



数字技术： 数字电视原理与应用

〔美〕 Jerry Whitaker 著

邱绪环 乐 甸 徐孟侠 张风超 等译

DTV: The Revolution in
Electronic Imaging



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

URL: <http://www.phei.com.cn>

数字技术：数字电视原理与应用

DTV: The Revolution in Electronic Imaging

[美] Jerry Whitaker 著

邱绪环 乐 甸
徐孟侠 张风超 等译

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 提 要

本书是有关数字电视这个课题详尽全面的权威著作,详细介绍了数字电视(尤其是 HDTV)的基本原理、技术、系统标准的形成和发展,还对数字电视技术在商业应用领域设计的方方面面进行了讲述。本书资料大量引自高级电视制式委员会(ATSC)的文件,极具权威性。本书适合于从事广播电视系统和非广播专业成像系统的设计、规范、安装维护的技术工程人员,也是广播电视业界政策制定者、管理决策者、产业界的经营管理者的案头必备之作,还是想了解数字电视的非业界人士的理想读物。

Authorized translation from the English language edition published by McGraw-Hill, Inc.

Copyright © 1999

All rights reserved. No part of this book may be reproduced or transmitted in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying, recording or by any information storage retrieval system, without permission from the Publisher.

SIMPLIFIED CHINESE language edition published by Publishing House of Electronics Industry, China.

Copyright © 2000

本书中文简体专有翻译出版权由美国 McGraw-Hill, Inc. 授予电子工业出版社。该专有出版权受法律保护。

图书在版编目(CIP)数据

数字技术:数字电视原理与应用/(美)惠特克(Whitaker, J.)著;邱绪环译.-北京:电子工业出版社,2000.6

书名原文:DTV: The Revolution in Electronic Imaging

ISBN 7-5053-5986-X

I. 数… II. ①惠… ②邱… III. 数字电视-接收机 IV. TN949.197

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 61862 号

书 名 数字技术:数字电视原理与应用

原 书 名 DTV: The Revolution in Electronic Imaging

著 者 [美]Jerry Whitaker

译 者 邱绪环 乐 劼 徐孟侠 张凤超 等

责任编辑 窦 昊

特约编辑 吴永清

排版制作 电子工业出版社计算机排版室

印 刷 者 北京天竺颖华印刷厂

出版发行 电子工业出版社 URL: <http://www.phei.com.cn>
北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

经 销 各地新华书店

开 本 787×1092 1/16 印张:26 字数:649

版 次 2000 年 6 月第 1 版 2000 年 6 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 7-5053-5986-X
TN·1349

印 数:4000 册 定价:42.00 元

版权贸易合同登记号 图字:01-2000-0257

凡购买电子工业出版社的图书,如有缺页、倒页、脱页、所附磁盘或光盘有问题者,请向购买书店调换;
若书店售缺,请与本社发行部联系调换。电话 68279077

1AUG 10 2003

译者的话

数字电视是继黑白电视和彩色电视之后的第3代电视。本书称数字电视为电子成像技术的革命是由于数字技术(计算机与通信),特别是数字压缩编码技术与音视频技术的结合,一方面使电视广播以崭新的面貌出现,从根本上提高了图像和声音的质量以及业务上的灵活性和多样性,使消费者获得全新的视听感觉;另一方面,数字音视频技术的应用范围不仅限于广播及消费类视听产品,还有助于推动许多行业的数字化及多媒体革新,如通信、计算机、电影、教育训练、医疗、出版、商务以及军事应用等。因此,数字电视的影响广泛而深远,已经得到全世界广播、通信及计算机界以及各有关行业的广泛关注。

本书回顾了电视广播的早期发展历程和美国数字高清晰度电视 ATSC 制式走过的漫长而艰难的发展道路。其中详细介绍了数字电视技术的发展、系统标准的形成、业务开播,以及有关并行的技术领域的配套发展的全过程。除了技术方面,还对大量的社会、人事、各种传统和利益关系的协调等鲜有专著述及的方面,作了富有启示性的概括。这些在我国根据国家利益最大化的指导原则,建立自主的数字电视系统体制,推动产业和市场的数字化过渡中,对各方面多层次的工作,将会有一定的参考价值。

作者深入浅出地综合叙述了视觉、听觉、色度学及电视扫描格式等方面的基本原理。结合 ATSC 高清晰度电视制式,对视频及音频 A/D 变换、压缩编码及调制、HDTV 制作系统、地面广播发射传输、接收显示系统以及视频测量技术等作了较深入的专题论述,并着重介绍了 MPEG 压缩编码标准及 AC-3 等音频系统。多年从事本专业的译者们也感到,本书在此领域的广度、系统性及重要背景和发展溯源等方面具有颇多独到之处。书中还提供了大量文献索引,供读者进一步查找信息。

本书的翻译出版可适应多方面的需要,读者对象可为广播电视及应用开发数字技术、多媒体技术的专业科技人员,政府政策及业务指导部门,以及各界综合决策及经营管理人员等。作者深入浅出的叙理和活泼风趣的文笔也可供非专业人士浏览涉猎。

本书的翻译由邱绪环主持,译文由邱绪环、乐甸通读定稿,严静兰、张风超参加部分通读工作。各章节译校是:引言、前言、序言及封面、封底以及第1、2、3章由张风超翻译,邱绪环、严静兰校对;第4、5、8章由徐孟侠翻译,乐甸校对;第6章是由乐甸翻译,严静兰校对;第7、12章由严静兰翻译,邱绪环校对;第9、11章由邱绪环翻译,乐甸校对;第10章由岑际焯翻译,邱绪环校对。

本书在翻译中得到信息产业部电子三所郭柯、刘宪坤,信息产业部电子十二所廖复疆和北京广播器材厂尤巩圻的大力支持,信息产业部电子三所马若愚做了大量文字编录及修改工作,特此致谢。

译文不妥之处,敬请读者批评指正。

引言

在家庭中,没有什么别的器具比电视机更让人喜爱。电视是通往世界的一个窗口,通过这个窗口,我们能够不断地得到娱乐和信息。它有众多的节目品种,供永远热心的消费者观众享用。

让我们来看一下美国市场上无处不在的电视广播:

- 美国有 1550 多个广播电视台。
- 98% 的美国家庭拥有电视接收机。
- 67% 的美国家庭拥有 2 台以上的接收机。
- 平均每户每天看电视几乎 7 小时。
- 对于 70% 的美国公众来说电视是主要的新闻来源。

电视当然是一种较为普及的媒体。

但是,这一工程奇迹所依据的技术系统接近其有用寿命的极限。像其他所有的通信业务一样,电视和电视广播正在走向数字传送平台。随着这场革命的进行,向着数字技术的过渡将与现代电视观众的日益增长的技术复杂性协调一致,也许甚至是这种复杂性的自然后果。一旦显露出技术优势,人们很容易相信,数字技术和 HDTV 提供的质量改善和业务灵活性,会很快使电视观众为之倾倒。

地面广播行业做了如此多的工作使这种新业务变成现实,这使我们感到特别高兴。当你阅读 DTV 现象的故事是如何展开的时候,你就会看到广播工作者在这个过程中所扮演的中心的和一再发生的角色。我们泰然自若地为这一角色感到自豪,我们也同样充满着热情,1998 年数字电视广播业务的开展,的确将标志着电视的新“黄金时代”的开始。

Lynn D. Claudy
高级副总裁
美国国家广播协会科技部
华盛顿特区

1975 年以来,为了在每一个地方促进无线电和电视广播工作者的兴趣,美国国家广播协会(NAB)提供了必要的资源和领导。NAB 是关于技术和法规方面宝贵的信息资源。为了得到更多的信息,请访问 NAB 的网址:www.nab.org。

前 言

数字电视和 HDTV:重新发明广播

Joseph A. Flaherty (FIEE, FRTS), CBS, 纽约

早在 1936 年 6 月 15 日,当时电视本身正在从无线电的基础上兴起,后来的美国无线电公司总裁 David Sarnoff 给联邦通信委员会 (FCC) 作了一次讲演,题目叫做“无线电的未来和公众兴趣、方便性及必要性”。在那次演讲中,这位将军讲到电视的发展:

“在地平线上现在能看到的将来的各种行业中,电视最牢固地抓住了公众的想象力。为了使电视达到为公众业务所需要的完善程度,我们的工作在进行,面临着巨大的压力、高成本、令人鼓舞的技术成果。”

“最高级的想象力,以及跟着那种想象力走的勇气……这样的实验要求。证实在这种精神中,我们的实验室和我们的科学家在以勤奋奉献的态度,从事着为人类提供最高服务的工作。”

从这样的工作中诞生了电视,今天,为人类业务的同样的天才和献身精神使高级电视制式委员会 (ATSC) 的数字电视 (DTV) 和高清晰度电视 (HDTV) 标准得以诞生。

电视,这种 20 世纪的现象,到目前为止是如此先进,以至于今天世界上看电视的人多于读书的人。然而,沿着这条道路,自从 John Logie Baird 的 28 行机械扫描系统以来,电视质量中的每一明显进展,都被欢呼为“高清晰度电视”。力所能及的高清晰度总是最佳的,它具有极高的工艺水平。

于是,1970 年,即 Sarnoff 将军演讲之后 34 年,现代的 HDTV 开始了。NHK 推动了高清晰度电视的现代发展,作为选择扫描格式、宽高比、崭新的电子成像系统的基础工作,进行了广泛的研究和物理测试。从 1970 年到 1977 年,世界上到处都在发表论文,论述图像质量的主观评价、人类视觉系统对增加扫描行数的响应、隔行扫描的视觉效果、人类视觉系统对色度空间频率的响应。后来,在 1973 年,NHK 发表了原始的宽屏幕 1125 行 HDTV 系统。

1974 年,国际电信联盟通过 CCIR 采纳了一个 HDTV 研究课题,其中陈述:

“鉴于高清晰度电视要求的分解力大致相当于 35mm 影片的分解力,对应于目前电视制式的至少 2 倍的水平分解力和 2 倍的垂直分解力:

“CCIR 一致决定,应当对这个课题进行研究:为了向一般公众广播,对高清晰度电视应当推荐什么标准?”

到 1977 年,成立了美国电影电视工程师协会 (SMPTE) 高清晰度电视研究小组,1980 年 SMPTE 杂志发表了该小组的 HDTV 研究报告。报告说明:

“用于对 HDTV 进行比较的合适的标准是投影到宽银幕上的 35mm 发行影片的最佳性能 (当前和将来的)。”

SMPTE HDTV 研究小组的结论是:“HDTV 的适合行频是大约每一帧 1100 行,帧频应为

30Hz, 2:1 隔行……”。

的确, HDTV 不是要比必要的还要好, 而是最终使电视与电影院质量媲美。我们不是好得过分, 我们只是刚刚赶上, 赶上创作团体和美国公众能广泛接受的质量而已。通过完全的 HDTV, 电视最终将达到它在技术上的成熟。

1981 年迎来了这种成熟的第一道曙光, 那时 CBS 和 NHK 在旧金山举行的 SMPTE 冬季电视大会上在美国首次演示了 HDTV。两个星期之后, 在华盛顿特区为 FCC 和其他政府部门进行了 HDTV 演示, 随后很快在纽约和好莱坞进行了大量的演示, 观众被迷住了。

没有退路。电视永远不会再同过去一样!

1985 年 11 月 21 日, 由于抄袭了 Arthur C. Clarke 的标题而向他道歉, 我发表了一篇演说, 演说的题目是: “2001 年, 广播的奥德赛。”(奥德赛: 古希腊史诗, 相传为荷马所作——译注。)在那篇演讲中我这样说:

“当我们评价明天的电视和 HDTV 并且规划其实施时, 我们必须记住, 观众享受的今天的业务标准不是他们明天的期望水平。足够好不再是完美的, 甚至可能变成完全不满意的。

“质量是一个运动着的目标, 在节目中和技术中都是这样。我们对未来的判断不应以今天的性能为基础, 也不应以一些小修小改为基础。”

电视的质量目标继续运动, 1987 年, FCC 寻求私有工业部门的支持, 组成高级电视业务顾问委员会 (ACATS), Richard Wiley 任主席, 负责研究高级电视地面广播问题, 对提出的制式进行测试, 1993 年第 2 季度为选出美国单一地面广播的 HDTV 传输标准提出建议。

在 ACATS 的过程中, 高级电视 (ATV) 制式的提案猛增至 21 个, 但到 1990 年缩减至 9 个。其中只有 2 个是 HDTV 同播制式, 而且均为模拟设计。

1990 年 4 月, 后来的 FCC 主席 Sikes 宣布:

“……委员会的意向是选择同播高清晰度电视标准, 它要与当前的 6MHz 频道规划兼容, 但采用独立于 NTSC 技术的新设计原理。我们预料……在作出 HDTV 标准的最后决定之前, 委员会决不会采纳增强清晰度标准。”

美国有一个目标, 那就是完全质量的地面广播的 HDTV。

进入美国 FCC 顾问委员会的高级电视经过 2 年零 8 个月以后, 于 1990 年 6 月 1 日, 通用仪器公司提出了全数字地面 HDTV 制式, 电视从此永远变了。数字时代已经开始, 模拟电视在世界范围内开始消亡! 自从它的发明以及此后的渲染以来, 电视正面临着它的最根本的技术变化。

到 1991 年, 仅仅剩下 5 个 HDTV 制式, 其中只有 1 个是混合的模拟/数字制式, 即 NHK 窄带 MUSE。其他 4 个都是全数字制式, 而这种数字转换把顾问委员会的时间表推迟了大约 6 个月。

这些制式是:

- NHK 的混合式模拟/数字窄带 MUSE 制式, 采用频分脉冲幅度调制。
- 通用仪器公司的 DigiCipher 制式, 采用数字 DCT 压缩算法和 16 或 32 状态的正交幅度调制, 或 16/32 QAM。
- AT & T 和 Zenith 的数字频谱兼容 HDTV 或 DSC-HDTV, 采用逐行扫描、数字 DCT 压缩算法、4 电平残留边带调制 (4VSB/2VSB)。
- Thomson、Philips、Sarnoff 实验室、NBC 的先进数字 HDTV 或者 AD-HDTV, 采用数字

DCT 压缩算法和频谱整形正交幅度调制。

- 通用仪器公司和 MIT 的频道兼容 DigiCipher 或 CC-DigiCipher, 采用逐行扫描、数字 DCT 压缩算法、16 或 32 状态正交幅度调制(16/32 QAM)。

1990 年 9 月, FCC 在它的第 1 份报告和规则中决定:

“我们没有发现进一步考虑那些使用附加的频谱来‘提高’原有 6MHz 频道以提供 NTSC 兼容业务的制式是有用的。

“与我们在 ATV 业务中保证优秀质量的目标一致, 我们打算选用同播高清晰度电视制式。

“同播制式在频谱方面效率也是很高的, 而且有利于实施高级电视业务。这样一种制式, 将同样地在当前的电视频道规划中使用的 6MHz 频道间隔上传输增加了信息的 HDTV 信号。”

于是, 1990 年, FCC 和私有工业部门顾问委员会放弃了“增强”和“提高”制式的考虑, 把进一步的工作集中在不兼容 HDTV 同播制式上, 保证在批准任何 HDTV 制式之前对提议的所有制式进行完整、客观的测试。

FCC 主席 Sikes 最好地表达了这一点, 当时他说:

“我理解那些相信逐步渐进地走向 HDTV 的人们的关心……, 但是, 追求扩展清晰度可选项会增加工业和消费者两方面的过渡成本。电视台可能需要进行一系列连续的投资, 缓慢走向完全的 HDTV。然而同时, 消费者几乎肯定给弄糊涂了, 也许会抵制购买那些在比较短的时间内就会过时的设备。”……“FCC 非常关心它向公众提供的广播和业务, 想要最好的, 即完全的 HDTV, 而不是对这种令人生畏的挑战的某个渐进解决方案。”

1992 年 8 月, 私有工业部门的高级电视测试中心 (ATTC) 实验室完成了 5 种制式的客观实验室测试和“专家观众”的心理生理测试。1992 年 10 月在加拿大的高级电视评价实验室 (ATEL) 完成了“非专家”心理生理测试。为了准备 1993 年 2 月 FCC 顾问委员会特别小组的会议, 1992 年 12 月发表了实验室测试报告。

与这项工作并行, FCC 发表了它的第 2 个规则制定建议通知, 缩写为 NPRM。在这个通知中, FCC 建议如何定义 HDTV 业务, 以及它的实施和取代 NTSC 业务的时间表。

第 2 个 FCC NPRM 声明:

“我们预料 HDTV……最终将取代现在的 NTSC。为了对这一技术进行平稳过渡, 我们及早决定允许在单独的 6MHz(同播)频道播送高级电视。为了继续提高频谱效率, 我们打算要求广播者完全“转换”到 HDTV, 也就是说, 一旦 HDTV 成为占主要地位的媒体, 就交出一个 6MHz 频道, 仅仅广播 HDTV。”

1992 年 5 月, 在实施 HDTV 业务的第 2 份报告和规则中, 委员会决定为 HDTV 进行频率的成块分配, 而广播业者将对这些频率首先拥有选择权。

在第 3 份规则制定建议的通知中, FCC 建议将广播过渡到全 HDTV 业务, 并且要求广播公司, 在从 HDTV 标准制定和最后的 HDTV 频道分配表生效之日起的 15 年之内, 交出它们的两对频道之一。这时, 将放弃 NTSC 业务, 但是将周期性地查看这个时间表。

于是, FCC 正在完成管理 HDTV 地面广播用的法规程序和规则。

ACATS 推荐的 HDTV 制式原定在 1993 年初出台, 但是 1992 年 11 月, 在通往建议书的

道路上发生了一件有趣的事情。接近测试过程的末尾,并且根据测试的结果,每一个制式提议者都认为他们的系统有了一系列的“改进”,并请求 FCC 顾问委员会实施这些改进。

由 Irwin Dorros 博士和我本人主持的顾问委员会技术分小组被指定对这些改进建议进行评估,并且批准那些被认为合适的建议。这个技术分小组于 1993 年 11 月 18 日开会,并且批准了其中的许多建议。

顾问委员会的特别小组于 1993 年 11 月 8 日所在的一周内开会,考虑测试结果和系统改进,打算选择最后的 HDTV 制式,推荐给顾问委员会。

虽然所有的制式都在 6MHz 的带宽内产生好的 HDTV 图像,但是没有一种系统有足够好的性能可以选作那时的单一标准。但是,由于全数字制式的性能明显地优于混合模拟/数字窄带 MUSE 制式,所以放弃了这种制式,不再作进一步的考虑。特别小组批准对 4 种全数字制式进行改进,建议迅速地重新测试这些制式。

同时,最后的 4 个数字制式的提议者开始审查这样的可能性,即通过一个联合会(后来叫做“大联盟”),把他们的制式结合起来,成为单一的好上加好的 HDTV 制式。1993 年 5 月 24 日,4 个数字 HDTV 制式的提议者 AT&T/Zenith、通用仪器公司、DSRC (Sarnoff)/Thomson/Philips、MIT 组成了大联盟。

FCC 顾问委员会把任务分配给它的技术分小组,包括来自加拿大、墨西哥、EBU、NHK 的观察员,仍旧由 Dorros 博士和我主持。这个任务是:评估大联盟建议、对它作必要的修改、选择最后的规范及批准制式制作样机。

继详细的制式评估和修改之后,大联盟和技术分小组推荐了基本制式参数:

- 支持两种,并且只有两种扫描频率;一种是 1080 有效行,每行 1920 正方形像素,以 59.94 和 60 场/秒隔行扫描;另一种是 720 有效行,每行 1280 正方形像素,以 59.94 和 60 帧/秒逐行扫描。两种格式也能够以 30 和 24 帧/秒逐行扫描方式操作。
- 采用 MPEG-2 兼容视频压缩和传送系统。
- 采用杜比 AC-3 384 Kb/s 音频系统。

在残留边带(VSB)系统和正交幅度调制(QAM)系统的子系统测试之后,1994 年 2 月 24 日批准了 8VSB。

大联盟系统进行了制作、测试、现场测试,以证明它比 4 个单独的 HDTV 制式提案中的任何一个都好。它是好中之好。

1995 年春天,在这么晚的时候,FCC 主席 Reed Hundt 要求顾问委员会把几个标准清晰度或 SDTV 格式包括在 DTV 标准中,未经进一步的 SDTV 测试,把 SDTV 格式增加到 ATSC 扫描格式中,计划向 HDTV 的过渡变成向 SDTV 和 HDTV 的过渡。

1995 年 11 月 28 日,顾问委员会把 ACATS 数字 TV 和 HDTV 标准推荐给 FCC。

在另外一个最后一分钟的变化中,FCC 在广播公司、消费设备生产制造厂商和计算机行业成员之间发起了一系列会议,就 ATSC 标准的扫描格式经折衷达成一致意见。这样,扫描格式被私有化,现在成为私有工业部门的 ATSC 标准。根据这种折衷意见,1996 年 12 月 24 日 FCC 最后批准了 ATSC 标准,在地面 DTV/HDTV 广播中强制执行。81 天之后,1997 年 4 月 3 日,FCC 采纳了数字频道分配计划和 DTV 业务规则。

FCC 把数字电视进程中 FCC 的第 5 次报告和规则总结如下:

“这个进程的中心目标是能免费为地方提供数字广播电视。为了支持 DTV 成功的机会,

委员会决定只要广播公司继续向公众提供他们逐渐信赖的免费节目,就能够根据他们判断为最好的业务来使用它们的频道。特别是,广播公司必须提供一个免费数字视频节目业务,其分解力至少可与今天的业务相比拟,并且与今天的模拟业务在相同的时间播出。

“广播公司将能够把它们认为最吸引用户的数字产品的不论什么包装放在一起,及与别家建立伙伴关系,以有助于用最有效果、最有效的方式使用它们的频道。在数字频道的使用上给广播公司以灵活性,将使它们能够把业务和节目的最好的混合放在一起,刺激消费者接受数字技术,购买数字接收机。

“委员会要求 10 大市场中的 4 大网络(ABC、CBS、Fox、NBC)的联播电视台到 1999 年 5 月 1 日必须播出一个数字信号。

“在这个过程中一个重要目标是在 DTV 过渡期结束时交还模拟(NTSC)频谱。委员会把 2006 年定为结束 NTSC 业务的一个合理的日子。委员会在其周期性的检查中将检查这个日子。周期性检查每 2 年进行 1 次,评估 DTV 的进展,必要时改变委员会的规则。”

根据在 FCC 的强烈要求下达成的一项志愿性的协议,某些团体拥有者(包括 CBS)同意 10 大数字电视台到 1998 年 11 月 1 日向空中播出。

这样,在 9 年 3 个月 22 天的研究、辩论、设计、制作、测试、规则制定之后,美国地面广播公司拥有了 ATSC 数字电视和 HDTV 制式,如果迅速使用的话,可以保证它与其他 21 世纪分配媒体进行平等竞争。

FCC 提出了有进取心的初次展示、短的过渡时期、及略述困难的 DTV 广播时间表。不仅如此,这种数字过渡不会在“自由市场”环境中发生。联邦政府想要在尽可能短的时间内收回现在的 NTSC 频谱进行拍卖和再使用,这将不断造成对政府的压力,在尽可能短的时间内完成数字过渡。反过来,这将缩短在完全的“自由市场”中通常发生的过渡期。

过去,电视市场中所有的竞争都是以相同的一般技术质量为基础的。那是从舞台上摄像机的 525 行 NTSC 到家中的接收机,高级管理人员从来不要对节目演示质量做出决策。从今以后,送给观众的技术质量将有一个宽广的范围,从 SDTV,“SDTV 多路复用”节目,直到完全质量的 HDTV。技术质量将成为争夺观众的一个越来越重要的因素。各种电视媒体将提供宽屏幕 HDTV,因此,HDTV 将总是仅隔一个频道点击之遥。

HDTV 可能成为节目制作者、节目计划者、分配媒体及观众的首选媒体。在著述本文时,某些有线和 DBS 节目计划者已经声明他们打算提供 HDTV 节目的业务。很自然,某些广播的白天部分不久将有必要由 SDTV 节目构成,而某些广播公司、有线经营者、卫星到家系统将采用多路复用 SDTV 节目。

然而,考虑到 HDTV 的重要性,至关重要的是要理解,宽屏幕高清晰度对于今天的小屏幕电视机来说不仅仅是漂亮的图像,而是一个崭新的数字平台,支持在商业化中开发的大型、大大改善了了的显示器。在这样的大型宽屏幕显示器上观看 HDTV,将在家中创造一种全新的观看体验。HDTV 最后将使家庭影院梦想成真。

数字实施已经开始,电视事业的每一部分都将感觉到这个数字革命的影响。不仅如此,数字技术发展得非常快,它们的影响比许多人认为的还要快。我们把这种“数字化”叫做革命,这是因为,数字技术将从根本上改变电视的通信手段、它的质量、它的灵活性、商业的进行、业务的范围和效果,以及媒体的几乎每一个其他方面。

现在,在 NHK 开始其 HDTV 工作之后 25 年左右,ATSC HDTV 标准采用基本的 1973、

宽屏幕 1125 行制式,其有效行数为 1080,2:1 隔行扫描。就像 SMPTE 和 CCIR 的研究定义的那样,“高清晰度”电视,在过去、现在并且将总是这样一种制式,采用至少 1000 有效行、隔行或逐行扫描。有效行数较少的格式有可能对 NTSC 和 PAL 制式有所“改进”,但那不是,也永远不会是“高清晰度”。

ATSC 标准采纳了,数字频道分配了,业务规则到位了,设备有了,数字 TV 和 HDTV 接收机开始出现,数字电视台正在建设。对于美国来说,数字 TV 和 HDTV 时代就在眼前!

正像 Alexander Pope 在他的 1710“关于批评主义的小品文”中忠告的那样:“勿作尝新第一人,不为弃旧最后者”。

Joseph A. Flaherty

序 言

高清晰度电视,过去 10 来年在技术界是个大辩论的课题,现在已成为现实。ATSC 数字制式,已由联邦通信委员会批准,已经作好从空中电视广播到计算机游戏的各种应用的准备。通往数字电视(DTV)的道路既漫长又曲折。当它从 1989 年正式开始时,很少(极少)有工业专家能够精确预测这场标准化之战的结局。

1989 年,本文作者任广播工程杂志的编辑主任,这是一家为无线电/电视行业业务的技术贸易出版物。作为 30 周年纪念专刊的一部分,我组织了一个由 5 位专家组成的智囊小组,预测一下在即将来临的 5 年之内技术将如何影响通信事业。抓住的一个问题是 HDTV。我们的预测,发表在 1989 年 5 月,如下:

“高清晰度电视是一个极为复杂的课题,但这不能阻止我们做少数几个预测。对于开端者,到 1992 年,广播者将参加 HDTV,实际上是 ATV(高级电视;比‘真正的’HDTV 稍微差一些)。到那时,兼容 6MHz 制式将被 FCC 批准并且现场测试。少数几家先锋广播公司将抢先向空中播出 ATV。一开始节目将是有限的,使用在 35mm 胶片上拍摄的电影和其他材料,通过卫星从节目供应商或网络传送。当然,1992 年以高清晰度显示一周电影,对于观众来说,就像 1965 年以彩色显示 Bonanza(富源)一样地吸引人。

“由 FCC 选择的 ATV 制式将是目前提出的一个或几个制式的混合体。它将提供改善了图像,其宽高比为 16:9。在 ATV 格式中将作好准备,当附加频谱可供使用时,可以进一步提高影像质量。但是,由于陆地移动通信行业将首先抓住不放,所以永远不会有附加频谱可供使用。第二‘扩充’频道的缺乏并不能严重伤害 ATV 的实施,这是因为,智能型接收机将提供逐行扫描、行间内插、噪声降低、重影消除、细节增强。对于一般电视观众,在高科技电视机上的 ATV 看上去将是富丽壮观。纯粹派艺术专家和专业工作者能看出差别来,但是上一代的观众将看不出来。

“ATV 和标准 NTSC 的同播(simulcasting)将不会出现。这种想法的提出是作为一种方式去实现从当前的技术到全带宽 HDTV 的有序过渡。虽然目标是值得称赞的,但那是中不实际的。对频谱的需求太多了,FCC 不能将更多的频谱分配给电视。”

对于未来就预测了这么多;当时我们错了,至少 80%是错误的。

从 1989 年的优势地位来看,那时作的基本假设是十分合理的,杂志的 35 000 位读者中没有一人对我们的结论提出异议。然而我们没能料到 HDTV 技术发展中的一个关键要素:数字压缩。

在美国和其他地方,关于高清晰度电视的大多数早期开发工作,都是由模拟设计工程师和科学家利用常规的视频技术作为样板而完成的。当模拟视频样板被抛弃而让位于计算机硬件和软件时,则以迅速的步伐展开了变化。

说了那些之后,指出这样一点是公平的:现成的、可负担得起的硬件平台中可供使用的处理能力的爆发,使在 HDTV 的开发过程中所作的视频压缩(或者码率压缩)技术的长足进步变得实用化。软件和硬件在恰当的时候结合在一起,使 HDTV 数字解决方案的实施变得实际

可行。如果 FCC 坚持其决定新 HDTV 传输标准的最初目标日期(1991 年),那么以模拟为基础的制式现在应该到位了。那时数字技术没有作好准备。

所有的事情都考虑到了,导致美国 HDTV 标准的过程是一个关于标准化过程应当如何工作的教科书书橱。制式被提出、评价、修订、再评价。终于,一个理想的制式出来了。

关于本书

本书对于广泛地应用,考察了数字高清晰度视频技术;还考察了 DTV 的根本技术,并且列举了典型使用的例子。另外还说明了新的开发工作,并且指出了这些工作的好处。

本书的对象是从事广播电视系统和非广播专业成像系统的设计、规范、安装维护的技术工程人员。本书一般性地讨论了数字电视的基本原理,尤其讨论了 HDTV 的基本原理,着重指出基本技术如何影响最终应用。

作者尽一切努力综合叙述数字电视这个课题。每一章的结尾都附有广泛的参考资料,指引读者查找进一步的信息源。

整个的 DTV 制式(当然)是以高级电视制式委员会(ATSC)的工作为基础的。ATSC 出版了一套综合性的文件,叙述新的 DTV 业务。本书的几个章节大量取自 ATSC 的里程碑性的工作。作者衷心感谢对本书做出贡献的人们。

那些对于取得全套 ATSC 文件感兴趣的人,从 ATSC 的万维网网站(www.atsc.org)可以得到可应用的标准。也可以从 SMPTE(White Plains, NY)(www.smpte.org)和美国国家广播协会(Washington, DC)(www.nab.org)买到这些文件的印刷版本。

由于 DTV 实施的快速变化的特点,鼓励读者定期检查上列因特网网站。关于 DTV 发展的另外一个资源是作者的网站:www.technicalpress.com。访问者能够发现文章、背景资料、交流会日程、对 DTV 相关机构的联络等内容。

明天的技术

影像分解力和清晰度的进步是许多新产品背后的推动力。在计算机应用中,提高的影像分解力是当前和将来工作的一个重要领域。随着计算机概念和视频行业概念的融合,HDTV 甚至将获得更大的重要性。

DTV 和 HDTV 所包含的科学领域既广泛而又令人振奋。它是一个对广播、专业视频、军事、工业客户越来越重要的领域,而且很快它也将引起消费者的极大兴趣。当然,正是消费市场将使 HDTV 家喻户晓。

DTV:电子成像技术中的革命一书的目标是,以一种可以理解的方式,把这些各种各样的概念和技术集合到一起。

Jerry C. Whitaker

本书的网络资源中心:

www.technicalpress.com

目 录

第 1 章 DTV 之路	(1)
1.1 引言	(1)
1.1.1 开创者	(1)
1.1.2 传输标准	(3)
1.1.3 常规电视系统	(6)
1.2 HDTV 的早期发展	(10)
1.2.1 1125/60 设备的开发	(11)
1.2.2 1125/60 系统	(12)
1.2.3 欧洲的 HDTV 制式	(14)
1.2.4 HDTV 标准化的前景	(14)
1.2.5 数字制式的兴起	(15)
1.2.6 数字视频广播	(17)
1.2.7 电影行业的卷入	(17)
1.2.8 政治考虑	(18)
1.2.9 术语	(19)
1.2.10 HDTV 之路的建议	(19)
1.2.11 制式测试:第 2 轮	(21)
1.2.12 大联盟的形成	(22)
1.2.13 测试大联盟系统	(24)
1.2.14 大联盟的最后一段	(25)
1.3 HDTV 制式的兼容性	(25)
1.3.1 兼容制式中的折衷	(26)
1.3.2 兼容业务附加器	(26)
1.3.3 代码转换功能	(27)
1.4 参考文献	(27)
1.5 参考书目	(27)
第 2 章 HDTV 的应用	(29)
2.1 引言	(29)
2.1.1 分解力	(29)
2.1.2 制作制式与传输制式	(29)
2.1.3 术语定义	(30)
2.2 HDTV 的应用	(30)
2.2.1 商业和工业应用	(30)
2.2.2 广播应用	(31)

2.2.3 计算机应用	(32)
2.3 视频信号的特点	(33)
2.3.1 对观众和节目制作者的关键意义	(34)
2.3.2 影像尺寸	(34)
2.3.3 格式发展	(36)
2.4 视觉现实性中的听觉成分	(37)
2.4.1 听觉	(37)
2.4.2 使音频与视频匹配	(39)
2.4.3 最大程度地利用音频	(39)
2.4.4 理想的声音系统	(40)
2.4.5 杜比 AC-3	(40)
2.5 影片节目源	(41)
2.5.1 影片种类	(42)
2.5.2 影片和 HDTV 节目源的协同作用	(42)
2.5.3 标准转换	(42)
2.5.4 从影片到视频的转换系统	(43)
2.5.5 从视频到影片的激光束转换	(47)
2.6 参考文献	(49)
2.7 参考书目	(50)
第3章 成像系统基本原理	(52)
3.1 引言	(52)
3.2 电视的视场	(52)
3.2.1 黄斑和周围视觉	(52)
3.2.2 垂直细节和观看距离	(53)
3.2.3 水平细节和图像宽度	(54)
3.2.4 影像的详细内容	(55)
3.2.5 景深的感觉	(55)
3.2.6 对比度和色调范围	(56)
3.2.7 亮度和色度	(56)
3.2.8 视觉的色度方面	(58)
3.2.9 彩色视觉的锐敏度	(60)
3.2.10 视觉中的时间因素	(60)
3.2.11 照度的时间方面	(60)
3.2.12 模糊和有关的效应	(61)
3.2.13 闪烁	(61)
3.2.14 视频带宽的视觉基础	(62)
3.2.15 伽马	(63)
3.3 大联盟制式的概况	(66)

3.3.1 扫描格式	(66)
3.3.2 相对水平和垂直间距	(66)
3.3.3 亮度和色度分量	(66)
3.3.4 像素传输速率和数字调制	(67)
3.3.5 视频压缩	(67)
3.4 参考文献	(69)
第 4 章 视频信号的数字编码	(71)
4.1 引言	(71)
4.2 数字信号的变换过程	(71)
4.2.1 Nyquist 极限和混叠效应	(71)
4.2.2 A/D 变换过程	(72)
4.2.3 D/A 变换过程	(75)
4.2.4 变换器的性能判据	(76)
4.3 视频信号的空间域和时间域分量	(76)
4.3.1 Nyquist 多维空间的维数	(78)
4.3.2 Nyquist 多维空间中的各种特征频率	(80)
4.3.3 Nyquist 多维空间中各种信号的区分	(82)
4.4 数字调制	(84)
4.4.1 QPSK	(86)
4.4.2 信号分析	(86)
4.4.3 数字编码	(86)
4.4.4 纠错编码	(88)
4.4.5 8-VSB 调制系统	(89)
4.5 各种数字滤波器	(89)
4.5.1 各种 FIR 滤波器	(90)
4.5.2 各种 IIR 滤波器	(93)
4.6 数字信号处理	(95)
4.6.1 视频的取样过程	(96)
4.6.2 串行数字接口(SDI)	(96)
4.7 参考文献	(98)
第 5 章 视频和音频的压缩	(100)
5.1 引言	(100)
5.2 变换编码	(100)
5.2.1 平面的变换	(101)
5.2.2 帧间的变换编码	(102)
5.3 JPEG 标准	(104)
5.3.1 压缩技术	(104)

5.3.2	DCT 和 JPEG	(105)
5.4	MPEG 标准	(106)
5.4.1	基本的规定	(107)
5.4.2	运动补偿	(109)
5.4.3	把它们汇集在一起	(109)
5.4.4	各种档次和各种等级	(111)
5.4.5	演播室档次	(112)
5.5	MPEG-2 的各种特性应用于数字电视的重要性	(113)
5.5.1	MPEG-2 的分层结构	(113)
5.5.2	条带	(114)
5.5.3	图像、图像组和序列	(114)
5.5.4	运动矢量的搜索算法	(116)
5.5.5	运动矢量的精度	(116)
5.5.6	运动矢量的编码	(116)
5.5.7	信源编码器的预测环路	(117)
5.5.8	双重最佳的预测模式	(120)
5.5.9	自适应的图像场/图像帧的预测模式	(121)
5.5.10	图像的更新	(121)
5.5.11	离散余弦变换	(122)
5.5.12	视频数据的熵编码	(124)
5.5.13	解码器的框图	(126)
5.5.14	空间和 S/N 的可分级性	(126)
5.6	级联过程	(127)
5.6.1	各种压缩的损伤	(127)
5.7	音频压缩	(128)
5.7.1	冗余度和不相干性	(129)
5.7.2	人们的听觉系统	(129)
5.7.3	量化	(130)
5.7.4	取样频率和比特率	(131)
5.7.5	处理过程和传播的时延	(131)
5.7.6	各种通用的压缩技术	(131)
5.7.7	子带的 APCM 编码	(132)
5.8	参考文献	(134)
5.9	参考书目	(135)
第 6 章	高清晰度电视制作系统	(137)
6.1	引言	(137)
6.2	1125/60 系统	(137)
6.2.1	1125/60 的基本原理	(137)