

# 结合科研的模式识别教学改革尝试 ——以 ECG 信号分类为例

孙丽慧,宋 蔚

(浙江科技学院 信息与电子工程学院,杭州 310023)

**摘 要:** 模式识别是电子信息和相关专业的重要专业课程,但目前该课程内容与实际相结合的程度还不够,不利于学生通过理论与实际相结合来提高学习效果。为此,结合在心电图(ECG)信号处理方面的最新研究进展,从课程教学手段、教学方法的改进及教学内容的完善等方面,对该课程做了教学研究、探讨和实践。以 ECG 信号处理为例,进行模式识别中数据获取、预处理、特征选择和提取、分类决策等环节的教学讲解,以调动学生的学习积极性,提高他们的动手能力,培养他们跟踪新知识的能力。

**关键词:** 模式识别; ECG 信号; 教学研究

**中图分类号:** G642.42; TP391.4

**文献标志码:** A

**文章编号:** 1671-8798(2016)01-0078-03

## Exploration of pattern recognition's teaching reform based on scientific research —Taking ECG signal classification as an example

SUN Lihui, SONG Wei

(School of Information and Electronic Engineering, Zhejiang University of Science and Technology,  
Hangzhou 310023, China)

**Abstract:** Pattern recognition is an important major course for electronic information engineering and the related majors. However, the content of the course is not so tightly combined with the real applications now, which is not good for students to improve the effect by learning the theory in the course in applications. In this paper, the teaching method and the content of the course were studied and practiced according to the new progress in ECG signal processing. The four key parts of pattern recognition, data acquisition, data pre-processing, feature selection and extraction, and classification decision, were taught with the example of electrocardiogram (ECG) signal processing. By promotion of the teaching content, the students' enthusiasm is stimulated and their operational ability is improved. And their ability to

---

**收稿日期:** 2015-09-07

**基金项目:** 浙江省教育厅科研项目(Y200803918)

**作者简介:** 孙丽慧(1971—),女,内蒙古自治区赤峰人,副教授,硕士,主要从事信号处理与信息技术研究。

track the new knowledge is trained.

**Keywords:** pattern recognition; ECG signal; teaching study

模式识别是电子信息类学科的重要专业课,也是其他相关专业的专业基础课,是本科四年级的课程。随着信息技术的不断发展,模式识别的方法和理论在信息技术方面得到了广泛的应用,推动了人工智能的发展<sup>[1]</sup>。相应地,国内许多高校把该课程作为专业必修课。通过该课程的学习,可以使学生对该领域有所了解,为以后从事相关技术工作打下一个坚实的理论基础。

## 1 模式识别课程的主要内容及特点

主要内容有:线性判别函数、贝叶斯决策理论、概率密度函数的估计、近邻法、特征的选择与提取和基于 K-L 展开式的特征提取等<sup>[2]</sup>。它所涉及的理论和方法多且难以理解,在授课时如果单纯进行公式推导和讲解而不与科研项目结合,往往事倍功半,达不到预期效果,无法使学生把理论真正应用到实际中。笔者尝试把心电图(electrocardiogram, ECG)信号的分类引入课堂教学,摒弃枯燥的公式推导,以激发学生学习的积极性。

ECG 记录了心脏活动的规律,反映了心脏的节律变化和传导情况,在临床上作为诊断心脏疾病和评价心脏功能的重要依据。其中 ECG 的特征提取和降维,以及 QRS 波形的检测尤其重要,整个研究过程就是模式识别的应用。

## 2 科研与模式识别教学的融合

心血管疾病尤其是冠心病已成为中国主要的疾病杀手之一。目前,ECG 的异常变化成为医生在临床诊断上重要的诊断依据。对 ECG 进行长时间的记录和跟踪,对于疾病的早期发现和及时治疗、术后康复等提供了重要依据<sup>[3]2565</sup>。心肌梗死演变过程大致有正常状态(HC)、早期心肌梗死(ESMI)、急性期心肌梗死(AMI,数分钟或数小时致死)<sup>[4]3</sup>个阶段。

模式识别系统主要由数据获取、预处理、特征选择和提取、分类决策 4 个部分组成<sup>[5]8</sup>。笔者采取将科研融进这 4 个部分的方法进行授课,在授课过程中将程序进行分解,在每部分的讲解中用 Matlab 仿真,在 Matlab 的环境中结合课本逐句讲解,给学生更加直观的认识,使其能学以致用。

### 2.1 数据获取和预处理

数据取自 PTB 诊断数据库,信号的采样频率为 1 000 Hz。使用的数据库包括 294 个病例,共 549 个记录,其中每个记录共由 15 个同步采集的心电导联组成(包括 12 个标准导联和 3 个法兰克导联)。HC、ESMI、AMI 都在这些数据中,这些数据由两名专业医生分别操作并交替对数据进行确认审核。ECG 信号的电源噪音采用 1 台 60 Hz 陷滤波器消除;为了消除 ECG 信号的基线漂移,笔者使用 1 台 0.4 Hz 陷滤波器;为了消除 ECG 信号 100 Hz 以上的高频噪音,使用截止频率为 100 Hz 的低通滤波器<sup>[3]2566,[6]</sup>。

### 2.2 特征提取、降维和分类

通过专业仪器获得的数据量非常大,数据量过多在分类时会花费很长时间且分类产生的结果不尽如人意,所以要对数据进行挑选,要得到对分类有意义且数量较少的一组特征码,这就是特征选择和降维的主要任务<sup>[5]</sup>。参考牛璐璐等<sup>[7]</sup>将空间结构信息融入线性降维过程中的理论,笔者采用 MAR(多变量回归模型)系数作为 ECG 的特征,一个 ECG 样本可用  $4 \times 12^2$  (12 是采用 12 导联,4 是参考葛丁飞等<sup>[6]</sup>的方法进行 MAR 建模)个 MAR 系数表示,也就是说 12 个导联 ECG 样本可用  $4 \times 144 = 576$  个 MAR 系数来表征<sup>[3]2567</sup>。

分类决策就是根据学习得到的分类规则进行分类判别,把被识别的模式归于某个模式类<sup>[5]9</sup>。分类器采用线性判别函数,虽然线性判别函数易于分析,但在实际操作中存在的最大难题就是降维问题,也就是将  $d$  维空间的样本投影到一维。笔者通过使用 Fisher 线性判别法找到了一条最好、最易于分类的投影直线<sup>[2]</sup>。其判别函数可表示为:

$$y = \beta + \sum_{k=1}^d \beta_k x_k \quad (1)$$

式(1)中,  $\beta = [\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_d]^T$  为待估计的参数。利用训练的数据和最小二乘平方误差准则对  $\beta$  进行了估计, 其中某一个 ECG 样本的特征值用  $x_1, x_2, \dots, x_d$  表示, 样本特征的维数用  $d$  表示;  $y$  为各样本在估计器  $\beta$  下的估计值。在测试时, 通过给定阈值计算出  $y$ , 并依据此值对测试的样本进行分类决策<sup>[3,8]</sup>。

### 2.3 分类结果

以早期与急性期心肌梗死为例, 选择 700 个样本, 横坐标为样本数, 纵坐标为误判的百分率  $y$ 。  $y > 0$  表示急性期样本错分到早期,  $y < 0$  表示早期样本错分到急性期。最终分类结果如图 1 所示。部分代码为:

```
YFSKLTRAI=(WT * XXyfs);    %对在早期心肌梗死的数据进行 K-L 变换
ZQKLTRAI=(WT * XXzq);      %对在急性期心肌梗死的数据进行 K-L 变换
M=[ZQKLTRAI; YFSKLTRAI];
X=M(:,1);
x=[ones(size(X)),M];
[n1,p1]=size(ZQKLTRAITCS(:,1));
[n2,p2]=size([ZQCKLTRAITCS(:,1);YFSKLTRAITCS(:,1)]);
figure;                        %画出图形
plot(Z1(1:n1),'g. ');hold on
plot(Z1(n1+1:n2),'* ');hold on
```

### 3 学生的具体任务和考察方式

要求学生自愿组成学习小组, 所有的代码事先不全盘给出, 在每次授课前, 把任务细分, 要求学生查阅资料, 使用 Matab 软件编写程序, 上课时采取提问、学生讲解和讨论、教师讲授相结合的方式, 对小组进行考核, 分数的 10% 作为期末总成绩, 以此激励学生。

### 4 结 语

模式识别是高等学校信息类专业的一门核心专业理论课程, 模式识别的理论和方法在生物工程、医学、航空航天、人工智能、军事等领域都

得到了广泛的应用和进一步发展。但它对于学生来说又是一门难学的课程。在教学过程中, 采用把科研项目引进课堂教学的方式, 以提高课堂教学的质量和效率, 培养学生的分析、设计和调试系统的能力, 不断更新教学内容, 理论联系实际培养学生的动手能力, 从而更好地满足社会对人才的要求。

### 参考文献:

- [1] 戚玉涛, 刘芳, 焦李成. 模式识别教学实践与课程改革[J]. 计算机教育, 2010(19):28.
- [2] 边肇祺. 模式识别[M]. 北京:清华大学出版社, 2000.
- [3] 孙丽慧, 葛丁飞. 基于参数模型的 VCG 信号计算机辅助检测研究[J]. 仪器仪表学报, 2008, 29(12):2565.
- [4] 戚仁铎. 诊断学[M]. 3 版. 北京:人民卫生出版社, 1979:171-199.
- [5] 盛立东. 模式识别导论[M]. 北京:北京邮电大学出版社, 2010:8-9.
- [6] 葛丁飞, 翁剑枫. 基于 2D-LDA 和高频心电信号的心肌梗死特征提取和分类[J]. 航天医学与医学工程, 2013, 26(2):126.
- [7] 牛璐璐, 陈松灿, 俞璐. 线性判别分析中两种空间信息嵌入方法之比较[J]. 计算机科学, 2014, 41(2):49.
- [8] FUKUNAGA K. Introduction to statistical pattern recognition[M]. 2nd ed. San Diego, CA:Academic Press, 1990.

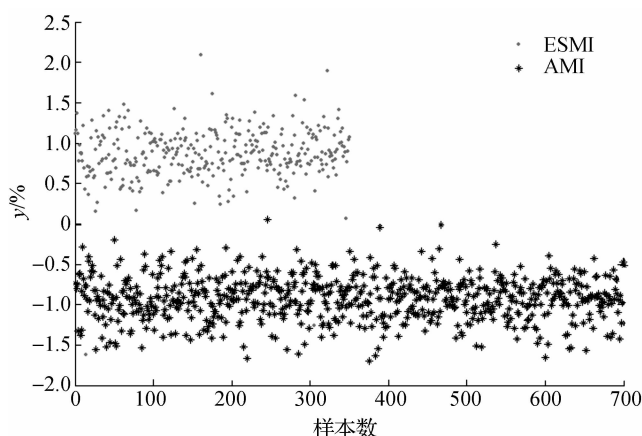


图 1 ESMI 和 AMI 的分类结果

Fig. 1 Classification results of ESMI and AMI