

数字信号处理参考教材系列

信息通信与 数字信号处理

〔日〕谷萩隆嗣 编著

72



科学出版社

www.sciencep.com

数字信号处理参考教材系列

信息通信与 数字信号处理

〔日〕谷萩隆嗣 编著
徐国薰 薛培鼎 译

科学出版社
北京

图字:01-2003-1054 号

Communications and Digital Signal Processing
Copyright © 1999 by Takashi Yahagi & Corona Publishing Co., Ltd.
All rights reserved.
Chinese translation rights arranged with Corona Publishing Co., Ltd.
Tokyo, Japan.

デジタル信号処理ライブラリー8

情報通信とデジタル信号処理
Communications and Digital Signal Processing

谷萩隆嗣 株式会社コロナ社
Takashi Yahagi CORONA PUBLISHING CO., LTD.

图书在版编目(CIP)数据

信息通信与数字信号处理/(日)谷萩隆嗣编著;徐国鼎,薛培鼎译.
—北京:科学出版社,2003
ISBN 7-03-011467-1

I. 信… II. ①谷… ②徐… ③薛… III. 数字信号-信号处理
IV. TN911.72

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 040831 号

责任编辑 杨 凯 崔炳哲 责任制作 魏 谨
责任印制 刘士平 封面设计 李 力

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街 16 号 邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

源海印刷有限责任公司 印刷

北京东方科龙图文有限公司 制作

<http://www.okbook.com.cn>

科学出版社发行 各地新华书店经销

2003 年 9 月第 一 版 开本: A5(890×1240)

2003 年 9 月第一次印刷 印张: 10 1/4

印数: 1—4 000 字数: 235 000

定 价: 23.50 元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈新欣〉)

“数字信号处理参考教材系列”序

近年来,随着数字技术的惊人发展,以前用模拟技术进行处理或者以往根本无法进行数字处理的问题,都可以进行数字处理了。因此,数字技术越来越广泛地应用于诸多领域,而且这些领域对数字技术的要求也变得越来越

高。最近对电气、电子、信息、通信等领域进行的大规模市场调查表明,很多企业以及研究机构都对数字信号处理技术非常重视,他们在调查问卷的表格中,把数字信号处理填在了“必要性”和“重要性”一栏的首位。从这一社会现象也可以看出,数字信号处理是当今社会急需发展的学科领域之一。

鉴于这种状况,我们以供从事数字信号处理或者准备学习数字信号处理的社会各界人士参考阅读为目的,从更广泛的角度对数字信号处理这一学科进行归纳整理,编写了这套系列书。

本系列书包括以下各册:

1. 数字信号处理基础理论
2. 数字滤波器与信号处理
3. 语音与图像的数字信号处理
4. 快速算法与并行信号处理
5. 卡尔曼滤波器与自适应信号处理
6. ARMA 系统与数字信号处理
7. VLSI 与数字信号处理
8. 信息通信与数字信号处理

9. 人工神经网络与模糊信号处理

10. 多媒体与数字信号处理

上述各册中,第1至第3为基础部分,以大学三、四年级本科生为读者对象;第4至第6为比基础部分内容较深的提高部分,以研究生或者具有同等学历的科研人员及技术人员为读者对象;第7至第10为应用部分,以大学或研究机构的研究人员为主要读者对象,亦可供有一定基础知识的社会各界人士参考阅读。

也就是说,读者可根据自己的兴趣和所掌握的知识基础,有选择地阅读本系列书中的内容。比如,从基础知识开始学习数字信号处理的读者,可选择基础部分的内容;如果已具备了一定的基础知识,则可选择提高部分或者应用部分。从基础知识开始学习的,可按基础部分→提高部分→应用部分的顺序,或者按基础部分→应用部分→提高部分的顺序,根据自己的兴趣有选择地阅读。

本系列的执笔者均为目前仍活跃在相关领域第一线的专家、学者,因而编者有理由相信本系列书能够满足不同层次的读者的需求。

另外,考虑到数字信号处理的理论及应用技术的迅速发展,今后我们会根据情况及时补充新内容,使本系列书不断充实和完善。

最后,时值本系列书出版之际,谨向对本系列书的出版提供多方帮助的CORONA社的各位表示衷心的感谢。

“数字信号处理参考教材系列”策划兼主编

谷萩隆嗣

前 言

最近信息通信技术的发展异常迅速,这与各种数字技术的飞跃进步有很大关系。特别是以移动通信为代表的无线通信技术在未来的高度信息系统中将占有非常重要的地位。本书从数字信号处理技术的观点出发,首先介绍信息通信的基本知识,然后详细地介绍与移动通信相关的信息通信技术。

考虑到即便是在信息通信领域中,数字信号处理的重要性也在与日俱增,所以第1章首先介绍信息通信系统和信号处理概要。如果将通信方式从大的方面分类的话,可以分为模拟通信和数字通信两大类,但是正如在多媒体中所表现出来的那样,数字技术在信息通信中所起的作用正日益扩大。

第2章介绍基带传输。基带传输是数字通信最基本的传送方式。本章首先就基带传输、脉冲信号的波形、码间干扰以及眼图加以说明,并介绍部分响应方式。然后讲述基带传输和均衡器的作用、种类及构成。

第3章介绍数字调制的传送方式。在数字通信系统中,当不能用基带传送时或者用调制的传送方式效率更高时,往往会利用各种调制方式来传送信号。如果用数字信号先对载波进行调制然后再传送的话,就可以用比基带传送更窄的带宽进行传送。

第4章详细介绍近年来在移动通信等领域中倍受瞩目的扩频通信方式。首先对扩频通信方式的概要和原理进行阐述,其中对扩频通信中的扩频调制方式作详细介绍。然后

对与扩频通信有关的扩频码、调制解调技术、同步捕捉-保持技术、抗干扰技术、扩频通信用的 ASIC 等诸多技术加以说明,并对扩频通信的未来加以展望。

第 5 章介绍信号的纠错码和差错控制。从介绍传送差错的种类和纠错码的种类入手,说明用分组码对随机错误和突发错误进行纠错的方法。然后,引入卷积码,讲述用卷积码对随机错误和突发错误进行纠错的方法。最后介绍局部响应最大相似 (PRML: Partial Response Maximum Likelihood) 和维特比 (Viterbi) 解码法。

第 6 章讲述移动通信和信号处理的有关内容。在移动通信中存在由衰落和多径引起的干扰等问题。首先介绍衰落和多径干扰,接着对移动通信中的数字调制、解调方式进行详细说明;并对移动通信中所利用的无线接入方式和分集通信方式,以及数据传送系统加以介绍。最后介绍在数字通信中起重要作用的数字信号处理器 (DSP: Digital Signal Processor) 的现状。

第 7 章从各种角度对现用的移动通信系统进行详细介绍。讲述移动通信的现状及展望未来,介绍蜂窝方式和网络、无线线路控制。最后对数字无绳电话、携带、汽车电话加以介绍。

本书从上述各个侧面对信息通信技术进行全面介绍。在后半部分对移动通信作特别详细地说明。现在,信息通信技术仍在高速发展,有关利用计算机网络的信息通信将放在本系列书中的《多媒体与数字信号处理》一书中详细讲述。

最后,谨向为本书的编写提供帮助的横滨国立大学教授河野隆二博士,以及为第 6 章和第 7 章的编写工作提供过全

面幫助的 NTT 移动通信网(株)的中嶋信生博士深表谢意。

编著者 谷萩隆嗣

编著者简历

谷 荻 隆 嗣

1966 年 东京工业大学工学部电子工程专业毕业

1971 年 东京工业大学研究生院工学研究科
电子工学博士课程修了,获工学博士

1971 年 千叶大学讲师

1974 年 千叶大学副教授

1984 年~现在 千叶大学教授

著 者

谷 荻 隆 嗣 (千叶大学,工学博士) 第1~3章,6.3节,6.7节

河 野 隆 二 (横滨国立大学,工学博士) 第4章

岩 崎 一 彦 (东京都立大学,工学博士) 第5章

永 田 善 纪 (日本电气(株)) 6.1节

赤 岩 芳 彦 (九州大学,工学博士) 6.2节,6.5节

孙 伟 氏 (摩托罗拉(株),工学博士)* 6.3节,6.7节

小 园 茂 (千叶工业大学,工学博士) 6.4节,7.2节

古 谷 之 纲 (日本电气(株)) 6.6节

中 嶋 信 生 (NTT 移动通信网(株),工学博士) 7.1节,7.4节,7.6节

石 崎 长 俊 (NTT 移动通信网(株)) 7.3节

服 部 武 (上智大学,工学博士) 7.5节

上述工作单位是指1998年11月时的工作单位。*:执笔时工作于日本电气(株)。

目 录

第 1 章 信息通信系统和信号处理的概要	1
1.1 模拟通信与数字通信	2
1.2 数字通信系统和信号处理	4
1.2.1 数字通信和传送方式	4
1.2.2 信号的取样和取样噪声	6
1.2.3 信号的量化和量化噪声	7
1.2.4 信号的自适应量化	10
1.2.5 编码和解码	12
1.2.6 信号的复用方式	15
1.2.7 信号的多址接入方式	17
1.3 PCM 通信系统和信号处理	18
1.3.1 PCM 通信方式的原理	18
1.3.2 再生中继器	20
1.3.3 PCM 数据通信	20
1.3.4 ADPCM 方式	21
第 2 章 基带数字传送方式	23
2.1 基带传送和脉冲信号波形	24
2.1.1 单极性方式和双极性方式	24
2.1.2 双极性方式和曼彻斯特方式	25
2.1.3 RZ 方式和 NRZ 方式	26
2.1.4 多值码方式	27

2.2	码间干扰和眼图	28
2.2.1	传送线路的失真	28
2.2.2	码间干扰	30
2.2.3	眼 图	30
2.2.4	奈奎斯特准则	31
2.3	部分响应方式	35
2.3.1	部分响应方式的概念	35
2.3.2	基于滤波器的误差补偿	35
2.4	基带传送系统和均衡器	38
2.4.1	均衡器的作用	38
2.4.2	均衡器的种类	39
2.4.3	均衡器的组成	40
2.4.4	均衡器的利用	43
第 3 章	基于数字调制的传送方式	45
3.1	数字振幅调制方式	46
3.1.1	振幅调制方式	46
3.1.2	DSB 方式	48
3.1.3	VSB 方式	50
3.1.4	QAM 方式	51
3.2	数字角度调制方式	52
3.2.1	角度调制方式	52
3.2.2	FSK 方式	54
3.2.3	PSK 方式	55
第 4 章	扩频通信	59
4.1	扩频通信方式的概要	60

4.2	扩频通信方式的原理	61
4.2.1	扩频通信方式的概念	62
4.2.2	扩频调制方式	63
4.2.3	扩频通信方式的基本参数	69
4.3	扩频通信方式的特点	71
4.3.1	扩频通信方式的优点	71
4.3.2	扩频通信方式的问题及对策	77
4.4	扩频码	80
4.5	调制解调技术	83
4.6	同步捕捉与同步保持技术	84
4.7	抗干扰技术	89
4.8	扩频通信用的 ASIC	91
4.9	扩频通信的未来	92
第 5 章	信号的纠错码和差错控制	95
5.1	差错的种类	96
5.2	纠错码的种类	97
5.3	采用分组码的随机错误纠错	98
5.3.1	最小距离和差错检出、纠错	98
5.3.2	线性码	99
5.3.3	循环码	102
5.3.4	BCH 码	105
5.3.5	里德-索洛蒙码	107
5.4	采用分组码的突发性错误纠错	110
5.4.1	法尔码	110
5.4.2	法尔码的高速解码法	111

5.5	采用卷积码的随机错误纠错	112
5.5.1	Wyner-Ash 码	112
5.5.2	能作多数判决逻辑解码的卷积码	116
5.6	采用卷积码的突发错误纠错	119
5.7	PRML 和 Viterbi 解码法	121
5.7.1	PRML	121
5.7.2	Viterbi 解码法	123
第 6 章	移动通信和信号处理	127
6.1	衰落和干扰	128
6.1.1	瑞利衰落	128
6.1.2	多径衰落	132
6.1.3	干 扰	134
6.1.4	衰落和干扰的对策	135
6.1.5	均衡器	136
6.2	移动通信用数字调制方式	137
6.2.1	恒定振幅调制方式	137
6.2.2	线性数字调制方式	142
6.2.3	编码调制方式	144
6.3	移动通信用的数字解调方式	147
6.3.1	振幅调制信号的解调方式	147
6.3.2	频率调制信号的解调方式	157
6.4	无线接入方式	164
6.4.1	FDMA 方式	165
6.4.2	TDMA 方式	167
6.4.3	CDMA 方式	171

6.4.4	数据包方式	178
6.5	分集通信方式	182
6.5.1	分集通信的概念	182
6.5.2	分集通信方式	182
6.6	数据传送系统和信号处理	187
6.6.1	数据传送系统的概要	187
6.6.2	数据传送时的信号处理	192
6.7	数字通信和 DSP	197
6.7.1	DSP 的概要	197
6.7.2	DSP 的利用	199
6.7.3	DSP 在移动通信领域中的应用	204
第 7 章	移动通信系统	207
7.1	移动通信的概况	208
7.1.1	移动通信的种类	208
7.1.2	移动通信的频带	211
7.1.3	移动通信的未来	214
7.2	蜂窝方式	217
7.2.1	蜂窝系统	217
7.2.2	蜂窝小区的构成方法	218
7.2.3	频率利用率	220
7.2.4	适用形态	222
7.3	网络	223
7.3.1	逻辑结构	223
7.3.2	交换连接	225
7.3.3	智能化	231

7.4	无线线路控制	234
7.4.1	信道的构成	234
7.4.2	位置登录	237
7.4.3	待机和发收呼叫控制	239
7.4.4	越 区	240
7.5	数字无绳电话	242
7.5.1	数字无绳电话的动向	242
7.5.2	数字无绳电话的比较	244
7.5.3	数字无绳电话的组成方式	246
7.5.4	数字无绳电话的无线方式	248
7.5.5	数字无绳电话的控制方式	253
7.5.6	数字无绳电话的数据传送	266
7.6	数字便携、汽车电话	276
7.6.1	基本参数	276
7.6.2	网络结构	280
7.6.3	适用技术	281
7.6.4	装置的组成	286
7.6.5	提供的业务及今后的动向	287
参考文献	291
索 引	301

随着数字技术的飞跃发展,数字信号处理的重要性在信息通信领域中也日益增加。从大的方面可以把通信方式分为模拟通信和数字通信两类,正如多媒体中所表现出来的那样,数字技术在信息通信中的作用将日益扩大。另外,如果根据通信线路对通信方式进行分类的话,则又可分为有线通信和无线通信两类,无论哪一种通信对我们来说都非常重要。本章将就各种信息通信系统和信号处理的概要进行讲述。

1.1 模拟通信与数字通信

通信系统的简化模型如图 1.1 所示,图中的信息源(information source)是指通信系统所传送信息的发生源,从信息源能产生出某种信息(message)。这些信息通过发射机(transmitter)以某种容易传送的形态传往通信线路(channel)。由发射机送出的信号经过通信线路被接收机(receiver)接收,经与发射机相反的逆变换后传达给接收者。但是,从发射机发送出去的发送信号在接收机接收时还叠加了通信线路所发生的失真和某些噪声^[1~9]。

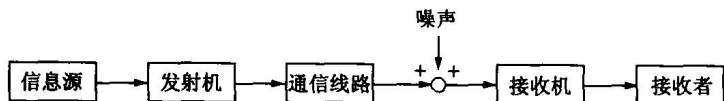


图 1.1 通信系统的模型

码间干扰是通信线路所产生的失真中最具有代表性的例子,码间干扰(intersymbol interference)(参见 2.2 节)是因为前后的信号相互影响而引起的失真。当存有码间干扰时,即使将接收信号直接进行逆