

OHM 轻松跟我学

follow me

图 说

数字技术

〔日〕吉本久泰 著

数字时代“数字”无处不在！
你对数字技术了解多少？
现在就开始吧！



 科学出版社
www.sciencep.com

HOW/ME

轻松跟我学

follow me

图说数字技术

[日] 吉本久泰 著

丁志俊 吴松叶 译



科学出版社

北京

图字：01-2002-1672 号

Original Japanese edition

Naruhodo Nattoku! Digital ga Wakaru Hon

By Hisayasu Yoshimoto

Copyright © 2000 by Hisayasu Yoshimoto

Published by Ohmsha, Ltd.

This Chinese version published by Science Press, Beijing

Under license from Ohmsha, Ltd.

Copyright © 2002

All rights reserved

なるほどナットク!

デジタルがわかる本

吉本久泰 オーム社 2000

图书在版编目(CIP)数据

图说数字技术/(日)吉本久泰著;丁志俊,吴松芝译. —北京:科学出版社, 2003
(轻松跟我学系列)

ISBN 7-03-010542-7

I. 图… II. ①吉…②丁…③吴… III. 数字技术 IV. TN911.72

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 047927 号

责任编辑: 崔炳哲 樊友民 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>

中国科学院印刷厂 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 2 月第 一 版 开本: A5(890×1240)

2003 年 2 月第一次印刷 印张: 6 3/4

印数: 1 5 000 字数: 168 000

定 价: 17.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换(新欣))

前 言

自从实现了信息数字化以来,从未出现过像现在这样“数字”无处不在的现象。尽管人们知道因特网、IT 革命、双向多媒体等都由高度发达的数字技术所构成,但是并未真正地意识到这就是数字的作用。

目前的计算机,虽未特别称做“数字计算机”,但人们已理所当然地把它看作为数字(计算机)的依据。在今后十年内,无论是电视广播还是 BS/CS 广播,指的都是“数字广播”,这也已成为人们的共识。因此,BS 数字广播就很自然地被称为 BS 广播了。对现在的电视而言,我们都是“观众”,如今又即将成为被称做应用电视的“用户”。因为就双向互动电视而言,我们已从“看电视者”变成了利用数字通信线路的“应用电视者”。

现在,各种各样的信息被数字化,数字技术又被广泛地应用在广播、通信等领域中。若重新斟酌“数字”这一概念,“为什么数字的用途如此广泛”这个问题也许会在头脑中出现。我本想从计算机的基础——数字电路到通信信息领域,在尽可能广的范围内以通俗易懂的语言进行描述,但往往就在此时,连自己也被一些不时出现的意想不到的难点和新的疑问所困惑。这也许正是各位读者会产生疑问的根源之所在。

虽然这些问题大多数在专业知识上难以理解,但为了尽量避免读者对上述问题产生误解,同时又不脱离实际,本书作者在执笔过程中作了大胆的叙述。希望能彻底消除读者的疑问,同时能增加各位读者的兴趣。

目 录

无处不在的数字

- ◆电视广播的数字化 2
- ◆数字机器的代表——计算机 4
- ◆通信网络的数字化 6
- ◆DNA 也是数字信息?! 8

数字化的优点

- ◆数字化的优点① 12
- ◆数字化的优点② 14
- ◆记忆、存储、传送中的数字化 16
- ◆数字化的特征 18

数字化方法

- ◆声音的数字化 22
- ◆将数字声音转换为模拟声音 28
- ◆严谨而细腻的数字化——真实再现之关键 31
- ◆CCD 图像传感器 34
- ◆CCD 行传感器 36
- ◆高画质的关键因素 38
- ◆CCD 的电荷转移规律 40
- ◆CCD 及其小结 42
- ◆A/D 转换器 44
- ◆D/A 转换器 51

通信与信号传送

- ◆如何将信息传送到远方? 56
- ◆模拟信号的调制 60
- ◆数字信号的调制 64
- ◆数字传送究竟能快到什么程度? 66
- ◆信息压缩是多媒体通信中必不可少的技术 70
- ◆大容量传送多路复用技术——时隙方式 74
- ◆大容量传送多路复用技术——分组方式 78
- ◆因特网与通信网络 82
- ◆模拟电话线路与数字电话线路 86

二进制数计算与字符表示

- ◆数字化的最终目的就是计算机处理 90
- ◆为什么要使用二进制? 92
- ◆二进制的加法电路 94
- ◆二进制的表示方法 96
- ◆用二进制进行加法和减法运算 102
- ◆加法演算减法的神奇作用 106
- ◆人类不擅长二进制 109
- ◆8 比特标准字符 114
- ◆英语可以用 8 位表示 116
- ◆要表现日语 16 位也不充分 120
- ◆国际标准编码 122

逻辑电路

- ◆逻辑电路中的 0 和 1 126
- ◆逻辑电路中是否还有其他状态呢? 128
- ◆简单易懂的逻辑电路 130
- ◆逻辑器件——二极管和三极管 137

- ◆与门、或门、非门电路及其工作原理 139
- ◆逻辑电路的符号 143
- ◆加法器的制作 146
- ◆制作集成存储器(寄存器) 155
- ◆计数器电路 163
- ◆编码器和译码器 170

计算机

- ◆计算机由三大部件构成 176
- ◆计算机的“大脑”——CPU 180
- ◆计算机的工作状态 184
- ◆计算机语言 192
- ◆不可或缺的操作系统 197
- ◆计算机不会超越你的知识水平 203
- ◆通用计算机会消失吗? 205

1

无处不在的数字

因特网、IT革命、多媒体信息通信、BS/CS数字广播、电子商务等这些话题，在各种媒体上每天都能听到或见到，它们已经广泛而深入地渗透到了社会的各个方面。其中，扮演着重要角色的是以计算机为核心的信息处理与信息通信技术。这些都是伴随着数字技术的进步而实现的。声音 图文电视(电视数据广播)、图形、动画等多媒体信息，都是利用计算机来进行数字处理的。而且，因特网等信息通信网络，也是利用高度数字化的传送技术来提供服务的。的确，我们不仅被数字所包围，而且由数字支撑着。

电视广播的数字化

日本于 2000 年 12 月开始了利用 BS(广播卫星)的电视数字广播。目前以东京主要民间电视广播局为核心的 5 个新的 BS 电视广播局,加上 NHK、WOWOW 共 7 个电视广播局,开始了数字高清晰度电视广播。

由于现在的 1~12 频道的地波电视广播是模拟广播,因此,很难再增加频道。针对这一问题,若能使用数字广播技术,在同样大小的带宽内,就能进行更多频道的广播。比如,若对现在地面广播的 12 个频道进行数字化,只需使用 3 个频道的带宽即可满足使用要求。

因此,电视广播局也可以增加到 48 个左右,在不久的将来,卫星电视将会取代地波电视。正如图 1.2 所示,地波的数字广播预计 2003 年将在东京、大阪、名古屋都市圈开始广播,2006 年将在日本全国范围开始广播。

地波数字广播开始后,现在使用的模拟电视广播的频率会被强制性移动,若再想收视模拟电视广播节目,就需要更换天线或改变频道。全日本模拟电视广播限期在 2010 年前终止播出。当然,利用 BS 和 CS(通信卫星)的卫星电视也是数字电视广播。

图 1.1 电视广播的数字化

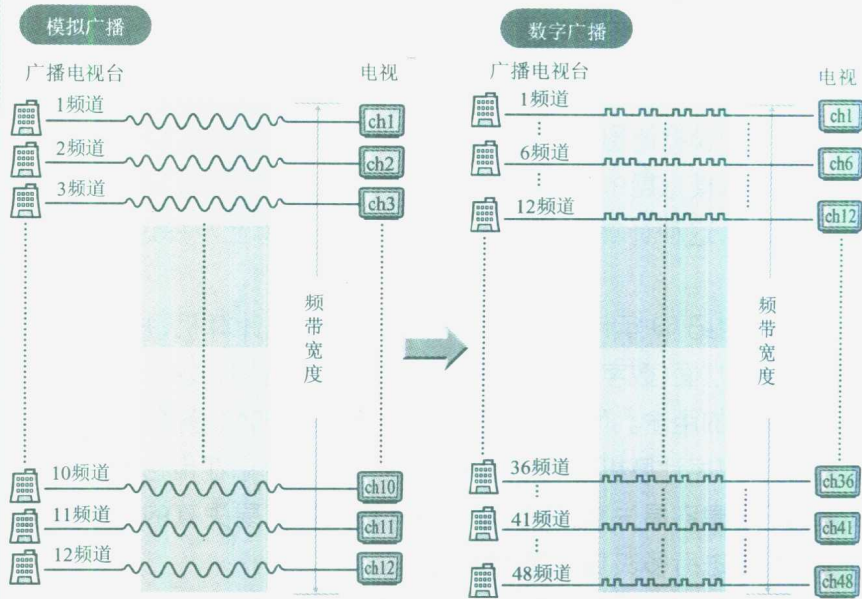
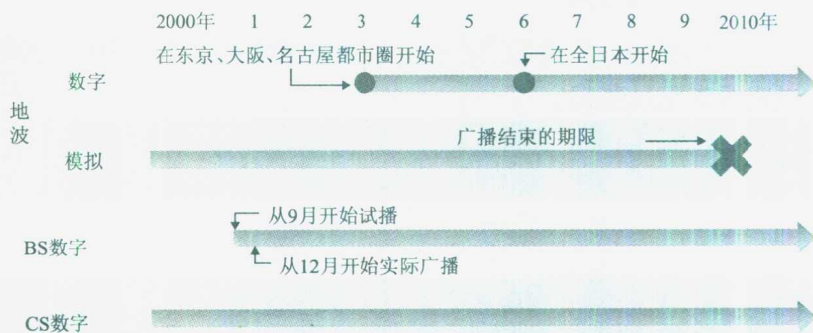


图 1.2 电视的数字广播计划日程



数字机器的代表——计算机

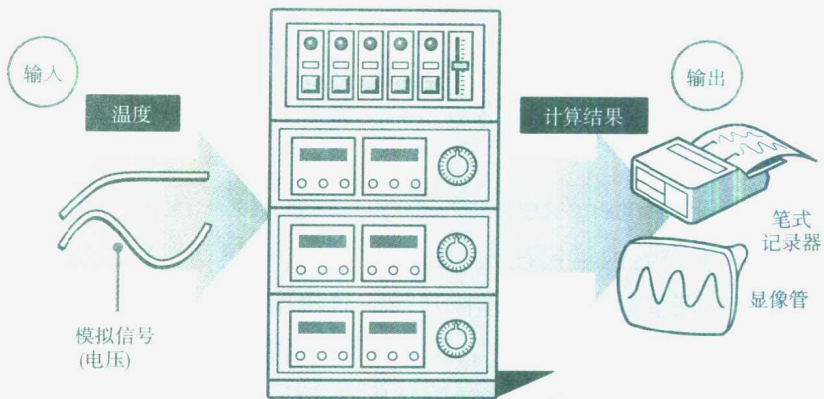
计算机是利用数字信号及数字电路工作的数字机器的代表。当然,也有利用模拟信号进行运算的计算机。模拟计算机是把温度或力等物理量,以模拟量的形式转换为电压,再将该电压作为输入进行运算的计算机,这种计算机曾在求解微分方程问题上发挥过不小的作用。

在 20 世纪 60 年代中期,计算机被称为模拟计算机,并在大学的教学与研究方面(数字)占据了主要地位。众所周知,模拟计算机现今仍有着特殊的用途。而现在的计算机是把模拟的物理量转换为数字量之后,在数字计算机上进行运算、处理。模拟信息在传递时,由于一般情况下信息容易失真,所以如果将其转换为不易失真的数字信息,即可安心地进行多次高效的运算处理。

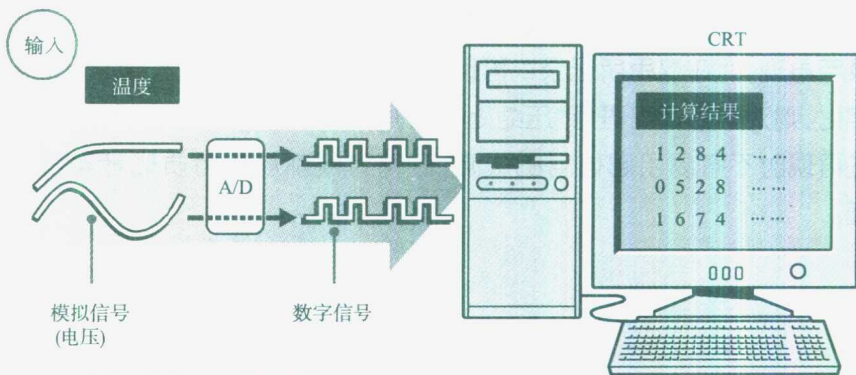
近几年已成为人们街谈巷议热门话题的“IT(信息技术)革命”如果离开了计算机,同样也寸步难行,但无论使用多么高性能的计算机,若进行数据交换的通信能力(容量、速度)太低,也是无济于事的。在利用计算机进行数据传送时,若还要通过 MODEM(MODulator-DE-Modulator)与使用传统电话线路的模拟传送通路相连接,那么数字革命一说就根本无从谈起。

图 1.3 模拟计算机与数字计算机

模拟计算机



数字计算机



A/D: 将模拟信号转换为数字信号

通信网络的数字化

利用传统的电话线,即采用模拟传送线路的通信方式,只能在 1 条通道上传递信息。而如果是数字传送线路,那么通过利用光纤进行传送的数字通信网络,一次即可收发大量的、在计算机上处理的数字数据。这种利用数字通信网络的通信,就是多路通信。为了能够充分地享受因特网带来的乐趣,利用数字通信网络这种高速的数据传送,同样是必不可少的。

另外,“ISDN(Integrated Services Digital Network,综合业务数字网)”这样的词语也常挂在人们的嘴上,它指的是可以将以往由电话、数据通信、传真、图像等分别作为单一通信网络而完成的服务集中成一体的通信网络。之所以可以把这些不同的服务项目用同一个通信网络来进行处理,正是因为通信网络的数字化才使其成为可能。

同样,可刻制音乐及图像的 CD,其录音、录像的根本也在于信号的数字化。因此,DVD 也一度成为 Digital Video Disc 的缩略语,而现在则指的是 Digital Versatile Disc。所谓 Versatile,就是用途广泛、什么都适合的意思。在 DVD 中,从电影或音乐等娱乐节目到用个人计算机处理的大量的数据或信息、静止画面或动画等各种内容均可记录与再现,而在这里所记录或再现的内容也同样是数字信号。如果数字化,则对信号还可进行“压缩处理”,并能高密度地记录信息。当然,在再现时不容易引起信号的失真,任何时候都能保持质优音美的画面。

图 1.4 模拟与数字传送线路的不同

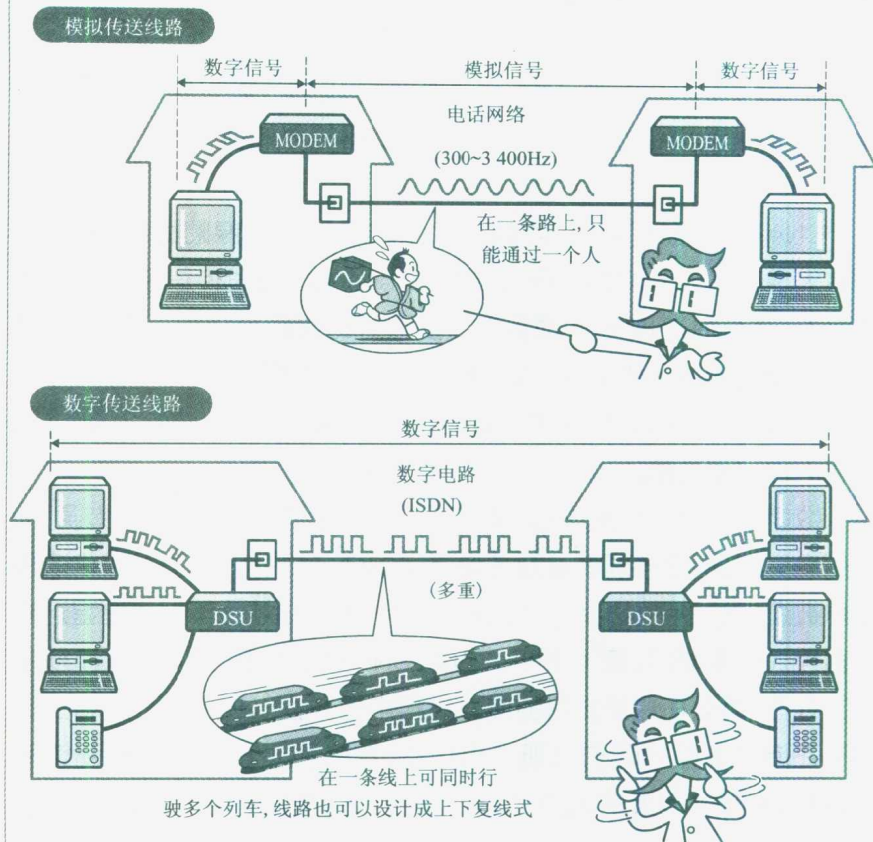
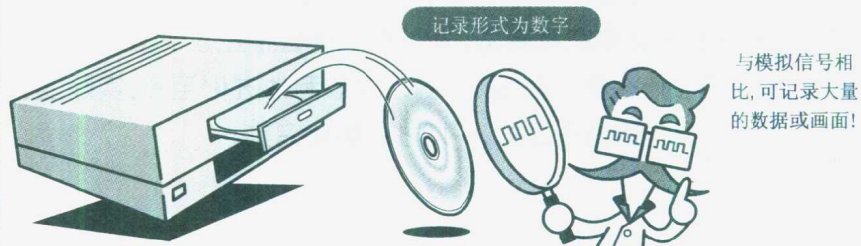


图 1.5 DVD



DNA 也是数字信息?!

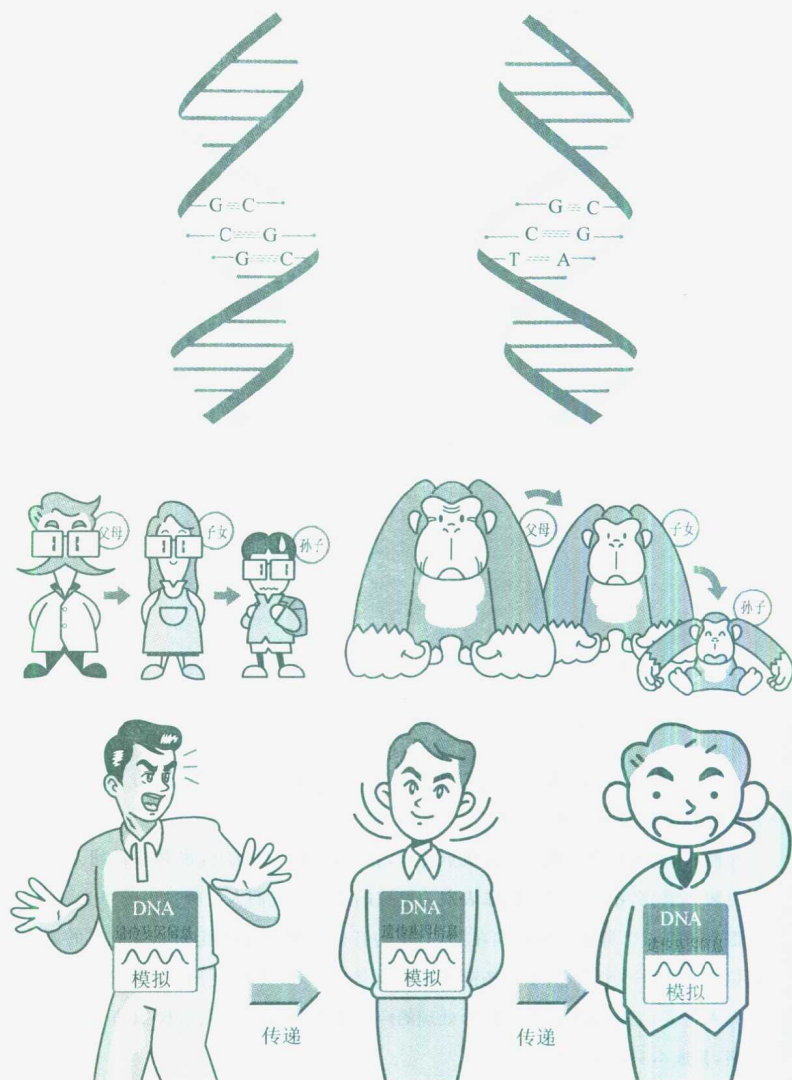
在某种意义上说,可以将 DNA 中的遗传因子信息看成是被编码的数字信息。当然,这不是在计算机上使用的那种用 0 和 1 表示的二进制。

DNA 由腺嘌呤(A)、胞嘧啶(C)、鸟嘌呤(G)、胸腺嘧啶(T)这 4 种带有大量碱基成分的高分子物质构成。而生命的遗传信息则以 3 个碱基为一组,并在 DNA 的锁链之上呈双层的螺旋状排列。比如,若对人和大猩猩的线粒体 DNA 碱基排列的一部分进行比较,则在人体上有 3 个碱基(C-G-C)、而在大猩猩身上则只有“C-G-A”。A、C、G、T 就是编码化数字信息。

数字信息较之模拟信息,具有在传送过程中不容易出现错误,即使信息失真,也很容易恢复为正确信号的特征。基因中的数字化遗传信息被遗传给子孙,因此,人才会作为人,大猩猩才会作为大猩猩这样一直世代生息繁衍、延续下来。假如 DNA 的遗传因子信息以模拟的形式存在,那么在漫长岁月的传送过程中也许会出现错误。因为遗传因子在传递过程中哪怕出现一点点错,都会发生意想不到的离奇后果,那么无论是今天的人类也好、动物也好、植物也好都会不复存在了。

进一步讲,生物的进化在遗传因子(DNA)自我复制,子孙接受继承的过程中,由于“突然变异”也会引起一些小小的变化。因此,也可以说,如果不发生这种突然变异,人类也就不会存在了。虽然不能肯定究竟是经历了什么样的过程,才使人类顺利地进化至今,实际上有时甚至让人觉得是因为有了神,一切才会如此完美。

图 1.6 假如 DNA 遗传因子信息是模拟信号……



※ 线粒体 DNA: 是产生用于细胞能量活动的细胞内小器官, 目前正在解译这一 DNA 之“谜”, 同时也在进行日本人的寻根问祖研究。

连 DNA 遗传因子信息都是以 3 个碱基为一组的数字编码构成的，由此不难看出，无论何种信息均可实现数字化。

然而，笔者在这里还要稍微泼点冷水，在我们这个星球上，也并非世间万物都是仅仅由数字组成，还有大量的现象表现为模拟的形式。我们人类所发出的声音、手脚的动作都是模拟量。即使大量存储在 DVD 中的音乐是数字信号，但进入麦克风的原声还是模拟信号。进一步来说，驱动扬声器的必须是从 DVD 中恢复出来的模拟信号。最近，曾有人扬言，如果把进行数字信号处理的声音电路恢复到原先按模拟信号处理的模拟电路，其成本只有原来的 1/3。

总而言之，模拟的数字化是绝对需要的。若没有信息的数字化，那么就不会有我们现在以至未来的生活，这也是不争的事实。这么说也许稍微有点言过其实……。