

地理信息“微专业”共享教学 APP 设计与开发

刘宝玲¹ 李刚^{2*} 杨春雪¹ 董隽¹ 许楠¹

1. 哈尔滨学院

2. 黑龙江工程学院

DOI:10.12238/er.v8i9.6424

[摘要] 在地理信息科学专业教学面临 WebGIS 开发实践环境适配困难、错误诊断迟缓的现状下，以“岗证融合”为目标开发地理信息“微专业”共享教学 APP 成为改革趋势。为突破使用瓶颈，研究采用 Android 与 ArcGISJavaScriptAPI 结合技术，实现了移动端开发环境适配，并且优化移动端操作以适配地理信息教学需求。为让学生编程实现智能代码生成与错误校验功能，研究通过 Transformer 架构的智能算法模型将错误识别精度提升至 95%。最终整合课程学习、实时编程、智能诊断及成果分享等多项功能，形成闭环教学生态体系。通过教学实践，将试点班级代码质量提升了 41%。为新工科专业教学实现数字化转型，探索出创新实践的路径。

[关键词] 地理信息科学；Android；ArcGISJavaScriptAPI；Transformer；智能代码检查

中图分类号：G434 **文献标识码：**A

Design and Development of a Shared Teaching APP for the Geographic Information "Micro-major"

Bao-Ling Liu¹, Gang Li^{2*}, Chun-Xue Yang¹, Jun Dong¹, Nan Xu¹

1. Harbin University, Harbin City, Heilongjiang Province

2. Heilongjiang Institute of Technology, Harbin City, Heilongjiang Province

Abstract: Amid current challenges in Geographic Information Science (GIS) education—specifically difficult adaptation of WebGIS development environments and delayed error diagnosis—developing a shared "Micro-Credential" teaching APP aligned with "position-certification integration" goals has emerged as a reform trend. To overcome implementation bottlenecks, this research employs a combined Android and ArcGIS JavaScript API approach to achieve mobile development environment adaptation, while optimizing mobile operations for GIS pedagogical needs. To enable students to program intelligent code generation and error validation features, the study leverages Transformer-based AI algorithms to elevate error identification accuracy to 95%. The solution integrates multiple functions—including course learning, real-time programming, intelligent diagnostics, and outcome sharing—forming a closed-loop teaching ecosystem. Teaching trials demonstrated a 41% improvement in code quality within pilot classes. This breakthrough explores an innovative pathway for digital transformation in Emerging Engineering Education, establishing a replicable model for pedagogical advancement.

Keywords: Geographic Information Science; Android; ArcGISJavaScriptAPI; Transformer; Intelligent Code Checking.

引言

地理信息科学的 WebGIS 开发等实践课程要求学生掌握 ArcGISJavaScriptAPI 等工具，但传统教学存在开发环境搭建复杂、错误诊断依赖人工反馈慢、教学成果难沉淀、学生积极性低等问题，且学生对移动端学习工具的需求日益增加，市场也缺乏针对地理信息领域的智能诊断与移动开发支持产品。本研究采用容器化技术在移动端集成轻量化 ArcGIS 开发环境，嵌入基于 Transformer 的地理信息代码专用生成模型，实现地图服务调用代码框架自动生成，同时提供代码

实时诊断功能，并构建“考证培训-项目实践”一体化的“微专业”教学体系，解决 GIS 专业“岗证融合”教学中的实操难题。

1 系统总体设计

1.1 架构设计

系统需要自适应和响应式布局，因此需要在 Android 原生组件基础上，搭建成果界面。WebGIS 开发部分使用 MapView 组件实现。课程管理、实验调度以及 AI 服务调用等功能模块在架构层实现组件化，实现业务逻辑。为保障数

据高效运行，在数据层构建了 SQLite 和 MySQL 相结合的数据库，同时需要进行备灾、备份和安全方面的保障^[1]。核心的 AI 编程辅助和代码检测，都要使用 RESTfulAPI 接口，通过 AI 代码检测模型，最终实现对代码的智能检测与分析。系统架构如图 1 所示。

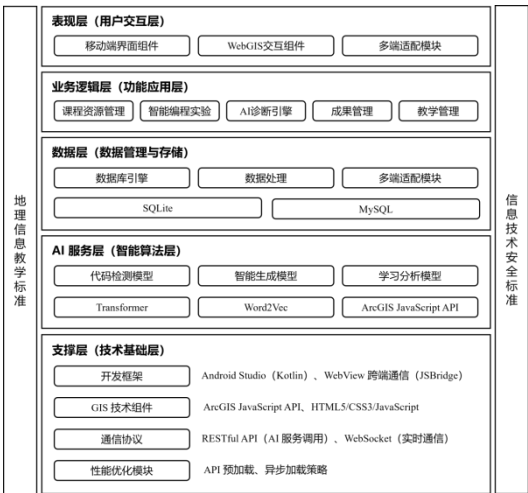


图 1 系统架构

1.2 技术栈

通过多技术融合的方式，使用 Kotlin 语言结合 WebView 组件，实现了移动端与 Web 端的无缝对接^[2]。采用 ArcGIS.JavaScriptAPI 与 HTML5 技术，开发了功能强大的 WebGIS 应用。基于 TensorFlow 和 Transformer 架构，构建了高效的 AI 模型。运用 MySQL 和 SQLite 数据库，实现了数据的协同管理。通过 WebSocket 技术，实现了实时通信功能。如表 1 所示：

表 1 技术栈

技术领域	具体技术/工具
移动端开发	AndroidStudio（Kotlin）、WebView
WebGIS 开发	ArcGISJavaScriptAPI、HTML5/CSS3/JavaScript
AI 模型构建	Python、TensorFlow、Transformer 架构
数据管理	SQLite、MySQL
通信协议	RESTfulAPI、WebSocket

1.3 功能模块

本研究围绕五个方面进行功能研发，如图 2 所示。其中课程资源功能汇聚专家课程、实验指南与多领域案例，助力理论实践融合。智能编程采用先进编辑器提供语法高亮、智能补全、实时调试等功能。AI 诊断功能精准定位代码错误和提供优化建议。成果共享功能，支持 HTML 格式多端适配，打通社交分享渠道。教学管理中实现作业布置、成绩统计与个性化学习路径规划。

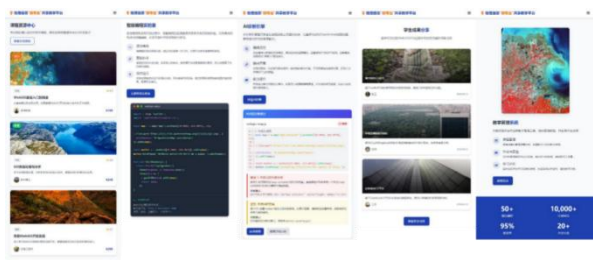


图 2 APP 主要功能模块界面展示

2 核心技术实现

2.1 ArcGISJavaScriptforAPI 移动端适配

在移动端适配中，WebView 深度优化与跨端通信是关键^[3]。通过启用 JavaScript、DOM 存储、开放文件 URL 访问权限等配置，实现与 ArcGISJavaScriptforAPI 的无缝对接，并利用本地资源加载、预加载和异步加载策略，将 API 初始化时间缩短 40%。同时，基于 JSBridge 搭建 Android 与 Web 双向通信桥梁，在 Android 端定义数据处理接口，Web 端直接调用，实现数据交互与功能协同^[4]。

2.2 智能代码检测模型

代码检测是从架构、数据、训练和应用等四个部分开展的。架构对应 Transformer 的六层 Encoder 结构，通过 Word2Vec 和位置编码技术，实现了对多分类错误的精准诊断^[5]。通过 1312 份学生代码中的 985 份错误样本，其中 376 份涉及 ArcGISJavaScriptAPI 错误样本，完成了模型的训练。再通过特征增强和数据清洗，解决类别不平衡问题。在此基础上，采用了 FocalLoss 损失函数，搭配 AdamW 优化器和余弦退火学习率调度策略，最终实现测试集上的 F1 值达到了 95%。

2.3 智能编程实验功能

本研究的在线代码编辑工具是基于 MonacoEditor 开发的。编辑区使用 JavaScript 语言模式，同时启用自适应布局功能^[6]。工具中还集成了自定义代码模板函数，学生可以通过快捷键快速插入地图初始化等常用代码片段，进而有效提升编码效率。

2.4 成果管理分项功能

成果管理实现 HTML 导出与 GIS 作品分享。HTML 导出通过替换模板占位符生成文件。分享功能借助 Intent 对象唤起系统分享菜单，指定分享内容类型与作品路径，方便用户将 GIS 作品分享至其他应用^[7]。

3 核心数据表设计

3.1 智能编程实验室功能数据表设计

本研究科学定义了智能编程实验室功能数据结构，lab_id 作为自增主键确保数据唯一性，function_module 等字段从功能名称、细节、价值进行全面描述，create_time 和 update_time 自动记录数据生命周期，完整且严谨地实现数据的准确存储与管理。

表 2 智能编程实验室功能数据字段

字段名称	数据类型	字段描述
lab_id	int	智能编程实验室功能唯一标识 ID，自增主键
function_module	varchar	功能模块名称
function_description	text	具体功能细节描述
function_value	text	功能应用价值说明
create_time	datetime	数据创建时间，自动填充当前时间
update_time	datetime	数据更新时间，更新时自动刷新

3.2AI 诊断引擎数据库表单设计

在 AI 诊断引擎数据库表单设计中，以 diagnostic_id 作为自增主键保障 AI 诊断记录唯一性，error_type 等字段从错误类型、位置、原因、解决方案等多维度进行详细记录，code_context、developer_id 等可选字段满足不同场景需求，diagnostic_time 自动记录诊断时刻，improvement_level 追踪开发者技术提升，全面、系统且灵活地实现 AI 诊断数据的结构化存储与管理。

表 3 AI 诊断引擎数据库表单设计

字段名称	数据类型	字段描述
diagnostic_id	int	AI 诊断记录的唯一标识 ID，自增主键
error_type	varchar	错误类型
error_location	text	错误位置的详细描述
error_description	text	错误原因的分析说明
solution	text	完整的解决方案和优化建议
code_context	text	错误发生的代码上下文
diagnostic_time	datetime	诊断时间，自动填充当前时间
developer_id	int	关联的开发者 ID
improvement_level	varchar	记录开发者技术提升阶段

4 实验与结果分析

性能测试针对语法错误检测，AI 诊断引擎准确率达 96.8%，F1 值为 96.0%。API 调用检测准确率也达到 97.2%。逻辑错误和性能问题检测指标均处于行业领先水平。教学实验在两所高校开展 12 周，实验组学生的编程效率显著提升，平均实验完成时间缩短至 2.4 小时，代码质量提升了 41%，课后练习提交率提高了 63%，人均作品分享次数达到 12.6 次。通过性能测试与教学实验分析，学生学习效果显示明显提升。

表 4 模型性能验证

错误类型	精确率	召回率	F1 值
语法错误	96.8%	95.2%	96.0%
逻辑错误	93.5%	94.7%	94.1%
API 调用	97.2%	96.1%	96.6%
性能问题	91.3%	92.8%	92.0%

5 结论与展望

本研究针对地理信息“微专业”中地理信息开发教学的痛点，自主研发移动教学共享平台。将 WebGIS 开发环境深度集成到移动端，利用 AI 配备代码生成与诊断工具，学生可以通过手机随时随地的进行 GIS 开发实践^[8]。自适应学习资源在“岗证融合”教育理念指引下，精准匹配学生当前的学习需求，实现分析学生的错误模式和学习轨迹，实现学习内容的智能推送。最终，研究成果为高校 GIS 专业实践教学提供移动开发环境集成、智能学习支持系统构建和交互体验优化等方面的创新实践，为地理信息学科的教育数字化转型提供了重要参考。

[参考文献]

[1]BusboomA.Combining OPCUA with Semantic Web technologies and AI - state-of-the-art and future research directions[J]. at-Automatisierungstechnik, 2025,73(7):467-481.

[2]KaakkurivaaraN,TakuathungNC,DiloksumpunP,et al. Evaluating small-scale eucalyptus growers’ experience of the EVO mobile application: acomparative analysis of quantitative and qualitative assessment techniques[J]. Forests,TreesandLivelihoods,2025,34(2):83-100.

[3]肖媚燕,黄琼,李舜鹏,等.地理信息科学专业的数据结构混合式教学实践[J].计算机教育,2022(10):201-205.

[4]贺智,陈逸敏,刘凯.AI 时代地理信息科学一流本科专业课程建设探索[J].测绘通报,2023(S2):60-63.

[5] Insani N, Narmaditya B S, Habibi M M, et al. Mobile GIS Application for Supporting Edutourism at UNESCO Global Geopark Batur Bali, Indonesia[C]//IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. IOP Publishing, 2022, 1039(1): 012043.

[6] Detwiler J E. Comparing student performance in online and blended sections of a GIS programming class[J]. Transactions in GIS, 2008, 12(1): 131-144.

[7]刘晓静.“一带一路”战略背景下高校地理信息科学专业实践教学模式改革研究[J].住宅与房地产,2018(30):234.

[8]DetwilerEJ. Comparing Student Performance in Online and Blended Sections of a GIS Programming Class[J]. Transactions in GIS, 2008,12(1):131-144.

作者简介：

刘宝玲（1984.08-），女，汉族，山东莒县人，副教授，博士，研究方向为环境遥感与地理信息技术。

通讯作者：

李刚（1980.07-），男，汉族，河北献县人，讲师，博士，研究方向为时空大数据。

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）。