

李超◎著

留学生书写行为数据库 建设及应用研究

留学生汉字书写的质量评判，需面向汉字本体，根据汉字的本质特征研制适合汉字书写质量评测应用的汉字字形形式化描述方法，设计合适的采集方案和特定的数据格式。



北京语言大学出版社
BEIJING LANGUAGE AND CULTURE
UNIVERSITY PRESS

2015年度北京语言

基金资助

留学生书写行为数据库 建设及应用研究

李 超 / 著



北京语言大学出版社
BEIJING LANGUAGE AND CULTURE
UNIVERSITY PRESS

© 2017 北京语言大学出版社, 社图号 17085

图书在版编目 (CIP) 数据

留学生书写行为数据库建设及应用研究 / 李超著

. — 北京: 北京语言大学出版社, 2017.5

ISBN 978-7-5619-4902-3

I. ①留… II. ①李… III. ①汉字—书法—对外汉语
教学—教学研究 IV. ① H195.4 ② J292.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 083229 号

留学生书写行为数据库建设及应用研究

LIUXUESHENG SHUXIE XINGWEI SHUJUKU JIANSHE JI YINGYONG YANJIU

排版制作: 北京创艺涵文化发展有限公司

责任印制: 包 朔

出版发行: 北京语言大学出版社

社 址: 北京市海淀区学院路 15 号, 100083

网 址: www.blcup.com

电子信箱: service@blcup.com

电 话: 编辑部 8610-82303647/3592/3395

国内发行 8610-82303650/3591/3648

海外发行 8610-82303365/3080/3668

北语书店 8610-82303653

网购咨询 8610-82303908

印 刷: 北京九州迅驰传媒文化有限公司

版 次: 2017 年 5 月第 1 版

印 次: 2017 年 5 月第 1 次印刷

开 本: 710 毫米 × 1000 毫米 1/16 印 张: 11.5

字 数: 196 千字

定 价: 39.00 元

PRINTED IN CHINA

目 录

第一章 绪论	1
1.1 问题的缘起	1
1.2 留学生书写习得研究综述	3
1.2.1 留学生书写习得和偏误研究成果简介	3
1.2.2 留学生汉字书写质量评测研究成果简介	6
1.2.3 留学生书写习得研究评述及分析	8
1.3 研究目标、内容及意义	13
1.4 本书内容的组织	15
第二章 留学生书写行为数据库建设	17
2.1 留学生书写行为数据库建设的内容及目标	17
2.2 留学生书写行为数据库的数据规范设计	18
2.2.1 字体的选取	18
2.2.2 标准字数据规范设计	20
2.2.3 学生字数据规范设计	21
2.2.4 留学生书写行为数据库的数据规范整体设计	22
2.3 采集方案设计	23
2.4 留学生书写行为数据库的数据集合说明	26
2.4.1 数据集合简介	26
2.4.2 数据集合的标注及应用简介	29
2.5 留学生书写行为数据库的管理	30
2.6 本章小结	35

第三章 留学生书写行为数据库的标注设计	36
3.1 面向汉字书写质量评测的汉字字形形式化描述方法	37
3.1.1 汉字字形形式化描述方法综述	37
3.1.2 多层次多特征的汉字字形描述体系	52
3.1.3 面向书写质量评测的汉字字形形式化描述 方法定义及举例	58
3.2 错误类型的定义	65
3.2.1 错误类型的设计原则	65
3.2.2 错误类型的多人标注认知实验	66
3.2.3 错误现象举例及错误类型的描述性定义	77
3.3 本章小结	81
第四章 汉字书写质量评测核心算法与数据库人机结合标注	83
4.1 汉字书写质量评测的核心算法	84
4.1.1 标准字的标注和获取	84
4.1.2 学生字的表示和获取	87
4.1.3 自动匹配算法	87
4.1.4 预处理	87
4.1.5 笔画匹配	89
4.1.6 笔段匹配	91
4.1.7 合法性纠正	92
4.1.8 断笔合并	92
4.1.9 算法总结	93
4.2 汉字书写质量评测核心算法的实验	93
4.2.1 笔段分割的准确率检验	95
4.2.2 笔段匹配的准确率检验	97
4.2.3 错误类型映射的效率检验	101
4.3 本章小结	106
第五章 基于书写行为数据库的留学生汉字书写习得研究	107
5.1 留学生书写行为数据库的分析	107
5.1.1 关于“偏误”的说明	107

5.1.2	留学生书写行为数据库汉字和书写者信息 统计分析和说明	108
5.1.3	留学生书写行为数据库的汉字字形信息统计 分析	111
5.2	留学生笔画使用情况的书写习得研究	113
5.2.1	不同笔画数字例的笔画使用情况	114
5.2.2	不同书写方式的笔画使用情况	115
5.2.3	汉字圈与非汉字圈的笔画使用情况	117
5.2.4	不同国籍书写者的笔画使用情况	118
5.3	时间相关信息的分析	120
5.3.1	时间相关的总体分析	120
5.3.2	不同书写方式的时间相关分析	122
5.3.3	汉字圈与否的时间相关分析	122
5.3.4	不同母语书写者的时间相关分析	123
5.4	时间相关的偏误分析	125
5.4.1	基本观点	125
5.4.2	实验样本的选取和数据的说明	129
5.4.3	四类时间错误的出现频率	129
5.4.4	不同书写方式下时间错误的分析	130
5.4.5	不同母语的时间错误分析	132
5.4.6	典型字的偏误规律	134
5.4.7	书写者个人的书写时间特征分析	137
5.5	本章小结	138
第六章	结论与展望	140
参考文献		145
附 录		152
后 记		172

第一章

绪 论

1.1 问题的缘起

汉语，是 5000 年中华历史和文化的结晶，有超过世界总人口五分之一的人在使用着汉语。汉字是记录汉语的书写符号系统，经历了从甲骨文到金文、篆书、隶书和楷书的发展过程，逐渐形成了现代汉字。汉字也被其他一些国家或民族用作书写符号。

在当今汉语国际推广的背景下，汉语学习越来越受到人们的重视，国外的学习者逐渐增多。汉字的学习是汉语学习的一个重要组成部分，但是由于中国汉字（以表意为主的文字）与西方文字（以表音为主的文字）在书写形式上的本质差别，使得汉字的书写能力成为制约学习者提高汉语水平的一个重要因素。

目前，汉字教学一般作为汉语教学的初级阶段必修课，或中高级阶段的选修课。从汉字教学的过程上看：初级阶段，以字理拆解汉字，详细讲解笔画较简单的独体字和构成汉字的常用偏旁部首为主，目标是让学生了解形声、会意等构字方法；中高级阶段，主要以文章阅读的方式，在文章中选择出生字，单独进行汉字教学。初级阶段注重汉字书写的过程和方法，中高级阶段注重利用偏旁部首及独体字进行组字。从形式上看，目前汉字教学普遍采用的方法是：课上，教师借助黑板或多媒体等工具演示汉字书写过程，学生临摹汉字书写的过程，教师再针对学生的书写过程和结果给予指导，纠正书写错误。课后，学生凭借记忆，再现课堂上教师书写汉字的过程，并以反复抄写、默写的方式记忆

汉字。教师将学生提交上来的大量作业，逐一进行正误和美观等方面的评判，将结果反馈给学生。这种手工的传统教学方法存在以下主要的缺陷：

（1）对于学生书写的汉字，手工评判工作量巨大，教师难以胜任大规模的判阅；

（2）教师无法对学生书写过程进行监控，无法识别与时间相关（笔序、笔向）的错误；

（3）教师无法从学生书写汉字的样本中定量地归纳总结出各种错误规律；

（4）学生只能反复抄写汉字，脱离教师，便无法实现汉字书写的独立练习和自动评判。

总之，无论对学生还是教师，汉字书写教学都存在一定的困难，其中包含客观原因，如教学条件所限，无法实现对时间信息的考察；也包含主观原因，如教师不重视书写细节错误，不重视笔向、笔序教学等。而汉字教学又是对外汉语教学的重点和基础，值得注意的是，一般来说汉字教学的时间短、过程粗，尤其对汉字书写的过程不进行评测，并不是教师忽略这个过程，而是没有对书写过程进行监控和评测的有效工具。因此，借助计算机技术辅助汉字教学，非常必要。

另一方面，从汉字书写习得研究角度看，汉语作为第二语言的汉字习得研究已经有很多成果，研究对象一般是一定规模的留学生的手写汉字样本。现有留学生书写习得研究存在以下缺陷：

（1）汉字样本格式仅限于静态的“成品字”，一般以纸质文档或电子图片为主；

（2）汉字样本规模不大，错误字实例不足，不足以在较大规模样本上做定量分析；

（3）汉字样本标注信息不充分，汉字基本属性如笔画信息、部件信息、结构信息、所属大纲等标注不全面，汉字错误类型不成体系或体系不完备，错误类型标注的主观成分较大等。

受汉字样本本身信息不全面、样本规模较小、标注信息不充分等方面的影响，留学生汉字书写习得方面的研究还未取得预期的效果。

针对对外汉语中的汉字教学问题，以及留学生汉字书写习得研究遇

到的困难,已经有很多学者开展了深入的研究,取得了一定的成果,但都没有很好地把问题解决。具体来说,汉字教学方面:一般的解决方案是将汉字视作由笔画、部件组成的,这样的划分将笔画视作汉字最小的组成单位,无法计算出汉字书写过程中出现的“细枝末节”错误,更无法检测出时间相关的笔向、笔序错误;汉字书写习得研究方面,一般采用归纳总结法,在一定规模的学生字样本上,根据字理、汉字结构信息等总结出一些有规律、成体系的错误类型,然后再用枚举的方法举例说明。这样的方法无法做到以适当的格式存储较大规模留学生真实书写的汉字,更无法再现留学生的书写过程。对于错误类型,往往加入较多的主观认知,类型之间的界限模糊,不能描述开放的错误现象。

综上所述,需要面向汉字本体,根据汉字的本质特征研制适合汉字书写质量评测应用的汉字字形形式化描述方法,设计合适的采集方案和特定的数据格式,采集留学生书写的汉字并存储到数据库中,并在一定规模的留学生真实书写样本基础上,设计一套较完备的错误类型体系并实现对样本的标注,从而更好地帮助学生学习汉字,帮助教师开展汉字教学,帮助汉字研究者更好地开展留学生书写习得的研究。

1.2 留学生书写习得研究综述

1.2.1 留学生书写习得和偏误研究成果简介

留学生汉字书写习得和偏误研究大多是从汉字教学、文字学等角度进行调查、分析研究。大多为通过一定规模的实验,总结归纳出留学生习得汉字的常见问题、习得过程特征以及偏误分类等,研究方法上多采用定性、定量的方法,从留学生书写的汉字样本中总结出一些规律和结论。根据样本规模是否成体系,现有研究可以分为以下两类。

第一类是从某个专门的角度,对留学生书写的汉字进行习得和偏误的分析研究。有代表性的研究分为以下几类,一类是针对不同背景书写者的书写特征和书写错误(偏误)进行分析,如江新、柳燕梅等^{[1][2]}对拼音文字背景和欧美学生的汉字书写错误进行研究;朱志平^[3]对波兰暨欧美学生汉字习得进行考察、分析;范祖奎^[4]等对中亚留学生、尉

万传等^[5]对东南亚华裔留学生、张盈盈^[6]对非洲留学生、向航^[7]对韩国学生、吴焕宝^[8]对俄罗斯学生进行汉字习得特点的研究；另一类是专门针对留学生书写的汉字偏误类型的研究，如张静贤^[9]、杜同惠^[10]、施正宇^[11]、肖奚强^[12]、郭圣林^[13]等，他们根据留学生书写汉字的错误现象，总结归纳出一些成体系的偏误类型；还有一类是研究汉字特征^{[14][15]}、不同的教学方法^[3]对于汉字学习者习得汉字的影响等。有代表性的如张静贤^[9]将留学生的书写错误分为错字和别字，每种类型下又有若干个子类型，如表 1-1 所示；施正宇^[11]以正字法为依据，将留学生书写错误分为非字、假字和别字；肖奚强^[15]从部件角度，对留学生汉字书写偏误进行了分类，如表 1-2 所示。这些书写偏误类型的划分，涵盖了汉字认知、字形、字音、字义等方面的知识。

表 1-1 张静贤对留学生书写汉字偏误所做的分类

错字	别字
笔画错误	同音误代
笔形错误	声调相混
部件错误	声母相混
部位错误	韵母相混

表 1-2 肖奚强从部件角度定义的汉字书写偏误类型

部件的改换	部件的增损	部件的变形与变位
形近改换	增加意符	母语迁移变形
意近改换	减损意符	部件镜像变位
类化改换		
声符改换		

第二类研究是基于数据库的方法对留学生书写的汉字进行偏误和习得研究。邓守信等建立了“华语文学习者汉字偏误数据资料库”^[16]，并建立了较系统的偏误分类体系。语料收集了从 2006 年 10 月至 2007 年 6 月在台湾学习汉语的非零起点学生书写的汉字，包括了作业、考试、练习本等。汉字以静态的数码图片形式采集、存储和显示。书写者不包含汉字文化圈的学习者，共 72 名，年龄层次从 17 到 54 岁，汉语水平涵盖初、中、高级，学习汉语时间从 2 个月到 36 个月。在数据库基础上还进行了偏误分析，总结归纳出两种错误类型分类体系，如表 1-3、表 1-4 所示。

表 1-3 华语文学习者汉字偏误数据
资料库

偏误分类一

1. 缺省
i. 缺部件
ii. 缺笔画
2. 增补
i. 增部件
ii. 增笔画
3. 代换
i. 部件代换
ii. 笔画代换
4. 分合
i. 该合却分（合→分）
ii. 该分却合（分→合）
5. 错位
i. 部件错位
• 对等区块错位
• 随机错位
ii. 笔画错位
6. 特殊笔画：出头与否
i. 该出头未出头
ii. 不该出头却出头
7. 镜像
8. 变形
9. 合字

表 1-4 华语文学习者汉字偏误数据
资料库

偏误分类二

一、笔画类	二、部件类
1. 缺笔画	1. 缺部件
2. 增笔画	2. 增部件
3. 笔画代换	3. 部件代换
4. 笔画错位	4. 部件错位
	i. 对等区块错位
	ii. 随机错位
	5. 镜像

邓守信等^[17]在“华语文学习者汉字偏误数据资料库”之上还进行了数据的统计和分析，得出与肖奚强^[12]等主张部件教学不同的结论，认为“笔画错误也是汉语学习者的主要错误类型之一”。

北京语言大学“外国学生错字别字数据库”课题组^[18]建立了“外国学生错字别字数据库”，用于汉语作为第二语言的汉字教学研究。该数据库建立了统一的格式，可以大规模地存储留学生书写的汉字信息。除书写信息外，该数据库还存储了年龄、国籍、是否华裔、母语、文化程度等书写者相关信息。数据库存储的手写汉字均为扫描得到的静态图像。

以上两大类研究采集到的留学生书写汉字样本均为不含历时信息的静态图像,只是学生书写的结果,没有书写过程等时间相关信息。而安然等^[19~23]则采用摄像的方法,记录了留学生的汉字书写过程。较其他研究采集的书写信息更加丰富,但是,此种方法虽然记录了学生书写汉字的笔序等时间相关信息,却无法将采集的数据以统一的格式存储到计算机,尤其是无法存储单字的书写信息,另外该方法的成本(设备成本、存储空间)较高,因而无法建立较大规模的汉字书写库,进而开展更加全面的、定量的书写行为的分析研究。

综上所述,以上研究从各种不同的角度对留学生汉字习得、汉字书写行为进行分析、总结,并将得出的结论应用于汉字教学,为留学生汉字书写习得研究奠定了重要的理论基础。

为了更好地开展留学生汉字书写习得研究,除了要收集一定规模的书写样本,记录书写者、书写环境等书写相关的全面信息外,还需要对留学生书写的汉字质量进行评判。汉字书写质量评判,包括正确性和美观性两个方面。准确、全面的评判,是标注数据样本的基础。

1.2.2 留学生汉字书写质量评测研究成果简介

首先要说明:“汉字书写质量评测”与“汉字识别”具有本质的区别。手写识别是光学字符识别(OCR)技术的一个具体应用。手写识别根据是否带有时序信息,可以分为联机手写识别和脱机手写识别^[24],与汉字书写质量评测易混淆的是联机手写识别。“汉字书写质量评测”(简称“评测”)与“汉字识别”^[24~33]具有本质区别,具体体现在以下几方面。从任务上看,评测的根本任务是评价用户书写的过程与结果同标准字的异同,而汉字识别则主要关心未知手写体样本与现有样本库中哪一个最相似;评测侧重于对细微差别的分析评判,而识别往往只关心总体差异。从方法上看,评测是将一个待测汉字与一个已知的标准汉字进行特征匹配;汉字识别是将一个待识别的汉字与汉字库中所有汉字进行特征匹配,从而找出一个或多个与其最相近的汉字。从形式化描述的方法上看,因评测的目标是判断某个手写汉字的细

微特征,所以评测的形式化描述方法要更加细致、形式化描述的对象颗粒度更小;识别则关心两个字形(手写字与标准字)之间的总体差异,以寻找候选结果集合,所以识别的形式化描述的对象颗粒度更粗一些。

现有汉字书写相关的应用研究,很多成果主要集中在汉字演化、组词、发音等方面,这些成果有助于汉字的识别和自主学习,但是不涉及汉字的书写。目前已有的与汉字书写相关的计算机辅助系统,一般借助键盘、鼠标等输入设备,通过临摹^[34~41]、描红^[42]或多媒体^{[43][44]}手段,让书写者完成汉字书写过程。这是改进汉字教学的一种有效方法,但很少涉及汉字的评测。

有些汉字书写练习系统^{[45][46]}虽然设计了评测功能,但这些研究能够评测的汉字集合较小,评测内容不够全面。目前,与本课题关系密切的国内外研究工作包括如下几类。

(1) 国内方面

西南师范大学的 Jianguo Li 等^[34]设计了一个多媒体汉字教学系统 CMITS;南京大学的唐棠等^[47]设计了一个字形书写练习工具;黑龙江大学^{[45][48]}等单位联合研制了汉字书写练习的嵌入式系统;中国科技大学的 Zhi-Hui Hu 等^[46]设计了一套基于互联网的汉字书写练习实时评测及反馈系统。

香港大学的 H. C. Lam 等^[35]设计了只读汉字教学软件; Vincent Tam 等人^[36]设计了基于移动平台的笔顺练习评测系统;香港城市大学的 Kerry Tsang 等人^[49]以及 Kai-Tai Tang 等^[37]也设计了手写笔顺练习系统;台湾台中教育大学的 Guey-Shya Chen 等^[38, 42]和台湾交通大学的 K. T. Sun 等^[39]都开发了笔顺正误的评测系统;台湾中华大学的 C. H. Chou 等^[40]设计了汉字书法练习评测系统。

(2) 国外方面

新加坡的 C. L. Teo 等^[41]、Henmi 和 K. Henmi 等^[50]设计研制了基于力反馈的双臂辅助学习系统;日本学者 Takesue N. 等^[43]开发了可自定义评测点的汉字书写练习和评测工具。

1.2.3 留学生书写习得研究评述及分析

1.2.3.1 留学生书写习得和偏误研究方面

由于设备条件的限制,以上研究对留学生书写的汉字信息均进行了不同程度的剪裁,因此,研究的对象并非最原始的、最全面的书写信息。因为存在这个缺陷,也必然会影响研究结论的科学性和精确性,且得出的结论和总结出的规律显得说服力有些不足。

留学生汉字书写行为数据库的核心是留学生的手写汉字,随着人机交互技术的不断发展,多种输入设备均可满足采集留学生书写汉字的实时数据的要求,如数码笔、支持手写功能的手机、压感显示器和绘图板等,这些设备能够采集书写汉字的平面图形信息、时间信息,以及书写者相关信息等全面信息,使建立留学生汉字书写行为数据库成为可能。

1.2.3.2 留学生汉字书写质量评测研究方面

汉字书写质量评测是计算机辅助汉字教学的应用之一,也是留学生汉字书写偏误和习得研究的基础。近年来,国内外涌现出众多的研究成果,有效地改进了汉字教学的效果,但在评测内容、评测核心算法、书写工具、书写方式、评测结果的反馈等方面,还有不同程度的缺陷。

从评测的核心算法看,目前国内外汉字书写质量的评测方法以基于统计的方法为主,即首先定义评测特征,再将书写者书写的汉字进行特征提取,之后对这些待评测的特征点进行比对、评测,最后给出评测的结论。现有研究可分为以下几类:(1)将用户字与标准字做静态特征比较^{[40][45][51][52][53]},该方法忽略了书写过程中的时间相关信息,因此也无法判断笔序、笔向等时间相关错误;(2)事先确定评测特征和权重,评测后加权汇总^[51],该方法人为地确定各个特征的权重,有主观性和不可重复性;(3)将问题转化为另外一个领域的问题,如将汉字字形的计算问题转化为与图形学或图像处理相关的问题。有代表性的研究有:台湾中华大学的 C. H. Chou 等^[40]设计的汉字书法练习评测系统。评判点有三项:中心特征(Center Feature),即学生字与模板字中心之间的差距;外观尺寸特征(Size Feature),即整字的长和宽;投影特征

(ProjectionFeature), 即整字像素在水平和垂直轴上的投影, 如图 1-1 所示。这类系统是脱机的评测, 是将汉字字形看作二维平面上的静态图像, 并将其投影到横纵坐标上, 进行降维和问题的转化, 利用直方图差异性来做评测。这类方法丢失了对书写细节的评测, 降维的过程也是信息剪裁的过程。

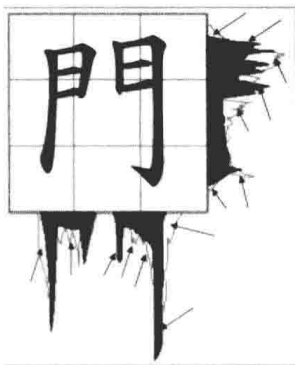


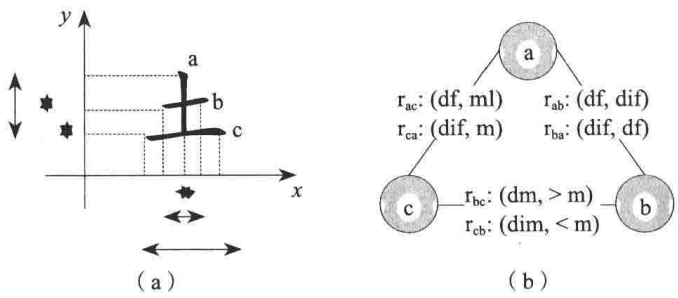
图 1-1 “門”字的投影特征

(箭头所示处为学生字的投影直方图, 阴影处为模板字投影直方图)

除此之外, 还有中国科技大学的 Zhi-Hui Hu 等人^[46]设计的基于互联网的汉字书写练习的实时评测及反馈系统。该算法将汉字字形计算的问题转化为 ARG 图的算法计算问题, 利用属性关系图进行笔画对应, 再在匹配的基础上进行评测。该方法首先根据 J. F. Allen^[54]及 Christian Freksa^[55]提出的基于时间间隔的知识表达方法, 将笔画投影在水平和竖直两个坐标轴上, 并对两个不连通笔画投影间的 17 种相对位置关系进行定义、编码, 如图 1-2 所示; 之后, 再使用 ARG^[56]属性关系图来表示模板汉字和手写汉字, 如图 1-3 所示; 与文献^[57]中定义的汉字特征结合, 给出带有容错机制的 ARG 结点和边操作的匹配定义, 通过这些操作完成手写汉字和模板汉字的笔画匹配, 如图 1-4 所示, 可用“土”字的 ARG 全图和手写字的 ARG 全图进行笔画匹配; 最后完成评测, 给出评测结果和修改建议, 如图 1-5 所示。与 C. H. Chou^[40]相似, 该方法的核心技术也是将笔画映射到两个坐标轴, 这个过程是数据降维的过程, 也是数据剪裁的过程, 丢失了除起末点外的笔画书写细节信息。

Relation	Symbol	Symbol for inverse	Example
a before b	<f	>l	
	<m	>m	
	<l	>f	
a meets b	m	mi	
	of	oil	
	om	oim	
a overlaps b	ol	oif	
	-	=	
a equals b	-	=	
a starts b	sf	sif	
	sm	sim	
	sl	sil	
a during b	df	dif	
	dm	dim	
	dl	dil	
a finishes b	ff	fif	
	fm	fim	
	fl	fil	

图 1-2 17 种投影位置关系



(a) “土” 字在二维坐标系上；(b) “土” 字的ARG图

图 1-3 “土” 字的 ARG 图

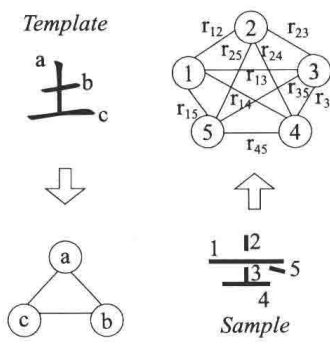


图 1-4 三画的“土”字 ARG 全图和五画的错字 ARG 全图

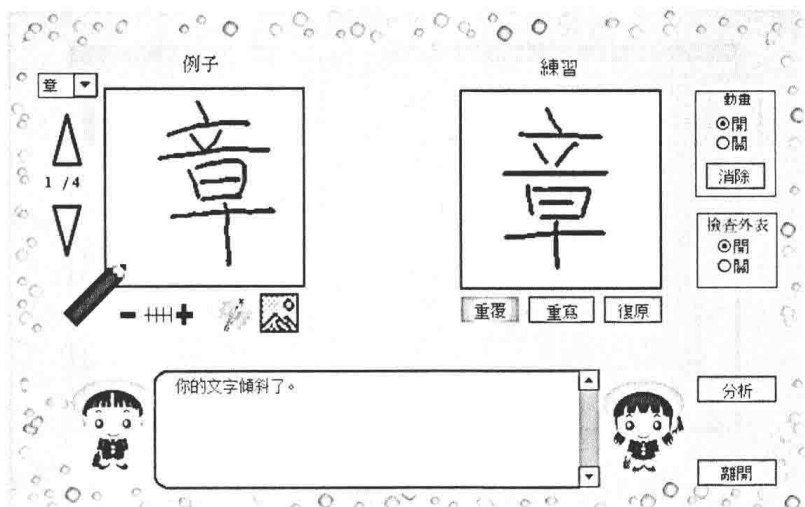


图 1-5

注：“章”字虽然写得比较端正，但系统只给出笼统的评测结果：“你的文字倾斜了”

除文献^[46]之外，以上方法的前提均是用户字的笔画与模板字笔画一一对应，没有研究设计笔画的对应算法，而笔画对应算法是汉字书写质量评测的基础。

从标准模板字看，大多使用带有书法信息的字体^{[34][42][47][49][52][53][58][59][60]}或使用有经验的专家手写的字^[46]作为模板字。楷体等字体是带有书法信息的字体，这些书法信息对于没有汉语基础的外国人以及低龄学习者来讲，书写有困难。另一方面，有经验的专家手写的字只能作为练习或不严格的测试用，不能满足对正确性、美观性进行严格的评测。

从评测内容看，现有研究或完全不评测^{[35][41][60]}，或有评测但无具体错误反馈^{[34][45][51][52][53][61]}，或只判断出一部分错误并反馈^{[36][37][38][39][40][42][46][49][58][62][63][64]}，如香港大学的 Vincent Tam 等人^[36]设计了基于移动平台的笔顺练习评测系统，如图 1-6 所示。以及 Guey-Shya Chen 等人^[42]设计了基于互联网的汉字笔顺书写评测系统，如图 1-7 所示。至今没有对笔画类型错、笔序错、笔向错、多笔画、少笔画、断笔、连笔、笔画出头、笔画或部件间比例错误或不合理、笔画或部件位置关系错误或不合理等正确性、美观性进行全面评测的研究。