

内 容 提 要

本书把通信信息学科中最具发展前途之一的盲信号源分离理论引用到振动信号处理中,特别是在机械结构振动信号分析与运动机械故障诊断中,第一次全面地介绍盲源分离理论与方法在振动信号中的发展与应用。

本书共分7章,其主要内容包括:第1章介绍机械结构振动的特征、复杂性及其现代信号分析方法;第2章介绍与振动信号分析相关的盲源分离基本概念、基本理论和基本方法;第3章介绍盲分离现代分析方法及应用研究成果;第4章介绍机械振动特征信号的盲分离方法及研究成果;第5章介绍以飞行器发动机、车辆工程、动力工程为主要工程领域的机械振动信号的分离应用研究;第6章介绍所开发的基于VC++与MATLAB混合编程的盲源分离软件平台。

本书可作为具有机械振动理论与应用基础、信号处理理论与方法的大学毕业生、研究生和工程技术研究人员的学习参考书,也可以作为航空航天类、大机械类、力学类、动力工程类专业研究生的教学参考书。

图书在版编目(CIP)数据

振动信号的盲源分离技术及应用/李舜酩著. --北京:航空工业出版社,2011.3
ISBN 978-7-80243-694-7

I. ①振… II. ①李… III. ①振动-信号处理 IV. ①TN911.7

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第029875号

振动信号的盲源分离技术及应用

Zhendong Xinhao de Mangyuan Fenli Jishu ji Yingyong

航空工业出版社出版发行

(北京市安定门外小关东里14号 100029)

发行部电话:010-64815615 010-64978486

北京地质印刷厂印刷

全国各地新华书店经售

2011年3月第1版

2011年3月第1次印刷

开本:787×1092 1/16

印张:13

字数:322千字

印数:1—1500

定价:40.00元

目 录

第 1 章 绪论	(1)
1.1 信号处理和分析在机械工程振动中的作用	(1)
1.1.1 工程中对第一类振动信号的处理方法	(1)
1.1.2 工程中对第二类振动信号的处理方法	(3)
1.1.3 发展趋势	(6)
1.2 机械振动的特性及其描述	(7)
1.2.1 机械振动的一般处理方法	(7)
1.2.2 线性理论模型	(8)
1.2.3 非线性处理的局限性	(9)
1.3 实际机械结构振动的复杂性	(9)
1.3.1 简化的理论方法与工程问题的区别	(9)
1.3.2 一般分析方法及其存在的问题	(10)
1.4 信号分析方法在机械工程振动中的发展	(10)
1.4.1 传统振动信号分析方法	(10)
1.4.2 小波分析方法	(12)
1.4.3 经验模式分解方法	(15)
1.4.4 PCA 方法	(16)
1.4.5 混沌方法	(17)
1.4.6 子带能量法	(18)
1.5 本章小结	(20)
参考文献	(20)
第 2 章 盲源分离的基本理论	(24)
2.1 盲源分离的发展状况	(24)
2.1.1 独立分量分析	(25)
2.1.2 噪声环境下的盲源分离	(25)
2.1.3 稀疏分量分析	(25)
2.2 盲源分离模型描述	(26)
2.2.1 盲源分离的数学模型	(26)
2.2.2 盲源分离的基本假设	(28)
2.2.3 盲源分离的不确定性	(28)
2.3 盲源分离的预处理方法	(29)
2.3.1 中心化	(29)

2.3.2	白化处理	(30)
2.4	盲源分离的相关数学知识	(31)
2.4.1	概率论知识	(31)
2.4.2	统计知识	(32)
2.4.3	信息论知识	(34)
2.5	盲源分离的独立性判据	(37)
2.5.1	非高斯性极大	(37)
2.5.2	互信息最小	(38)
2.5.3	非线性不相关	(38)
2.6	ICA 优化算法简介	(39)
2.6.1	批处理算法	(39)
2.6.2	自适应算法	(40)
2.6.3	逐层分离法	(41)
2.7	分离效果的评价指标	(41)
2.7.1	PI 评价指标	(41)
2.7.2	相似系数	(42)
2.7.3	二次残差	(42)
2.8	本章小结	(42)
	参考文献	(43)
第3章	盲源分离的现代分析方法	(46)
3.1	振动信号的固定点算法	(46)
3.1.1	基于峭度的固定点算法	(46)
3.1.2	基于负熵的固定点算法	(47)
3.1.3	估计多个独立分量的固定点算法	(47)
3.1.4	基于极大似然的固定点算法	(48)
3.2	JADE 算法	(49)
3.2.1	四阶累积量矩阵	(49)
3.2.2	累积量矩阵的联合近似对角化	(50)
3.2.3	振动信号的仿真分析	(50)
3.3	基于二阶统计量的盲算法	(51)
3.3.1	稳健的二阶盲辨识算法	(51)
3.3.2	TDSEP 算法	(52)
3.3.3	二阶非平稳源盲分离算法	(53)
3.3.4	转子振动信号的二阶非平稳源盲分离	(54)
3.4	基于 Jacobi 优化的盲源分离方法	(58)
3.4.1	基于 Jacobi 优化的极大似然估计方法	(58)
3.4.2	改进的基于 Jacobi 优化的极大似然估计方法	(61)
3.4.3	仿真与试验研究	(62)

3.5	稀疏分量分析	(64)
3.5.1	基于信号稀疏表示的线性混叠信号盲分离原理及算法	(65)
3.5.2	基于粒子群优化算法的稀疏信号盲分离	(66)
3.5.3	仿真分析	(67)
3.6	含有噪声的独立分量分析	(68)
3.6.1	基于小波变换的消噪方法	(68)
3.6.2	基于现代时间序列分析的滤波方法	(70)
3.6.3	试验研究	(72)
3.7	非线性盲源信号分离	(75)
3.7.1	非线性去混叠系统	(75)
3.7.2	基于后非线性的盲源分离	(76)
3.7.3	仿真试验	(78)
3.8	基于 BP 神经网络的非线性盲源分离	(80)
3.8.1	MISEP 方法理论基础	(80)
3.8.2	多层感知器的 ψ 函数约束	(81)
3.8.3	BP 神经网络的训练	(81)
3.8.4	仿真与试验研究	(83)
3.9	本章小结	(88)
	参考文献	(88)
第 4 章	机械振动特征信号的盲分离方法	(92)
4.1	基于信息论准则的独立分量分析方法	(92)
4.1.1	信息最大化准则及其算法	(92)
4.1.2	最大似然准则及其算法	(94)
4.1.3	最小互信息准则及其算法	(95)
4.1.4	估计分离矩阵的加速梯度法及其应用	(96)
4.2	基于非高斯化的独立成分分析方法	(98)
4.2.1	基于峭度的快速定点算法	(98)
4.2.3	基于负熵的快速定点算法	(99)
4.2.3	基于峭度的仿真分析与试验研究	(100)
4.2.4	基于负熵的仿真分析与试验研究	(104)
4.3	机械振动信号的卷积混合盲分离	(109)
4.3.1	卷积混合矩阵的时域盲分离	(109)
4.3.2	卷积混合矩阵的频域盲分离	(112)
4.3.3	应用研究	(113)
4.4	基于机械振动特性的半盲分离方法	(118)
4.4.1	带有参考信号的盲源分离方法	(119)
4.4.2	相似性度量与参考信号模型的建立	(121)
4.4.3	仿真算例与试验分析	(123)

4.5	振动信号盲分离的新方法	(126)
4.5.1	盲分离的组合对比函数	(127)
4.5.2	基于组合对比函数的转子混叠振动信号盲分离	(128)
4.5.3	自相关降噪原理	(130)
4.5.4	噪声环境下的转子振动信号分离	(131)
4.6	本章小结	(138)
	参考文献	(138)
第5章	机械振动信号的分离研究	(142)
5.1	电机振动信号的分离	(142)
5.1.1	同一试验台上两台调速电机振动信号的分离	(142)
5.1.2	两台低功率电机振声信号的分离	(143)
5.2	转子试验台振动试验混叠信号的分离研究	(147)
5.2.1	试验方法、所用仪器及试验过程	(147)
5.2.2	试验数据分析	(148)
5.3	航空发动机振动信号分析	(151)
5.3.1	航空发动机试车试验振动分析	(151)
5.3.2	航空发动机试车故障分析	(154)
5.3.3	某型涡扇发动机转子振动超标故障诊断	(157)
5.3.4	双转子航空发动机振动信号的分离	(160)
5.4	驾驶舱内混叠声音信号的分离	(163)
5.4.1	人工混合声信号的盲源分离	(163)
5.4.2	发动机噪声背景下舱内多路声信号的盲分离	(167)
5.4.3	噪声环境中舱内混叠声信号盲分离	(169)
5.5	内燃机振动信号的盲分离	(171)
5.5.1	盲去卷积的 MBLMS 算法	(171)
5.5.2	分离试验数据分析	(173)
5.6	齿轮箱振动信号的盲分离	(175)
5.6.1	齿轮箱振动信号的建模	(175)
5.6.2	基于联合近似对角化的齿轮箱故障盲源分离	(176)
5.7	盲分离技术在模态分析中的应用	(177)
5.7.1	基于快速独立分量分析的模态振型识别	(177)
5.7.2	试验研究	(178)
5.8	本章小结	(181)
	参考文献	(181)
第6章	振动信号盲源分离软件平台开发	(183)
6.1	混合编程简介	(183)
6.1.1	VC++与MATLAB混合编程方法	(183)

6.1.2	MATCOM 的应用	(184)
6.2	软件平台的框架结构.....	(186)
6.3	振动信号软件平台的处理流程及其功能设计.....	(186)
6.3.1	信号的加载与编辑模块.....	(187)
6.3.2	信号的混合模块.....	(188)
6.3.3	算法选择模块.....	(188)
6.3.4	分析结果的图形显示与存储模块.....	(189)
6.4	本章小结.....	(191)
第 7 章	总结与展望	(192)
7.1	全书总结.....	(192)
7.2	工作展望.....	(193)