

# MIT-BIH 心率失常数据库的识读及应用

宋喜国<sup>1</sup>, 邓亲恺<sup>2</sup>

(1.南方医科大学 珠江医院, 广东 广州 510282; 2.南方医科大学 医工系, 广东 广州 510515)

**摘要:** 本文对美国 MIT-BIH 心率失常数据库的数据文件的格式进行了研究, 提出的识读方法可使使用该数据库数据的研究人员能绕过其工具包而灵活地使用这些数据。本文还以其中一段数据记录为例进行了说明。

**关键词:** 心率失常; 数据库; MIT-BIH

中图分类号: R315.06

文献标识码: A

文章编号: 1005-202X(2004)04-0230-03

## ON the Format of MIT-BIH Arrhythmia Database

SONG Xi-guo<sup>1</sup>, DENG Qin-kai<sup>2</sup>

(1.Zhujiang Hospital, South Medical University, Guangzhou Guangdong 510282, China; 2.Department of BME, South Medical University, Guangzhou Guangdong 510515, China)

**Abstract:** In this paper, the file format of the data in MIT-BIH arrhythmia database is introduced through analysing a segment of records in the database. This would make it easier to use these data for the researcher who use the database.

**Key words:** arrhythmia; database; MIT-BIH

## 前言

目前国际上公认的可作为标准的心电数据库有三个, 分别是美国麻省理工学院提供的 MIT-BIH 数据库、美国心脏学会的 AHA 数据库及欧洲 ST-T 心电数据库。其中 MIT-BIH 数据库近年来应用比较广泛, 为我国的心电医学工程界所重视, 近几年该数据库的所有者也将越来越多的数据放到了互联网上, 免费供给大家使用, 为广大心电数据研究者提供了有力的工具。该数据库中的数据是通过将录制在磁带上的模拟信号进行模数(A/D)转换后的数字信号, 在存贮时为了减少文件长度节省存贮空间, 使用了自定义的格式, 无法通过通用的方式去读取数据, 因此在网站上提供数据的同时也提供了一些工具软件及库函数, 使用这些工具或库函数就可以读取所有的数据。但是, 若在我们每次利用这些数据时都要调用其提供的工具软件或库函数, 不仅会增加工作量, 而且会大大增加程序的复杂度、使用也不灵活, 如果我们能够识别数据文件的格式直接读出数据, 就可以非常方便灵活地使用这些数据了。本文将以 MIT-BIH 心率失常数据库中的数据记录 100 为例介绍该数据库的数据文件的识读方法及应用。

## 1 文件识读

收稿日期: 2004-02-12

基金项目: 广东省重点科技计划项目“社区无线医疗监护系统的研究开发”

作者简介: 宋喜国 (1973-), 男, 硕士研究生, 研究方向为微弱生理信号的检测与处理。

通讯作者: 邓亲恺, 电话: 020-85148279, E-mail: DQK001@fimmu.com。

心率失常数据库由 48 个经过注解的记录组成, 其中 25 个记录的全部数据都可以从互联网上下载, 每一个记录时间约为 30 分钟, 由两路导联信号组成, 信号的采样率为 360 Hz, A/D 分辨率为 11 Bit。如图 1 所示, 每一数据库记录包含三个文件, 分别是头文件 (扩展名为 .hea)、数据文件 (扩展名为 .dat)、注释文件 (扩展名为 .atr)。头文件详细说明了与它关联的数据文件的名称及其属性, 存储方式为 ASCII 码字符; 数据文件是以自定义的格式按二进制存储的信号原始数据, 该文件所用的数据格式在头文件中已经进行了说明, 比如心率失常数据库的数据都是以“212”的格式 (即每一个 11 Bit 的数占 12 Bit 空间, 且数与数紧凑相连排列) 进行存储的; 注释文件是记录心电诊断专家对信号分析的结果, 主要包括心跳、节律和信号质量等, 以二进制存储, 格式有 MIT 和 AHA 两种。比如记录 100 包含三个文件, 分别是头文件 100.he a、数据文件 100.dat、注释文件 100.atr。

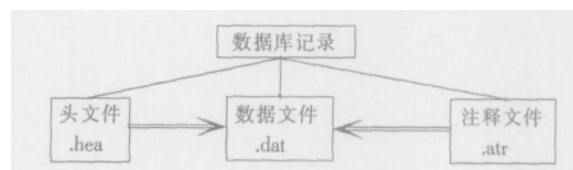


图 1 数据库记录的组成框图

Fig.1 The composing diagram of database recording

### 1.1 头文件的识读

头文件的内容是由一行或多行 ASCII 码字符组成, 并且至少包含一个记录行, 通常还有信号技术规范行、片段技术规范行 (对于多片段数据记录) 和信息注释行。

记录行中从左到右依次记录了信号的名称、片段数(可选,对多片段记录,且与名称之间以“/”分隔)、信号数量、采样频率、计数频率(可选)、计数基值(可选,与计数频率配合使用且以圆括号而非空格分隔)、每信号采样数、采样开始时间(可选)、采样开始日期(可选),这些字段之间除前面指明的之外都是以空格分隔。

紧跟记录行的是信号技术规范行,该行主要包含了存储信号的文件名、存储格式、ADC 增益、基线值、ADC 分辨率、ADC 零值、信号初始值等字段。

片段技术规范行主要包括记录名称和每信号的采样数两个字段,该行只有在多片段记录的头文件中才有。

信息注释行一般在文件的最后,每行的开头以“#”开始,内容一般是说明患者的简单情况。

下面以记录 100 的头文件 100.hef 为例说明,文件的内容如下:

```
100 2 360 650000 0:0:0 0/0/0
100.dat 212 200 11 1024 995 -22131 0 MLII
100.dat 212 200 11 1024 1011 20052 0 V5
# 69 M 1085 1629 x1
# Aldomet, Inderal
```

该头文件的第一行为记录行,指出该记录为一包含两个采样率为 360 Hz 的信号,每一信号的长度为 65 万个采样点,采样开始时间和日期没有记录。后面紧跟的两行为信号技术规范说明行,从中可以看出,两个信号都包含在文件 100.dat 中,每一信号都是以 12 位的位压缩格式(即“212”格式)进行存储的,两个信号的增益都是每 200ADC units/mV,ADC 的分辨率为 11 位,ADC 零值为 1024,在这里基线值没有明确给出,但可以认为它等于 ADC 零值 1024。两个信号的第一采样点的值分别为 995 和 1011(可以看出他们都略低于 0 V),65 万个采样点的校验数分别为-22131 和 20052,输入输出可以以任何尺寸的块来执行,因为文件内容说明了这两个信号的该值都为 0,信号描述字段说明了这两个信号分别来自 MLII 导联和 V5 导联。文件的最后两行包含了注释字符串,其中第一行说明了患者的性别和年龄以及记录数据,第二行列出了患者的用药情况。

## 1.2 数据文件的识读

MIT-BIH 数据库中的数据存储格式有 Format 8、Format 16、Format 80、Format 212、Format 310 等 8 种,具体到某一数据文件的存储格式已在相应的头文件中说明,在每一种格式中都是将来自两个或多个信号采样得到的数据交替存储。限于篇幅,在这里我们仅介绍心率失常数据库数据文件应用最多的 Format 212 格式的存储方法。

格式 212 是针对两个信号的数据记录,这两个信号(为了方便起见,我们设定为信号 0 和信号 1)的采样数据进行交替存储,每三个字节存储两个数据,这两个数据分别采样自信号 0 和信号 1,信号 0 的采样数据取自第一字节对(共 16 位)的最低 12 位,信号 1 的采样数据由第一字节对的剩余 4 位(作为组成信号 1 采样数据的 12 位的高 4 位)和下一字节的 8 位(作为组成信号 1 采样数据的 12 位的低 8 位)共同组成。两个

信号的所有数据都按照这种方法连续存储。

依然以记录 100 的数据文件 100.dat 为例进行说明。图 2 显示了 100.dat 的十六进制内容的一个片段。

Offset	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
00000000	E3	33	F3	E3	33	F3	E3	33	F3	E3	33	F3	E3	33	F3	E3
00000010	33	F3	E3	33	F3	E3	33	F3	E8	33	F0	E5	33	F0	E3	33
00000020	EF	E2	33	EF	E0	33	F1	E1	33	F2	E0	33	F2	DD	33	F3
00000030	10	33	F5	DB	33	F6	DF	33	F7	1	33	F8	7D	33	F9	7

图2 数据文件 100.dat 的十六进制显示(片段)

Fig.2 The display of data file 100.dat in hex (segment)

按照“212”的格式,从第一字节读起,每三个字节(24 位)表示两个值,第一组为“E3 33 F3”,两个值则分别为 0x3E3 和 0x3F3,转换为十进制分别为 995 和 1011,代表的信号幅度分别为 4.975 mV 和 5.055 mV,这两个值分别是两个信号的第一采样点,后面依此类推,分别表示了两个信号的采样值。

## 1.3 注释文件的识读

注释文件记录了心电专家对相应心电信号的诊断信息,主要有两种格式:MIT 格式和 AHA 格式。MIT 格式是一种紧簇型格式,每一注释的长度占用偶数个字节的空间,多数情况下是占用两个字节,多用于在线的注释文件;而 AHA 格式的每一注释占用 16 个字节的空间,多用于交换文件的情况。在这里简要说明一下常用的 MIT 格式的存储方式,每一注释单元的前两个字节的第一个字节为最低有效位,16 位中的最高 6 位表示了注释类型代码(具体代码的含义本文略,参见其工具包中 ecgcodes.h),剩余的 10 位说明了该注释点的发生时间或为辅助信息,若为发生时间,其值为该注释点到前一注释点的间隔(对于第一个注释点为从记录的开始到该点的间隔),若为辅助信息则说明了附加信息的长度。

这两种格式的在文件中的区分决定于前两个字节的值,判断是 MIT 格式还是 AHA 格式的条件是:若文件的第一字节不为 0 或第二字节等于“[”(0x5B)或“]”(0x5D),则该文件是以 MIT 格式存储的,否则是按 AHA 格式存储的。

下面以记录 100 的注释文件 100.atr 为例进行说明,图 3 显示了 100.atr 的十六进制内容的一个片段。

Offset	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
00000000	12	70	03	FC	28	4E	00	00	3B	04	25	05	24	05	1C	05
00000010	1D	05	1C	05	26	05	EB	20	66	05	30	05	24	05	1F	05
00000020	16	05	2E	05	34	05	28	05	2A	05	28	05	1E	05	1F	05
00000030	1D	05	2E	05	39	05	28	05	1F	05	1D	05	17	05	1B	05

图3 注释文件 100.atr 的十六进制显示(片段)

Fig.3 The display of annotation file 100.atr in hex (segment)

从文件中的第一字节不为 0 可以判断该文件是以 MIT 格式存储的。从第一字节开始按照 MIT 格式进行分析,首先读出 16 位值 0x7012,其中高 6 位的值为 0x1C(十进制 28),低 10 位的值为 0x12,该类型代码为 28,代表的意义是节律变化,发生时间在 0.05 秒(18/360 Hz);接着读出后面的 16 位值 0xFC03,其中高 6 位的值为 0x3F(十进制 63),低 10 位的值为 0x03,该

类型代码为 63,代表的意义是在该 16 位值后附加了 3 个(低 10 位值代表的数)字节的辅助信息,若字节个数为奇数,则再附加一个字节的空值,在本例中就是“28 4E 00 00”;然后再从下一字节读 16 位值 0x043B,其中高 6 位的值为 1,低 10 位的值为 0x3B(十进制 59),该类型码 1 代表正常心跳,发生时间为 0.213 秒( $(18+59)/360$  Hz);依次类推即可读出所有的注释,当读到的 16 位值为 0 时就表示到了文件尾。

按照以上所述的识读方法,在这里我们对数据记录 100 和 203 进行读取并显示其波形和注释信息。图 4 显示了记录 100 的波形片段及其注释信息,图中的第三个 QRS 波注释代码为“A”,表示该心搏为房性早搏;图 5 显示了记录 203 的波形片段及其注释信息,其中第二个 QRS 波注释代码为“V”,表示该心搏为室性期前收缩。

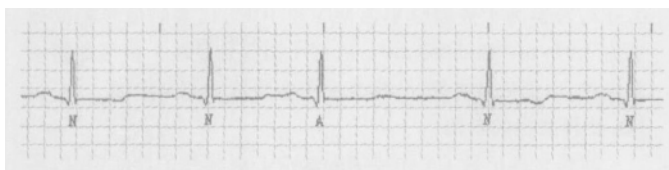


图 4 记录 100 的波形及注释内容(片段) (“N”表示正常心搏,“A”表示房性早搏)

Fig.4 The wave and annotation of record 100 (segment) (“N” indicate normal beat, “A” indicate atrial premature contraction (APC))

## 2 数据的应用

该数据库的数据为我们提供了标准心电图数据,为心电图数研究人员提供了一个检测自己研究工作成效的标准,同时也

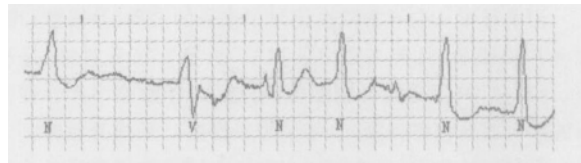


图 5 记录 203 的波形及注释内容(片段) (“N”表示正常心搏,“V”表示室性期前收缩)

Fig.5 The wave and annotation of record 203 (segment)

(“N” indicate normal beat, “V” indicate premature ventricular contraction(PVC))

为心电图生产厂家用来检测其心电仪器,特别是计算机的心电分析测量和诊断设备。另外由于我国的工频标准是 50 Hz,所以为了满足研究的需要,还可以将该数据库中以 360 Hz 采样的数据进行二次采样,把采样频率改变为 50 的整数倍,这样就便于对设计的 50 Hz 工频滤波器进行检测评判。

## 3 小结

通过对 MIT-BIH 心率失常数据库中数据的直接识读,不仅方便了心电研究者的工作,避免了花费大量的精力学习其工具软件包的使用方法,而且也使我们能更灵活地使用这些数据,并可以对其进行二次开发。

### 参考文献:

- [1] 曹细武,等. 心电图各波的频率分析[J]. 中国医学物理学杂志, 2001,18(1).
- [2] 朱泽煌,等. MIT-BIH 心电数据库的开发及用作检测标准[J]. 中国生物医学工程学报, 1993,12(4).

(上接第 238 页)

分别插在电路板上,然后接通电源,边旋转塑料基座,边观察热笔是否回复到中心位置。这样直至热笔位置调到中点时,即相对于上下极限位置对称平衡,最后再固定塑料基座底部的固定螺钉,装上外壳即可。

### 参考文献:

- [1] 雷元义. 中外心电图机实用技术[M]. 中国计量出版社, 1997.
- [2] 张世真. 心电图机检修技术[M]. 人民军医出版社, 1993.