定以及通过外加声卡可以听到真实的经过音频信号系

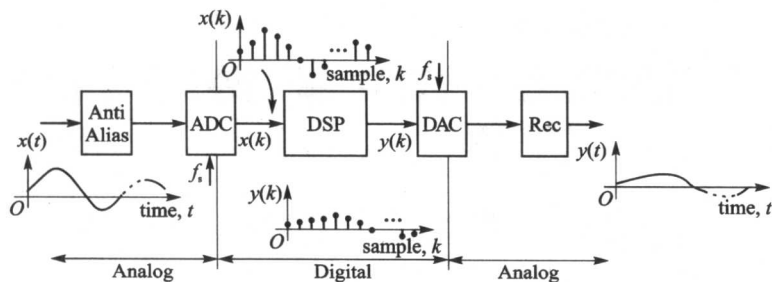


图 1.1.9 一般 DSP 输入/输出系统

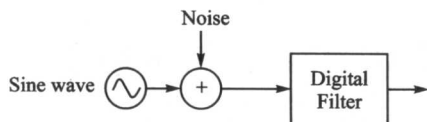


图 1.1.10 简单 DSP 块程序/信号流程图

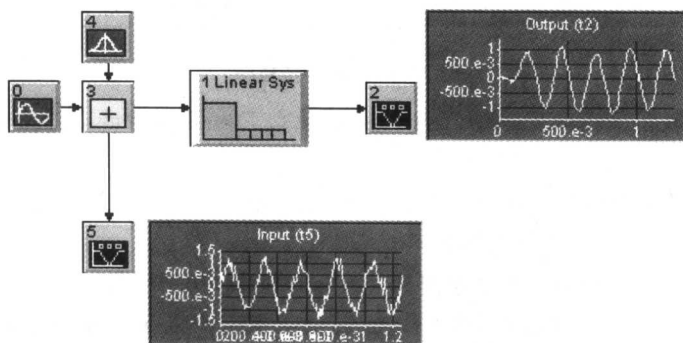


图 1.1.11 SystemView 信号+噪声滤波器设计

统处理后的结果,例如在改进信号编码之后可以进行定性和定量检测。

本书中各章包括操作、仿真、例题和练习四大部分。其中:① 操作是为了说明 SystemView 的特性及设计的便利性,这些注释将指导用户实现按键或鼠标的正确操作;② 仿真是打开已有的 DSP 系统设计,要求用户运行这些设计图,同时注意各种输出;③ 例题是对于一些 SystemView 仿真的加强式学习,给出与 DSP 系统相关的理论和实践;④ 练习是为了说明某种理论和实践,要求用户修改参数和已存在的 SystemView 系统设计。

1.1.3 学习目标

对本书的学习完成后,读者应该理解并实现以下有实用性的 DSP 设计: