

基于VBA的Excel格式大学物理实验报告批阅系统的设计与实现

曲典, 严华刚, 郭学谦, 许莉莉, 张智河, 师玮, 张海霞, 熊华晖, 黄菊英, 黄晓清, 郭江贵, 刘志翔
首都医科大学生物医学工程学院, 北京 100069

【摘要】为提高大学物理实验报告批阅的准确性和一致性,解决传统物理实验报告手工批阅工作量大、难以检验数据处理正确性等问题,设计了一套实验报告模板及基于此模板的可实现自动批阅的分析程序系统。实验报告分析程序采用微软公司的 Visual Basic for Applications(VBA)编写,可自动读取Excel格式的试验报告,并对数据格式和正确性进行分析。此外,本系统还可反馈实验报告批阅中发现问题,并将这些问题进行小结和汇总。

【关键词】实验报告;自动批阅;Excel;VBA编程;大学物理

【中图分类号】O4-4;TP311.52

【文献标志码】A

【文章编号】1005-202X(2018)09-1112-05

Design and implementation of a VBA-based auto-assessment system for college laboratory reports in Excel format

QU Dian, YAN Huagang, GUO Xueqian, XU Lili, ZHANG Zhihe, SHI Wei, ZHANG Haixia, XIONG Huahui, HUANG Juying, HUANG Xiaqing, GUO Jiangui, LIU Zhixiang

School of Biomedical Engineering, Capital Medical University, Beijing 100069, China

Abstract: A set of laboratory report (lab report) modules are designed, and based on that, an analyzing system for automatically assess lab reports is developed to improve the accuracy and consistency in the assessment of college physics lab reports and solve the problems of heavy workload and difficulties to verify the correctness of data processing in traditional grading method. The analyzing programs were written based on Microsoft Visual Basic for Applications. The proposed system can automatically read the lab reports in Excel format, and analyze the format and correctness of the data from lab reports. Furthermore, the system can be used to feedback the issues discovered in the batch-assessment of lab reports and summarize them in a report.

Keywords: laboratory report; auto-assessment; Excel; Visual Basic for Applications-based programming; college physics

前言

随着计算机技术的发展和运用,用电子表格形式的实验报告代替传统的纸质实验报告成为可能^[1-4]。就物理实验而言,虽然传统的纸质实验报告对于保留实验记录和培养学生良好的数据记录习惯发挥着一定的作用,但在学生人数较多的情况下,教师批阅工作量大,批阅时容易出现批改不准确或批阅标准不一致的问题,特别是有效数字的保留和数

据计算等方面的错误难以发现。实际上,传统实验报告涉及的原始数据记录、数据计算、作图和结果表达等均可通过 Excel 表格和函数实现。如果实验报告能以固定格式的 Excel 文件形式提交,则有可能解决上述纸质实验报告批阅过程中存在的问题。本文介绍了笔者所在实验中心近几年开发的基于 Visual Basic for Applications(VBA)的 Excel 格式大学物理实验报告的批阅系统^[5]。

1 系统的设计

1.1 系统开发环境

微软公司针对 Microsoft office 用户推出了易学易用的 VBA 开发工具^[6-7],只需在安装 Microsoft office 时同时选中开发工具即可使用。本系统基于 Microsoft office 2007。其编程界面如图 1 所示。要打开此界面需事先让 Excel 显示开发工具选项卡,在该选项卡中有 visual basic 图标可用来打开编程界面。

【收稿日期】2018-06-10

【基金项目】高等学校教学研究项目医药类专业物理学在线开放课程资源建设子课题(DWJZW201501zx-13)

【作者简介】曲典,硕士,主管技师,主要研究方向:医学物理,E-mail: qudian0101@163.com;严华刚,博士,副教授,主要研究方向:医学物理,E-mail: yanhg@ccmu.edu.cn(曲典与严华刚为共同第一作者)

【通信作者】刘志翔,硕士,副教授,主要研究方向:医学物理,E-mail: ml_001163@sina.com

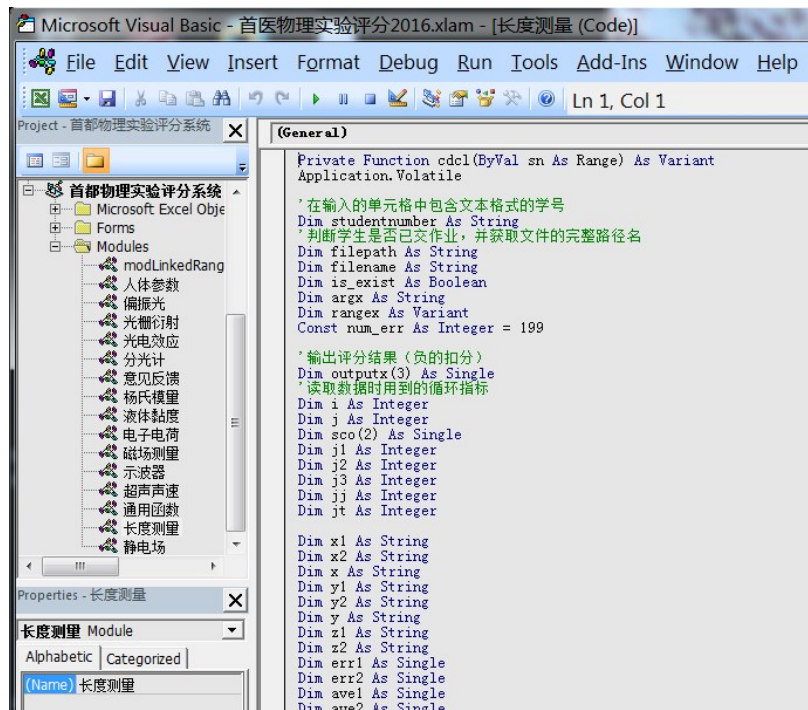


图1 VBA编程界面

Fig.1 Interface of Visual Basic for Applications (VBA)-based programming

本实验报告批阅系统的所有程序均可保存在一个xlam文件中,在使用时以宏的形式加载到Excel程序中即可。

1.2 系统组成

要使VBA程序能够自动批阅Excel文件格式的实验报告,需要针对每个实验设计一个数据记录模板文件^[8-9]。此外,为了实现自动批阅的功能,需要有文件读入程序、小数位数识别程序、有效数字检验程序、实验数据和结果分析程序及结果反馈程序等。本系统构成如图2所示,其中实线方框表示.xlsx文件,大虚线方框表示.xlam宏文件(小虚线框对应VBA程序),实线箭头表示数据或信息流向,虚线箭头表示调用。

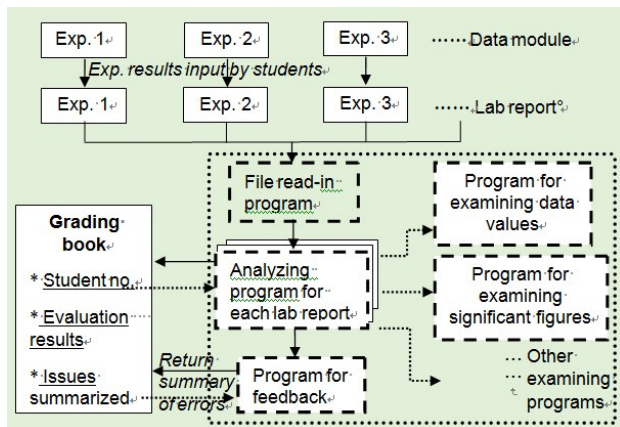


图2 实验报告批阅系统框图

Fig.2 Framework of the VBA-based system for the auto-assessment of lab reports

1.2.1 数据记录模板文件 以长度测量实验为例,数据记录模板文件如图3所示。文件中提示了预习要点和数据填写注意事项,根据实验步骤设计与实验讲义一致的数据表格。为了提示输入必需的实验数据,需要填写数据的空格采用浅绿色背景。此外,为了防止学生填写数据时对表格造成意外的修改,可以对非数据填写区进行锁定。

实验名称: 长度的基本测量					
实验预习指导					
1. 了解游标卡尺、螺旋测微计和读数显微镜的构造,掌握它们的读数原理;					
2. 掌握螺旋测微计的零点读数原则;					
3. 了解读数显微镜的操作规则;					
4. 复习有效数字,不确定度,测量结果的表达					
注意:(填数据前务必仔细阅读!)					
1. 绿色底纹空格必须填写,不能空白!					
2. 填入数据时须采用文本格式,即在输入数值前须键入英文输入状态下的', 否则数据无效(英文的'输入并回车之后不显示,有显示表示输入有误)。					
3. 科学记数法采用“数字e数字”的形式,如1.234e2表示123.4。					
4. 数据表格中不得含有其它字母或符号,如k、m、*、×或%!					
实验内容					
1. 分别用米尺和螺旋测微计测量金属棒的长度和直径					
测量	L (mm)		D (mm)		
	起点读数	终点读数	长度	零点读数	测量读数
1					
2					
3					
4					
5					
6					
平均值					
数据处理结果					
物理量	数值	单位	物理量	数值	单位
$U_A(L)$		mm	$U_A(D)$		mm
$U_B(L)$		mm	$U_B(D)$		mm
$U(L)$		mm	$U(D)$		mm

图3 数据记录模板

Fig.3 Data recording module

1.2.2 文件读入程序 为了读取 Excel 格式的实验报告,本系统采用了 VBA 自带的 Create Object 和 Workbooks.Open 命令^[6-7, 10-11]。相关代码如下:

```
Set xexl = CreateObject("Excel.Application")
'以只读方式打开 excel 文件工作簿,不更新链接
Set xwb = xexl.Workbooks.Open(Directory &
WorkbookName, UpdateLinks: =False, ReadOnly: =
True)
'引用工作表.
Set xws = xwb.Worksheets(WorksheetName)
'引用工作表的范围.返回该范围作为该子程序
输出
```

```
Setr = xws.Range(WorksheetRange)
```

为了方便批量自动批阅,我们要求学生在提交 Excel 文件必须包含其学号。这样 Excel 格式的成绩记录册可直接读取学生数据文件,并进行批量处理。

1.2.3 实验数据分析子程序 在读入 Excel 文件时,为了提高读取效率,一般是一次性将包括原始数据和处理后数据在内所有数据的一个大区域完整读入,然后根据实验内容对这些区域的不同数据读成不同的变量或数组。因为输入的数据是文本格式的,为了转换成可运算的数据,要求对数据进行数值检验,VBA 有内部函数 IsNumeric 可实现该功能^[12]。为了检验数值的有效数字个数是否规范,本系统包含了检验有效数字的子程序。此外,本系统还设计了检验数据小数点位数和数据是否为角度的子程序。

1.2.4 实验报告分析程序 本系统为每个实验根据其数据表格设计了一个分析实验数据和结果的程序^[13]。数据分析调用前述数据分析子程序,可针对实验报告中的数据或计算进行评分,并对错误进行小结(图5)。为方便调用,该程序的命名采用实验名称的首字母,例如长度测量实验的评分函数为 cdcl(student_no),参数为学生学号。对该实验评分时,即可调用此函数。

1.2.5 结果反馈程序 为方便教师了解实验教学班级的整体情况,本系统还设计了可对错误类型进行汇总和统计的程序,以便发现学生的常见错误和实验学习中的问题(图5)。

2 系统功能

2.1 有效数字的检验

有效数字的概念是实验理论的重要内容。在不做不确定度分析时,有效数字是确定测量结果精确度的唯一依据。学生在记录数据和计算时往往容易忽略有效数字的保留规则,尤其在计算器和 Excel 普遍应用的情况下。为了检验学生对数据有效数字保留的规范性,防止学生因直接利用计算器进行数值计算而失去有效数字运算的训练机会,我们要求学生在 Excel 实验报告中输入文本格式的数据,即在数据前输入半角的撇号,这样输入的数为文本格式,可完整保留有效数字。同时本系统的有效数字检验程序有效的解决了数据中含有正负号、科学记数法等情况下的有效数字检验问题。科学记数法采用的是 Excel 所用格式,例如 1.23e11,此时有效数字认定为 3 个,而 -1.020e-12 则被认定为 4 个有效数字。

2.2 计算的检验

计算的检验是本系统与纸质实验报告批阅相比最重要的优势之一。教师很难在纸质实验报告的基础上重复学生的计算来检验其结果的正确性。虽然文本形式的输入使得学生无法直接用数据记录模板进行计算,但本系统在读入这些信息后可将其转换成数值进行计算,系统可将计算结果与学生输入的结果进行对比,这能有效检验学生手工计算或用计算器计算中出现的错误。

2.3 避免学生输入错误的措施

学生在填写数据表格时,难免输入一些不规范的数据,例如将半角撇号写成全角撇号,填入“±”、“e-2”或“10^3”等不符合 Excel 记数规范的符号。这些符号使得数据难以统一转换成数值。为了降低识别错误,目前本系统的做法是一方面在每个数据记录的 Excel 模板文件中进行必要的提醒,另一方面在有可能出现“±”,“%”或“^”的地方在邻近格子中写出,如图4所示。

2.4 批阅结果的反馈

以往在纸质报告的批阅中,教师必须手工记录下每份实验报告的批阅结果,并汇总或逐个反馈给学生。本系统以编码的形式对错误进行定位和注

物理量	最佳值	±	不确定度	科学记数法	10的幂次	单位	
金属的杨氏模量	Y = (±) × 10 ^			N/m ²	(P = 0.683)
例如	Y = (1.80	±	0.23) × 10 ^	11	N/m ²	(P = 0.683)

图4 避免输入错误的措施示例

Fig.4 Prompted to avoid erroneous input

释,并对错误进行小结,最后可将这个实验班级的结果按照错误频次来汇总。如图5所示,其中图5a为某个学生实验报告的反馈(尾部数值为错误编码),图

5b为全班学生实验报告总体情况的反馈(前方数值为出现该错误的学生数)。

班级:	AAA	杨氏模量						长度测量		
实验	姓名	原始数据	规范性	正确性	原始数据	规范性	正确性			
1723021	aaa	0	-0.9	-0.3	0	-0.6	-0.3	-0.3	-0.9	-0.6
1723022	bbb	0	-0.9	-0.3	0	-0.6	-0.3	-0.3	-0.9	-0.6
1723023	ccc	0	第1组金属丝直径数据中有不规范数据 - 7 第1组金属丝直径数据中有不规范数据 - 8 第1组金属丝直径数据中有不规范数据 - 9 第2组金属丝直径数据中有不规范数据 - 10 第2组金属丝直径数据中有不规范数据 - 11 第2组金属丝直径数据中有不规范数据 - 12 第3组金属丝直径数据中有不规范数据 - 13 第3组金属丝直径数据中有不规范数据 - 14 第3组金属丝直径数据中有不规范数据 - 15 第4组金属丝直径数据中有不规范数据 - 16 第5组金属丝直径数据中有不规范数据 - 19 第6组金属丝直径数据中有不规范数据 - 22 第7组金属丝直径数据中有不规范数据 - 25							
1723024	ddd	0								
1723025	eee	0								
1723026	fff	0								
1723027	ggg	-0.1								
1723028	hhh	-0.1								
1723029	iii	-1.33								
			见批注							
			长度测量实验反馈: 错误频度与错误名称: 17-直圆筒内径A类不确定度不规范 15-金属棒体积有效数字不规范 15-金属棒体积不确定度不规范 15-直圆筒外径A类不确定度不规范 15-长度AB类不确定度不规范 14-金属棒体积相对不确定度有效数字不规范 13-直圆筒深度A类不确定度不规范 13-直圆筒高度A类不确定度不规范 13-直圆筒外径B类不确定度不正确 13-直圆筒内径B类不确定度不正确 13-直圆筒深度B类不确定度不正确 13-直圆筒高度B类不确定度不正确							

图5 实验报告的反馈

Fig.5 Feedback of issues discovered in lab reports

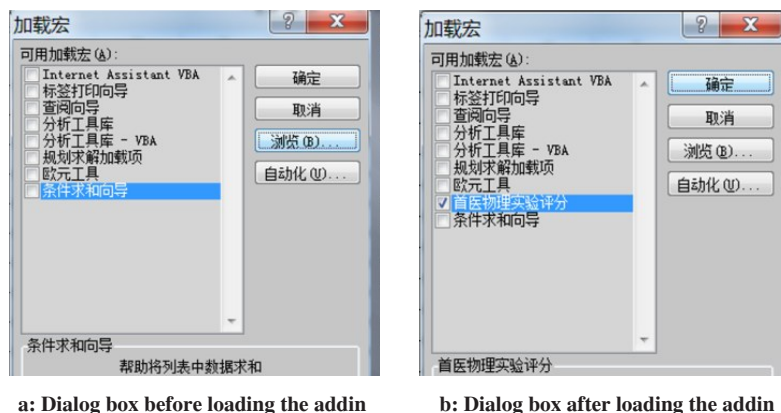
Fig.5a is the summary of errors found in a lab report. Fig.5b is the summary of errors found in all lab reports, and the first number indicates the number of students that made the error.

3 系统的使用方法

3.1 批阅程序的加载和卸载

对于Microsoft Excel 2007,批阅程序的加载方法如下:首先,进入Excel的选项对话框,然后单击“加载项”,

并点击“转到”按钮;可进入加载宏对话框,如图6a所示;点击“浏览”,选中自动评分的宏文件(.xlam格式),确定后回到加载宏对话框,并勾选该宏,如图6b所示。卸载时将加载宏前方的勾取消即可。



a: Dialog box before loading the addin

b: Dialog box after loading the addin

图6 加载宏对话框

Fig.6 Dialog box of addins

3.2 批阅程序的使用

3.2.1 构建所需文件与目录 要实现自动批阅,首先需要为所有实验建立一个主目录。然后在主目录下为每个实验建立一个目录,存放学生上交的Excel格式实验报告。目录名事先规定好,与程序一致,方便读取。此外还要在主目录下存放进行自动评分的加载宏;并建立一个含学生学号和姓名的记分册文件。如图5a或图7所示。

3.2.2 批量自动批阅实验报告 本系统可以对大学物理实验报告实现原始数据正确性、有效数字保留的规范性和数据处理正确性3方面的评价,并分别评分,最后评价汇总以注释的方式给出。方法如下:对要评分的学生所在行选中3格(分别对应原始数据、有效数字规范性和计算正确性的评分),并在填入函数的域中输入函数及学号参数,然后ctrl-shift-回车,即可完成该学生实验报告的批阅,如图7所示。函数

SUM		=cdcl(a4)						
	A	B	F	G	H	L	M	N
1	班级:	五临2B/一上						
2	实验		长度测量			双踪示波器		
3	细目	姓名	原始数据	规范性	正确性	原始数据	规范性	正确性
4	1511128	aaa	=cdcl(a4)	-0.6	-0.5	-0.2	-0.7	-0.2
5	1511129	bbb	-0.3	-0.6	-0.5	-0.2	-0.8	-0.1
6	1511132	ccc	0.0	-0.1	-0.2	0	-0.5	0
7	1511133	ddd	0.0	-0.1	-0.2	0	-0.5	0
8	1511134	eee	-0.3	-0.3	-0.4	0	-0.3	-0.2
9	1511135	fff	-0.3	-0.3	-0.4	0	-0.3	-0.2
10	1511136	ggg	-0.1	-0.1	-0.3	0	-0.4	-0.2
11	1511137	hhh	-0.1	-0.1	-0.3	0	-0.4	-0.2
12	1511138	iii	0.0	-0.1	-0.5	0	0	0
13	1511139	jjj	0.0	-0.1	-0.5	0	0	0

图7 学生实验报告的批阅示例
Fig.7 An example for the batch-assessment of lab reports

名与具体的实验名称对应。在选中状态下,单击所选区域的右下角并下拉,可应用至所有学生。最后在下方某空格输入反馈函数(例如 feedback(F4:F13)),可对全班学生的错误进行汇总(图 5b)。

4 结 语

本系统的开发能提高实验报告评分的精确性和一致性,能大大减轻教师的批阅工作量。试用3年,完全达到了预期的效果,提高了教学效率,完善了实验考核体系。此外,本系统的开发为后续建立学生实验数据库打下基础。在大数据的背景下,学生实验结果的数据库一方面可以作为实验教学改革的数据依据,也可为实验理论研究提供测试数据;另一方面也能为确定某些实验的仪器误差提供参考,以便对实验仪器进行进一步的开发和完善。

【参考文献】

[1] 朱学宁,林加论,张锦. 大学物理实验报告自动批阅系统的设计与实现[J]. 现代电子技术, 2016, 36(12): 58-60.
ZHU X N, LIN J L, ZHANG J. Design and implementation of autoaccessing system for lab reports of college physics[J]. Modern Electronics Technique, 2016, 36(12): 58-60.

[2] 张颖,王艳芳,梁科. 互动式网络实验教学综合平台建设[J]. 实验室研究与探索, 2014, 33(9): 162-165.
ZHANG Y, WANG Y F, LIANG K. The construction of interactive Network experiment teaching integrated platform[J]. Research and Exploration in Laboratory, 2014, 33(9): 162-165.

[3] 姜建华,汪洋,王敏. 基于互联网的实验教学到实验报告自动批改[J]. 实验室研究与探索, 2017, 36(5): 158-160.
JIANG J H, WANG Y, WANG M. The reformed activities of mechanics experiment and the auto-judging for student's experimental report based on the internet [J]. Research and Exploration in Laboratory, 2017, 36(5): 158-160.

[4] 王绍卿. 电子实验报告自动批改系统的设计与实现[J]. 山东理工大学学报(自然科学版), 2010, 24(3): 60-63.
WANG S Q. Design and implementation of automatic accessment system for experiment report[J]. Journal of Shangdong University of

Technology (Natural Science Edition), 2010, 24(3): 60-63.

[5] 庄振春. 基于VBA的数据报告自动生成系统[J]. 电子设计工程, 2017, 25(11): 57-61.
ZHUANG Z C. Automatic generation of data report system based on VBA[J]. Electronic Design Engineering, 2017, 25(11): 57-61.

[6] 张强,刘飏. Excel 2007与VBA编程从入门到精通[M]. 北京: 电子工业出版社, 2008.
ZHANG Q, LIU B. From newbie to master: Excel 2007 and VBA programming[M]. Beijing: Publishing House of Electronics Industry, 2008.

[7] GREEN J, BULLEN S, BOVEY R, et al. Excel 2007 VBA programmer's reference[M]. Indianapolis: Wiley Publishing, Inc., 2007.

[8] 王焄焄. 电子实验报告提交系统的设计与开发[J]. 商丘师范学院学报, 2010, 33(9): 36-39.
WANG W W. Design and implementation of auto-accessing system for electronic lab reports[J]. Journal of Shangqiu Normal University, 2017, 33(9): 36-39.

[9] 黄凤良,徐明,吴文静. 实验报告自动生成系统设计[J]. 实验科学与技术, 2011, 9(1): 48-52.
HUANG F L, XU M, WU W J. Design on the system of automatic generating experimental report [J]. Experiment Science and Technology, 2011, 9(1): 48-52.

[10] 李利民. 基于Excel 2007 VBA的学生成绩管理系统的设计与实现[J]. 电脑知识与技术, 2010, 6(5): 1128-1129.
LI L M. The design and realization of students' result management system based on Excel 2007 VBA [J]. Computer Knowledge and Technology, 2010, 6(5): 1128-1129.

[11] 余延忠. 基于VBA的智能考试及自动评分系统设计[J]. 毕节学院学报, 2014, 32(8): 73-80.
YU Y Z. Design of VBA-based intelligent examination and automatic scoring system[J]. Journal of Bijie University, 2014, 32(8): 73-80.

[12] 李宫晟,张鹏,苏关东,等. VBA程序设计在落球法测液体粘滞系数在实验中的应用[J]. 大学物理实验室, 2017, 30(4): 89-93.
LI G S, ZHANG P, SU G D, et al. Application of VBA program in measuring liquid viscosity by ball-dropping method [J]. Physical Experiment of College, 2017, 30(4): 89-93.

[13] 杨丽丽,李伟雄,容军,等. 基于Excel VBA的气象站检定结果不确定度评定系统[J]. 气象研究与应用, 2017, 38(3): 117-121.
YANG L L, LI W X, RONG J, et al. Uncertainty evaluation system of the weather station verificationresult based on Excel VBA[J]. Journal of Meteorological Research and Application, 2017, 38(3): 117-121.

(编辑:薛泽玲)