

基于移动端的 WebGIS 开发课程编程实验系统与教学改革设计

刘宝玲¹ 李刚^{2*} 杨春雪¹ 董隽¹ 许楠¹

1. 哈尔滨学院 黑龙江省哈尔滨市 150086

2. 黑龙江工程学院 黑龙江省哈尔滨市 150001

摘 要: 本文针对“WebGIS 开发”课程,提出了一种结合移动端编程实验系统与正向增强回路的教学改革设计。该设计旨在通过构建面向移动设备的“WebGIS 开发”课程实验系统。以正向增强回路的教学改革理念为原则,从系统界面布局,到学生成果分享应用,再到 AI 代码错误识别标注,形成一套可记录,数据分析可视化的数字化教学能力。并通过构建基于信息熵的正向增强回路分析标准体系,结合大量学生全周期学习数据,明确提高学生热情态度指标,就能够不断对教学效果进行增强。激发学生学习的动力和创造力,形成正向的学习循环。

关键词: WebGIS 开发; 移动端编程; AI 错误代码识别; 正向增强回路; 信息熵

1. 前言

在高校地理信息系统专业中,“WebGIS 开发”课程是一门重要的实践课程,旨在通过理论学习与实践操作相结合的方式,使学生掌握开发的基本技能和方法 [1,2]。但现有“WebGIS 开发”课程的理论与实践教学,存在学习内容过于庞杂,编程环境要求苛刻,学习周期过长,成果难以呈现等问题^[3]。导致学生对本门课程的学习兴趣和信心不足,对课程望而生畏。因此本研究旨在通过基于移动端的 WebGIS 开发功能的实现,实现学生通过手机和平板电脑,随时按照教学案例开展编程学习的目标。教师可以通过实验系统和 AI 技术及算法,实时掌握学生实验成果和编程过程中的 bug 情况,实现对教学重点难点的分析和掌握。为进一步达成正向增强回路教学效果,学生可以自主、自助实现“当下热点”和“自己感兴趣”的功能开发,并将成果以应用软件的形式分享到朋友圈,形成学习成果的实际应用闭环体验。最大限度的降低学生学习的时间和门槛,提高学生的学习效率、自信和兴趣,达成本门课程的教学目标。

2. 系统设计

2.1 总体设计

本研究的核心是通过 B/C 架构和自适应的页面布局,实现通过浏览器进行 WebGIS 编程的功能^[4]。为满足学生动手实验、教学演示,作业批改,学习效果分析、应用分享等研究目标,将登录后的系统分为学生界面和教师界面。

学生界面包括实验编程(AI 辅助),自主编程(应用效果分析),过程分析,学习笔记,成果分析,参考资料,“我的”等功能。教师界面包括编程教学,成果批改,教学分析,资料管理(学习资料、共享数据、经典案例),班级管理,“我的”等。系统可以在主流型号手机,平板电脑,笔记本电脑和台式电脑等都可以进行教学实验。

2.2 技术架构

本研究的技术架构在 Microsoft .NET Framework 架构基础上构建服务及应用。基础环境包括 ArcGIS 的 JavaScript SDK 和 MySQL 数据库。系统的核心开发架构由 Html, CSS, JavaScript, Apache Echarts, SQL, ArcGIS JavaScript for API 等语言和技术构成。WebGIS 课程教学要求,预制基础功能,包括几何、图形、空间实体、栅格、图层、符号、统计、空间分析、定位、小部件、查询、编辑、三维等,方便学生调用和验证代码的可用性^[5]。同时在深度学习和机器学习的基础上构建基础 AI 算法,形成“代码错误识别模型”检测学生编码错误并给出提示。顶层是应用功能层,通过微信、手机号、用户名密码等信息,实现用户身份识别。其核心功能是按照实验的步骤和案例代码实现对应功能。本研究技术架构如图 1 所示。

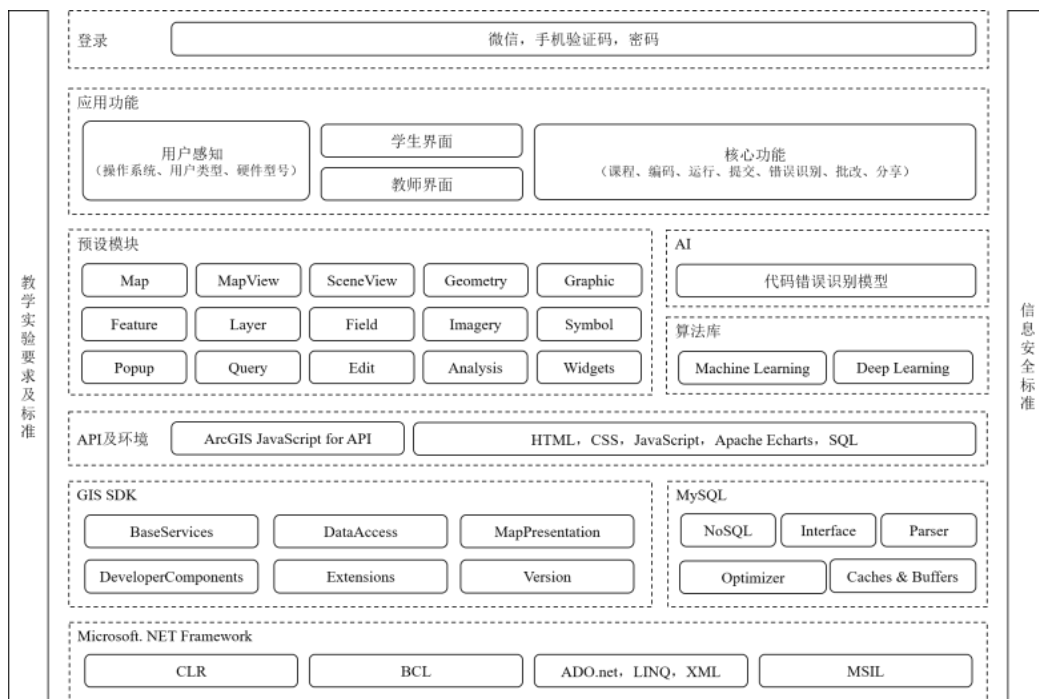


图 1 技术架构

2.3 功能框架

本研究从用户注册登录开始，实现用户注册，以及微信、短信验证码等快捷登录。根据用户类型，进入学生或者教师界面。学生界面主要以实验课程学习为主，功能包含：选择课程；开展编程操作；实验成果运行、发布及提交；

自主编程学习、资料查询；构建学习笔记、记录学生学习行为。教师界面主要进行教学演示，根据实验过程演示功能的实现，成果可以运行和发布到微信。教师可以构建自己的教学班级，进行课程讲义的编写，构建典型案例，成绩的批改和管理，以及进行教学分析。功能框架如图 2 所示。

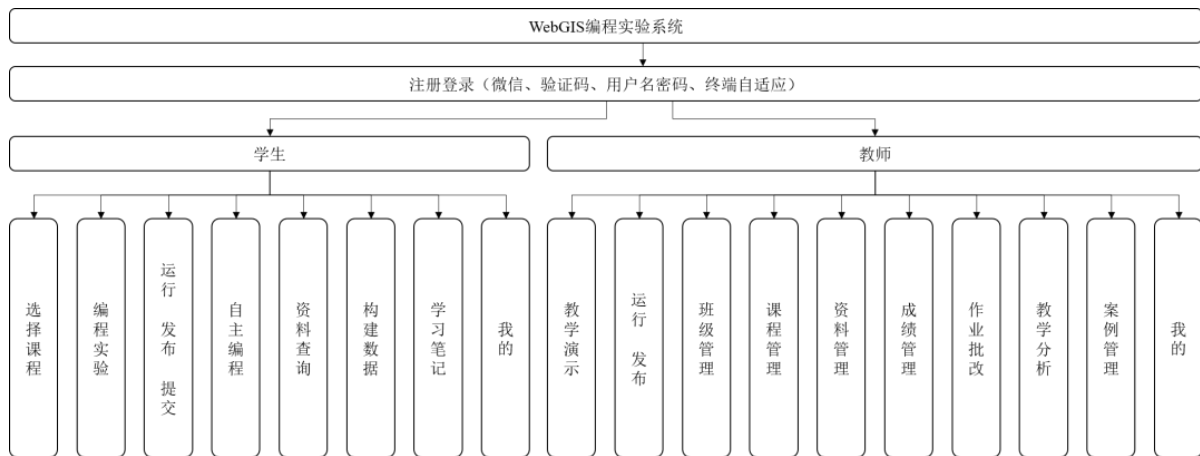


图 2 功能框架

3. 编程实验功能实现

3.1 系统界面及自适应设计

为方便学生随时使用手机或者平板电脑进行编程。系统界面主要适应竖屏和横屏两种模式。竖屏采用上下布局，上部为编程区，下部是实验内容，运行弹出成果界面的方式。

横屏采用左右布局，左上部为编程区域，左下部为实验内容和说明，右侧为成果运行界面，同时右侧界面可全屏显示。自适应功能主要通过 CSS 来实现，确定转换的浏览器宽度阈值为 800px。系统界面及自适应设计如图 3 所示。



图 3 系统界面及自适应设计

3.2 实验操作及功能实现

本研究编程实验主要是通过 3 个主区和 3 个控制区来实现的。主区包括编程区、实验讲义区、代码运行区三个

部分。控制区包括步骤控制区、执行控制区、菜单区三个部分组成。如图 4 所示。



图 4 功能区

实验操作是根据实验讲义区中步骤提供的代码，按照讲义步骤说明，将代码编写或者复制到编程区，通过执行控制区在代码运行区呈现效果。编程区使用 `textarea` 标签进行代码的编写操作，并使用 `value` 接口来整体获取运行代码。代码运行区使用 `iframe` 标签的 `srcdoc` 属性接口实现对完整“HTML+CSS+JavaScript+GISAPI”代码的读取和执行。

本研究为解决以往学习中学生在学代码过程中，难

以明确代码的编写位置，且对代码语句之间的相互关系理解困难。在实验讲义区进行详细布局，包括给出代码编写前后位置的提示，以及针对每一个部分的编写的超短视频。超短视频通常不超过 1 分钟，主要讲解代码编写位置、注意问题和主要作用，防止学生因教学视频过长而造成学习倦怠。同时也给出完整代码提示，代码提示为图片格式，防止学生整体拷贝代码，跳过学习步骤，没有对重点难点

进行体会。

3.3 代码错误识别模型构建

本研究采用 Transformer 深度学习模型,进行代码错误识别。Transformer 是一种完全基于自注意力(Multi-head Attention)机制的无监督深度学习模型。本研究的自注意力是指错误代码或者异常代码的确定和记录,由 Encoder(学生代码)和 Decoder(错误结果)两部分组成,适用于序列到序列的学习任务,符合代码错误识别需求和使用场景。

本研究采用 Python 语言进行模型构建。

3.4 成果提交及分享

为实现学生学习的正向增强回路,本研究在学生进行编码后,实现成果的提交、下载、微信分享等功能。提交和下载是通过将 textarea 标签中的 value 值保存为 .html 格式文件而实现。因为暂时不提供直接访问 html 文件的朋友圈发布,因此微信分享则相对复杂。因此需要将微信分享分为好友分享,微信群分享,以及朋友圈分享。好友分享和微信群分享都可以通过 html 文件的发放和实现。其他用户只需要点击 html 文件,跳转到浏览器即可。朋友圈分享则需要调用微信的 JS-SDK 通过微信小程序进行分享。

3.5 资料查询及笔记记录

本研究将相关课程资料、数据、编辑接口等文件整理发布到系统中并给出数据说明和使用方法,方便学生调用。实验笔记主要包括两类笔记,一类是学生自己随手记录的笔记,学生可以随时复习和使用自己的笔记。另一类是标准的实验笔记,学生根据具体的格式进行填写,并保存成 .doc 格式文件,方便教师收集整理和评分。

4. 教学效果实时监测

教学效果实时监测要以教学效果最大化,以及不断促进教学正向增强为原则,实现数据看板功能。为方便教学和管理,实验教学数据看板采用经典的 3 层两翼布局。教师可以实现实验课完成进度、成绩分布情况,代码错误类型识别、最新学生错误发生情况、实验中代码 bug 统计分布、每天学生对系统的使用情况统计、教学正向增强回路实时评价结果、学习成果分享的动态影响度分析。学生学习成果的分享是学生学习兴趣和学习成果应用的最主要内容,因此要实时监测学生作品被使用和认可的程度。因此主要监测指标包括作品数量,访问次数,分享次数,使用时长和数据互动等,最终可以判定学生作品的影响度潜力和趋势,帮助学生最大限度提升作品成效,实现教学效果的正向增强。教学效果实时监测数据看板如图 5 所示。



图 5 教学效果实时监测

5. 正向增强回路教学效果分析

本研究设计了课程参与度、学习成效、创新实践、热

情态度、错误率、资料使用等 6 个教学效果分析评价指标。

通过记录学生在课程全周期的打开系统次数、平均成绩、

自主编程次数、代码不相同成果数量、提交、保存、分享、笔记、运行、访问、错误、资料查阅等指标。通过构建的人均指标,采用信息熵模型,分析系统教学的实际效能。针对 2 所学校,3 个专业 496 名学生所产生数据进行收集整理,形成正向增强回路教学数据。采用信息熵模型开展指标有效值分析,得数信息熵结果。信息熵与随机变量的概率分布有关,当随机变量的概率分布不均匀时,信息熵会相应地变化。当随机变量的概率分布均匀时,信息熵达到最大值,表示不确定度最大;当随机变量的概率分布不均匀时,信息熵会减小,表示不确定度减小。具体公式如下:

$$H(D) = - \sum_{i=1}^n P(i) \log_2(P(i))$$

$$Gain = H(D) - H(D|A)$$

$$Gain = H(D) - \sum_{j=1}^m \frac{N(D_j)}{N(D)} P(D_j)$$

经过信息熵模型分析,得出表 1 所示。

表 1 正向增强回路教学效果分析

	参与度	学习成效	创新实践	热情态度	错误率	资料使用
Ej	0.999182	0.999196	0.999201	0.998779	0.999156	0.999201
Dj	0.000818	0.000804	0.000799	0.001221	0.000844	0.000799
Wj	0.154793	0.152139	0.151156	0.230991	0.159749	0.151172

其中 Dj 代表信息有效值, Wj 代权重, Ej 代表信息熵。根据分析结果,可以看出学生的热情与态度通过移动端开发增强了。可以直观看出,由提交、保存、分享、笔记、运行、访问等构成的热情态度指标,对教学效果的影响最大,权重最高。通过学生热情态度指标的提升,教学模式将进一步被增强。

6. 小结

本研究通过引入移动端编程实验系统,学生不仅掌握了 WebGIS 的开发的基本原理与关键技术,还能够在移动平台上进行分享和实际应用,极大地提高了学习的实用性和趣味性。采用正向增强回路的教学改革设计,通过移动端开发布局设计,学习成果分享, AI 代码错误识别模型,教

学数据看板,形成不断强化、反馈和调整教学策略,促进了学生的积极参与和主动学习,明确提高学生的热情态度指标,对正向增强回路教学效果增强显著。因此,移动端编程实验系统与正向增强回路教学改革在“WebGIS 开发”课程中取得了显著成效,不仅提升了学生的专业技能,还培养了他们的即学即用和问题解决能力,为未来的职业发展奠定了坚实基础,同时提升 WebGIS 开发课程教学质量、培养学生的创新能力和实践能力提供了有效的途径。

参考文献:

- [1] 宋晓东,王锦杰,张琦,等.WebGIS 在线数据平台探究式地理教学案例设计与思考——以气象灾害台风为例[J]. 地理教学,2020,(06):57-60.
- [2] 范俊甫,张大富,孙广伟,等.面向毕业生实践能力培养的 WebGIS 课程建设[J]. 实验室研究与探索,2019,38(10):171-175.
- [3] 侯璐.WebGIS 应用于地理教学功能初探——以培育区域认知核心素养为例[J]. 地理教学,2020,(02):49-52.
- [4] 陆校松.基于 WebGIS 的船舶安全信息系统设计开发[J]. 舰船科学技术,2023,45(21):197-200.
- [5] 田雨,卢秀山,独知行,等.地理信息系统(GIS)课程实验教学研究[J]. 实验技术与管理,2008,(11):153-156.
- [6] 亢孟军,任福,蔡忠亮,翁敏,苏世亮,王明军.开源体系在 GIS 软件开发课程中的应用[J]. 测绘通报,2021,(05):145-150.

作者简介:

刘宝玲(1984-),女,汉,山东莒县。副教授,博士.研究方向:环境遥感与地理信息技术

通讯作者:李刚(1980-),男,汉,河北献县。讲师,博士.研究方向:时空大数据

基金项目:黑龙江省高等教育教学改革研究项目(SJGY20210517);黑龙江省教育科学“十四五”规划 2024 年度规划课题(GJB1424213)。