

CD-ROM 光盘数据格式及调制的计算机分析

蔡忠平 潘龙法 徐端颐

(清华大学微细工程研究所, 北京, 100084)

摘要: 作者把 CD-ROM 光盘中未经任何解码的数据采入计算机, 然后根据标准文件, 对 CD-ROM 数据的格式及调制进行了编程分析, 并提供了具体的分析方法。

关键词: CD-ROM CD-DA 数据格式 调制

Analysis of CD-ROM data format and modulating method by programming

Cai Zhongping, Pan Longfa, Xu Duanyi

(Microengineering Institute, Tsinghua University)

Abstract: while the CD-ROM data demodulated is sampled into a computer, according to international standards, the data format and the modulation method are analysed by programming.

Key words: CD-ROM CD-DA data format modulation

一、CD-ROM 光盘的数据格式及调制

CD-ROM 是在 CD-DA(音乐盘)的基础上发展起来的, 首先完全继承了 CD-DA 数据的格式及调制, 然后在此基础上进一步改进以适应计算机应用的需要。

1. 帧(Frame)的构成

见图 5 中的帧构成, CD-DA 的最小数据逻辑单位是帧, 有 24 字节用户数据; 经过 CIRC 编码、加控制字节(Subcoding)、EFM 调制、加插入位、加帧同步之后, 采用“边沿记录”方式刻录到盘上时, 共有 588 位。

EFM 调制和加插入位的目的是利于刻录和读出。EFM 调制即 8-14 调制, 把每一个 8 位字节数据均转换成 14 位, 这样的 14 位字节数据满足“2-10 规则”, 即两个“1”之间至少有 2 个“0”, 至多有 10 个“0”。EFM 调制之后的 14 位字节之间加 3 个插入位, 这一方面是为了使 14 位字节数据之间的连接满足“2-10 规则”, 另一方面是为了降低数字和值(DSV)^[1]。

“边沿记录”方式以盘片上一系列的凹坑来表示要记录的数据流, 以凹坑的上升、下降边沿表示“1”, 持续的凹坑和非坑均表示“0”。

2. CD-DA 区段(Section)的构成

见图 5 中的区段构成, CD-DA 区段由 98 帧构成, 共有 2352 字节用户数据。存储 1s 的 CD-DA 音乐, 需占 75 个区段。对应于播放时间, CD-DA 盘的逻辑地址标为 0-74“分”、0-59“秒”、0-74“区段”。盘的总体结构从内到外分为“导入区”、“数据区”和“导出区”^[2]。

3. 控制字节的 P, Q 通道

一个区段的 98 个控制字节中, 前两个字节用于同步, 称作 S0 和 S1, 其余 96 字节的各位

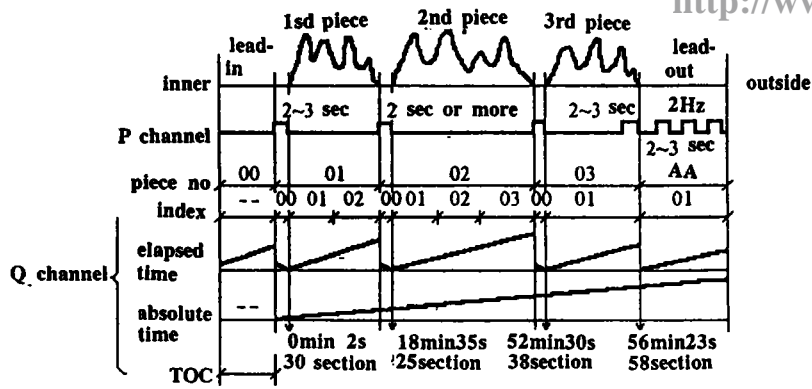


Fig. 1 Channel P and Q^[2,3]

分别称为 P, Q, R, S, T, U, V 和 W, 而其中 P, Q 通道在读盘控制中起着重要作用。

如图 1 所示, P 通道用以粗步定位音乐的开始, 音乐之间的暂停用“1”表示, 音乐区用“0”表示。另外, 导

入区当作音乐来对待, 在它结束之后, 是 2s~3s 的暂停。以后的暂停至少 2s。最后一首音乐结束之前是 2s~3s 的“1”, 接着是 2s~3s 的“0”, 其后“1”和“0”以 2Hz 循环。

Q 通道用以精确定位, 其 96 位按图 2 分配:

Q1~Q4	Q5~Q8	Q9	Q10	...	Q79	Q80	Q81~Q96
control: 4bits	address: 4bits	data: 72bits			CRC: 16bits		

Fig. 2 Q channel construction

“控制位”用以辨认数据类型, 如音乐、是否预加重、数字(对 CD-ROM 而言)等。“校验位(CRC)”用以确认 Q 通道数据的正确性。“标志位(Address)”可能是“0001”, “0010”, “0011”。后面两个是制造商用码, 而当它为“0001”时, 72 个数据位按图 3 分配。

piece no. TNO	index x	minutes min 00~74	seconds sec 00~59	sections section 00~74	0	minutes amin 00~74	seconds asec 00~59	sections asection 00~74
01~99	01~99	elapsed time				absolute time		
8 bits	8 bits	8 bits	8 bits	8 bits	8 bits	8 bits	8 bits	8 bits

Fig. 3 Structure of data in Fig. 2

参照图 1, 各数据含义为:

数据区号(TNO)——2 个 BCD(二进制编码的十进制)码, 表示本区段所处的盘上位置

00 为导入区, 此时的 Q 通道存放着整张盘的目录表(TOC); 01-99 为音乐号; AA 为导出区。

乐段号(X)——2 个 BDC 码

00 为暂停; 01-99 为乐段号, 对一首音乐的进一步划分。

相对时间(本首音乐内)——分、秒、区段各 2 个 BCD 码 暂停段内倒计时, 音乐开始时归零并递增。

绝对时间——分、秒、区段各 2 个 BCD 码 第一个暂停段开始时为零, 其后递增。

4. CD-ROM 扇区的构成

CD-ROM 扇区可以看作是对 CD-DA 区段 2352 字节的分配利用, 但实际上它们并不同步, 即起始位置不一定在同一处。

如图 4 所示, CD-ROM 扇区有 Mode 1 和

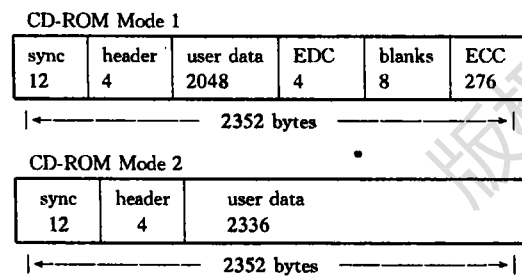


Fig. 4 Diagram of CD-ROM sector layouts

Mode 2 两种模式。

(1) 同步码 占 12 字节, 为“00FFFFFFFFFFFFFFFF00”。

(2) 扇区头 占 4 字节; 前 3 字节为扇区地址, 以“分”、“秒”、“扇区”表示; 第 4 字节表示模式 (Mode), 00 表示本扇区没有使用, 01 和 02 分别表示本扇区是 Mode 1 和 Mode 2。

(3) Mode 1 此模式有第三层检纠错, 使误码率降至 10^{-12} , 以满足存放计算机数据和用户资料的要求。检错 (EDC) 采用 CRC 校验, 纠错 (ECC) 采用 RSPC 码, 检纠错范围是除去同步码的 2340 字节数据。

八字节的保留 (blanks) 全部置零。

(4) Mode 2 此模式没有第三层检纠错, 每扇区存放 2336 字节用户数据。Mode 2 本身基本没有什么产品, 只是在其基础上发展成了 CD-ROM/XA 和 CD-I。

5. 扰频 (Scrambling)

不象 CD-DA 存放的是随机的音乐信号, CD-ROM 存放的是数字信息, 很可能一段范围内都是同一种数据, 不利于刻录到盘上。为此, 进入 CD-DA 调制进程之前, 需要对同步码以外的 2340 字节数据加以扰频 (伪随机化)。

6. 数据的调制

CD-ROM 数据的整个调制过程, 见图 5。

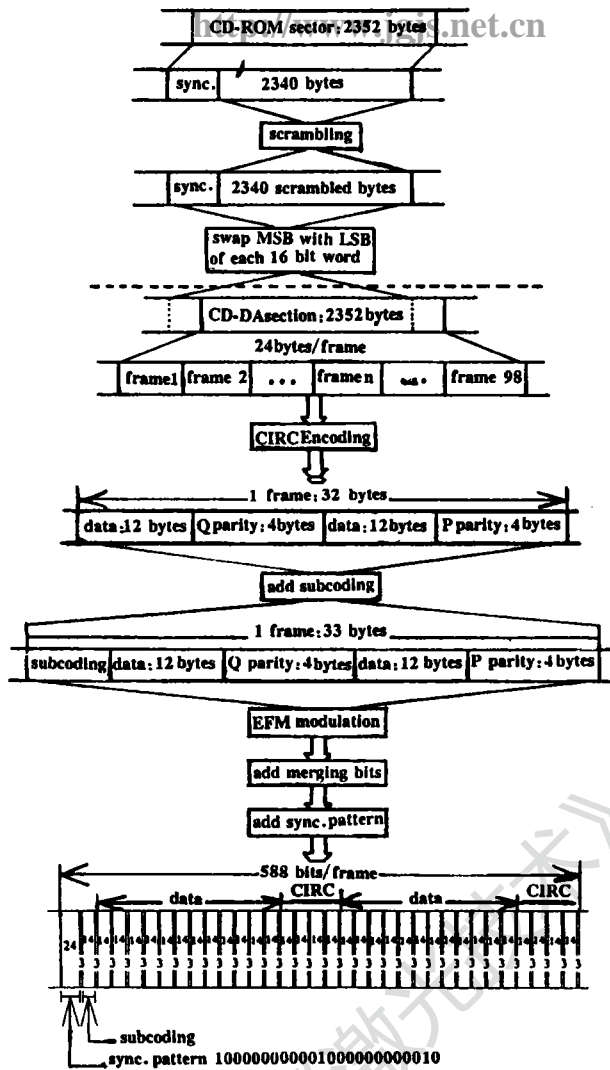


Fig. 5 Modulation process of CD-ROM data

二、CD-ROM 光盘数据格式及调制的编程分析

从 CD-ROM 驱动器的驱动电路中, 可以得到对应于 CD-ROM 光盘上组成物理轨道的凹坑和非坑的 TTL 电平读出信号和读时钟, 通过采集卡的处理和采集, 得到未经任何解码的原始读出数据 (包括所有控制数据、用户数据和校验数据的二进制信道位 (Channel bit) 数据流), 然后通过编程对其进行分析。

1. 分析 Q 通道

为了提取 Q 通道, 必须在搜索到 CD-DA 区段起始处的基础上, 对数据流剔除同步码和插

入位,以及 EFM 解码,然后把 96 个 Q 通道位汇集到一起,这样才能对其进行分析。流程图见图 6。

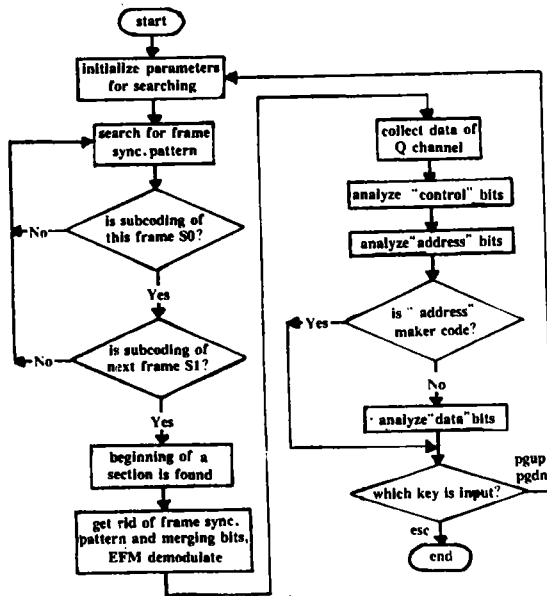


Fig. 6 Flowchart of analyzing Q channel data

搜索区段的起始处是通过帧同步码“100000000001000000000010”搜索到帧头,然后依靠控制字节 S0(00100000000001)和 S1(00000000010010)进一步搜索到区段的起始处。EFM 解码主要是码表的搜索替换。

2. 分析 CD-ROM 数据

为了得到 CD-ROM 一层的控制字节和用户数据,必须在上一节所述 EFM 解码的基础上,进行 CIRC 解码、字内二字节互换并搜索到 CD-ROM 扇区的起始处,然后对同步码以外的控制字节和用户数据共 2340 字节扰频复原。流程图见图 7。

CIRC 编码由两类过程组成,一类是数据的相互交错记录,另一类是代数的 ECC。“字内二字节互换”中字的组成是:组成帧的 24 个字节按字节序号组合为 12 个奇偶字节对,即为 12 个字。

CD-ROM 扇区的前 12 字节是同步码“00FFFFFFFFFFFFFFFFF00”,以此找到 CD-ROM 扇区的起始处。同步码不参加扰频,故可在扰频复原前找到 CD-ROM 扇区的起始处。

经编程分析,针对 CD-ROM 的标准 ISO/IEC10149:1989(E)(Yellow book)的附录 B 对扰频器(Scrambler)的叙述有误,实际应为:

如图 8 所示,输入数据流的每

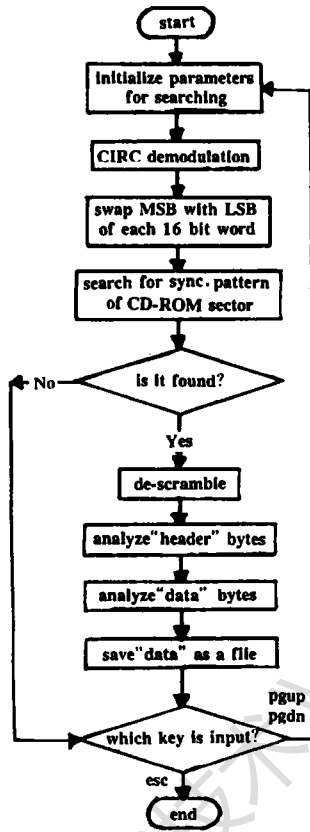


Fig. 7 Flowchart of analyzing CD-ROM data

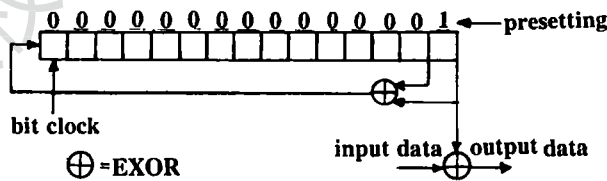


Fig. 8 Scrambler

光学模式识别实时硬件执行系统滤波器综合技术

何万涛

(西南技术物理研究所计算机研究室, 成都, 610041)

连铜淑

(北京理工大学信息工程学院光电工程系, 北京, 100081)

摘要: 本文介绍了一种光学模式识别(OPR)实时硬件执行系统滤波器综合的新方法。采用该方法, 在综合判别函数(SDF)畸变不变相关滤波系统中实现了系统性能优化, 得到了最小相关峰值方差及最佳 S/N 的相关输出。

关键词: 光学模式识别 综合判别函数

Synthesis filter technique in real-time hardware implementation system for optical pattern recognition

He Wantao

(Southwest Institute of Technical Physics)

Lian Tongshu

(Beijing Institute of Technology)

Abstract: A new method was proposed to synthesize filter in the OPR real-time hardware implementation system. By the method, a optimum filter with very good correlation S/N and minimum peak variance was obtained in the synthetic discriminant function (SDF) distortion invariant correlation filter system.

Key words: optical pattern recognition synthetic discriminant function

1995-10-06 收到修改稿日期: 1995-12-22

一位和 15 位寄存器的最末一位异或得到输出位。每一输入字节的低位首先进入扰频器。寄存器是 15 级线性反馈移位寄存器, 生成多项式是 $x^2 + x + 1$ 。在对每一个 CD-ROM 扇区同步码之后的数据进行扰频之前, 寄存器预置为“000 0000 0000 0001”, 其中 1 是最末位。

参 考 文 献

- 1 ISO/IEC 10149:1989(E)(Yellow book), 1989
- 2 CEI IEC 908:1987(Red book), 1987
- 3 Nakajima H, Ogawa H, Translation by C. Asehmann Compact Disc Technology. Tokyo, Japan: Ohmsha, Ltd., 1992:114



作者简介: 蔡忠平(附照片), 男, 1971 年出生。博士生。现从事新型光存储材料与器件的研究。

潘龙法, 男, 1946 年出生。副教授。长期在清华大学从事教学和科研工作, 任科技攻关项目负责人, 现任清华大学光盘国家工程研究中心副主任。ISO/IEC JTC1/SC23/WG2 国际光盘标准化委员会专家组成员。

徐端颐, 男, 1937 年出生。教授, 博士生导师。主要从事光学微细加工及光学数字数据存储方面研究工作, 现任光盘国家工程研究中心主任。

收稿日期: 1995-10-06 收到修改稿日期: 1995-12-22