

基于 HTML2PDF 的校园电子签章系统研究与实现

赵 通^{1*} 曾志华¹ 卢 笙¹

ZHAO Tong ZENG Zhihua LU Sheng

摘 要

针对传统纸质文档管理效率低下,安全性不足等问题。文章提出一种基于 HTML 转 PDF (HTML2PDF) 的数字化解决方案,实现校园各类证明文档的电子化转换与无需认证机构(CA)证书的电子签章、验章。通过采用超文本标记语言(HTML)构建的动态内容,转换为具备高保真打印特性和跨平台共享能力的便携式文档格式(PDF),构建了完整的电子签章系统架构。实验验证表明,该技术方案有效解决了纸质文档管理的核心痛点,为校园电子签章系统的工程化实现奠定了技术基础。

关键词

校园管理; HTML2PDF; 电子签章; 认证机构(CA)

doi: 10.3969/j.issn.1672-9528.2026.01.011

0 引言

随着人工智能、大数据、物联网等新一代信息技术的广泛应用,数字技术的变革与创新驱动发展正加速全球数字化转型,对全球经济格局与人才培养模式产生巨大影响^[1]。数字化校园的兴起标志着教育资源数字化、教学过程信息化及校园管理智能化的转折点,数字化校园优化了教育资源配置,提升了智能管理效率,打破了传统时间和空间限制^[2]。2004年8月,第十届全国人大常委会第十一次会议通过了《中华人民共和国电子签名法》,标志着电子签名从此开始与传统手写签名和物理盖章具有同等的法律效力,为电子印章的应用奠定了法律效力基础^[3]。

在校园电子签章系统中,获取格式规范的电子文档是实施签章的前提。当前主流获取规范 PDF 文档的方法主要有三种:一是利用编程语言库(如 Java 的 Apache PDFBox、iText 或 Python 的 FPDF、xhtml2pdf 等)直接生成;二是将 DOC 文档转换为 PDF 格式;三是将 HTML 文档转换为 PDF。其中,HTML 转 PDF 方法凭借其显著优势脱颖而出。该方法能高度精确地保持原始网页或文档的格式与布局,包括字体、颜色、图片、表格等元素的忠实呈现,确保了转换后文档的规范性与一致性,因此成为构建可靠电子签章系统的理想基础。

在数字化校园建设中,各类证明文档的开立均需加盖电子印章。因此,电子签章技术^[4]作为电子签章系统^[5]的核心模块,对推动无纸化管理、提高管理效率、增强文档安全性以及提升师生服务体验至关重要。该技术确保了校园证明文

档的可追溯性与准确性。其核心在于利用数字签名保障文档的完整性和不可抵赖性^[6]。而在实际应用中,数字签名所依赖的数字证书通常由认证机构(CA)颁发^[7]。CA 作为可信第三方,通过严格的身份核验流程(如域名所有权、组织合法性或扩展验证)签发数字证书。其收费机制覆盖证书申请审核、密钥生成、生命周期管理及信任背书成本,年费通常取决于证书类型(DV/OV/EV)、服务等级及品牌溢价。因此,当前依赖 CA 颁发证书的电子签章系统面临着高昂的年费问题。

为降低校园数字化转型中第三方证书颁发机构(CA)带来的数字证书签发成本,本文提出一种基于 HTML 转 PDF 技术的电子签章系统方案。该方案无需依赖 CA,通过利用 HTML2PDF 技术实现校园证明文档的标准化生成与转换,再应用电子签章技术完成 PDF 文档的安全签章;验章时则依据签章生成的全局唯一序列号或直接验证 PDF 文档的数字签名有效性。该方法详细阐述了实现路径,为数字化校园建设提供了低成本、可复用的技术参考。

1 校园电子签章系统框架

如图 1 所示,系统采用客户端-服务端(B/S)架构。客户端通过 Web 或移动端发起电子证明文档的开立或下载请求;服务端由网关、HTML 渲染引擎、PDF 转换中间件及电子签章处理器四部分构成。

1.1 HTML 动态渲染引擎

基于权限控制机制访问数据库(DB)获取用户信息;通过模板注入技术生成符合证明规范的未签章 HTML 文档;实现数据-模板的动态绑定与样式合规性校验。

1. 广州开放大学 广东广州 510055

[基金项目] 2024 年广州市教育局高校科研项目(2024312109)

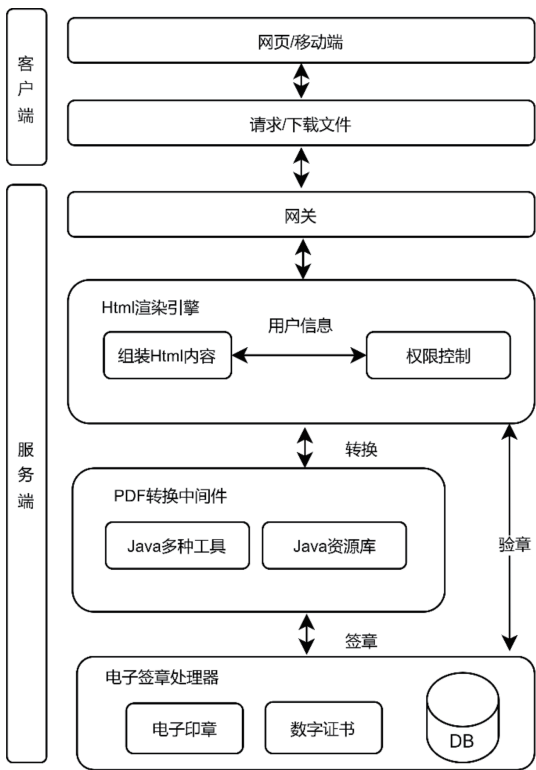


图 1 校园电子签章系统架构图

1.2 PDF 转换中间件

采用 Java 技术栈实施 HTML2PDF 转换（利用 iText、Flying Saucer 等专业库），生成符合 W3C 标准的临时 PDF 文档，确保格式保真度与打印适配性。

1.3 电子签章处理器

基于 PKI 体系实现数字证书验证，通过密码学算法加盖具有法律效力的电子印章，输出符合规范的签章 PDF 文档。

1.4 系统验章

系统验章主要采用两种方法：

- （1）依据签章生成的全局唯一序列号在数据库（DB）中进行查询匹配，若存在相应记录即视为验章通过；
- （2）系统读取电子证明文档（PDF），验证数字签名的有效性。

各模块通过校园网关实现安全通信，形成完整的电子证明生命周期管理链。

2 HTML2PDF 系统实现

2.1 Java 语言特点

Java 语言显著的两个特性是跨平台性和面向对象性。跨平台性指 Java 虚拟机（JVM）可将编译后的字节码在不同的操作系统上生成机器码。即“一次编写，到处运行”的跨平台特性；面向对象性指一切都被视为对象，主要特点包括封装、继承、多态和抽象。上述特性为高效开发和广泛部署奠

定了基础。

Java 生态系统拥有众多成熟的库和工具，这些库和工具为 HTML2PDF 的实现提供了强大的支持。常用的库和工具包括：Open HTML to PDF、iText、Wkhtmltopdf。

Java 的跨平台性、丰富的类库和工具支持、面向对象特性等特点，使其成为实现 HTML 转 PDF 功能的理想选择。

2.2 相关 Java 库

iText 库是一个功能强大的 Java 库，专门用于创建、编辑、转换格式和处理 PDF 文档。提供了丰富的功能和灵活的接口，可以满足各种 PDF 处理需求。

2.3 HTML2PDF 技术

HTML 的优点包括：

- （1）HTML 支持多种内容格式，这使得 HT-ML 能够表示复杂多样的信息；
- （2）HTML 和 CSS（层叠样式表）结合使用，可创建高度定制化的页面布局和样式；
- （3）HTM-L 能够表示丰富多样的内容，具有灵活的样式和布局，以及跨平台兼容性等特点。这些特性确保了 HTML 到 PDF 的转换过程能够顺利进行，并生成高质量的 PDF 文档。

PDF 文档的优点包括：一是 PDF 文档支持数字签名，确保文档的真实性和完整性。在 Java 实现 HTML 转 PDF 时，可以添加数字签名来验证文档的来源和完整性，防止文档被伪造或篡改；二是保持格式不变，PDF 文档能够保持原始文档的布局、字体、图片和颜色等，确保在不同设备和应用程序中打开时格式不会发生变化；三是跨平台兼容性，PDF 文档可以在不同的操作系统（Windows、macOS、Linux 等）和设备上保持一致的显示效果。

如图 2 所示，HTML2PDF 系统流程包括四个主要部分。

（1）访问控制

用户发起请求，系统根据用户 ID 查询 DB，如果返回用户详情，该用户则为合法用户，否则即为非法用户。合法用户可继续流程，而非法用户因权限受限无法进入后续功能。

（2）HTML 渲染

读取 HTML 模板信息，将用户信息填充 HTML 模板，渲染内容。渲染 HTML 模板的目的是将 HTML 文档中的元素和样式转换成可在 PDF 文档中显示的格式。

（3）PDF 文档转换

读取已渲染 HTML 模板信息，利用 iText 包转 HTML 模板成 PDF 文档，保存临时 PDF 文档。

（4）签章 PDF 文档

首先读取临时 PDF 文档，并对 PDF 文档签名，然后加

盖印章，最后保存已签章的 PDF 文档。

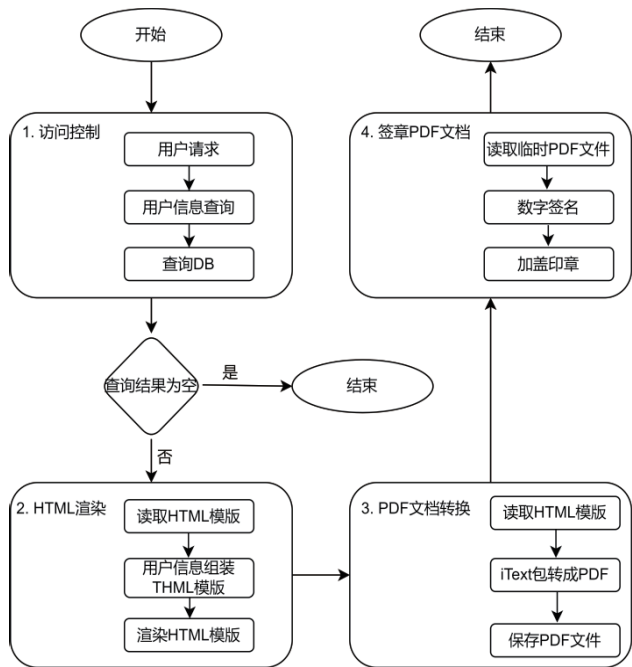


图 2 HTML2PDF 系统流程图

2.4 HTML2PDF 系统核心代码

如表 1 所示，HTML 转 PDF 功能的核心流程为：

- 校验用户信息有效性，无效则终止；
- 利用模板引擎动态渲染生成 HTML 内容；
- 调用 PDF 引擎将该 HTML 转换为 PDF 文档；
- PDF 文档签章处理。

表 1 HTML2PDF 核心代码表

核心步骤	核心代码
(1) 访问控制	<pre>String stuDetailInfo = getStudentInfo(response, request); if (stuDetailInfo.isEmpty()) { log.info(" 用户不存在 "); return; }</pre>
(2) HTML 渲染	<pre>Map<String, Object> param = htmlParam(stuDetailInfo); WebContext ctx = new WebContext(request, response, request.getServletContext(), request.getLocale()); ctx.setVariables(param); String htmlContent = templateEngine. process(HtmlTemplateEnum.REPORT_CREDIT_ BASE_HTML.getLocalUrl(), ctx);</pre>
(3) PDF 文档转换	<pre>String sourceFile = PdfUtil.createPDF(basepath, tempPath, htmlContent);</pre>
(4) 签章 PDF 文档	<pre>PdfUtil.createPdf(sourceFile, targetFile, fontPathTitle, pdfNumber, this.catalogs(), "", basepath, "");</pre>

3 测试结果

测试运行环境为 Windows10 64 位操作系统，内存 16 GB，JDK1.8。测试结果如图 3 “在读证明”的签章 PDF 文档所示。经 HTML2PDF 转换的签章 PDF 文档，其关键信息可动态从 DB 获取（如图 3 中脱敏数据）。该特点保证了 HTML 模板的通用性。

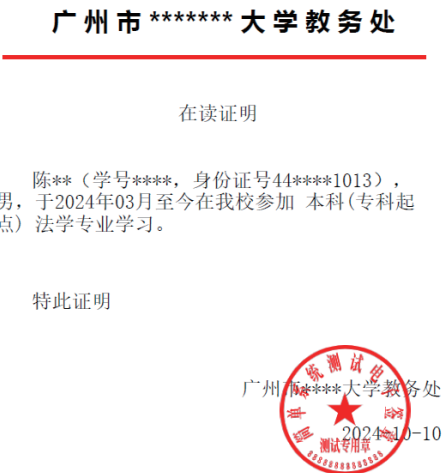


图 3 “在读证明”的签章 PDF 文档

4 结语

针对校园纸质签章存在的流程效率低下与安全缺陷，本文提出基于 HTML2PDF 转换技术的电子签章系统，通过分层架构实现访问控制、动态 HTML 渲染、高保真 PDF 转换及签章四阶段处理。利用 HTML 的结构化模板优势与 PDF 的格式稳定性，结合签名及加密算法保障文档完整性，实验验证该系统显著提升证明文件生成效率并满足合规要求，为数字化校园建设提供兼具技术创新性与工程落地性的解决方案。

参考文献：

- [1] 王佑镁, 王旦, 梁炜怡, 等. 从国际经验到本土实践：我国职业教育数字化转型的破局之法 [J]. 中国职业技术教育, 2024 (6):49-58.
- [2] 刘慧. 数字化校园建设：现状、挑战与未来发展 [J]. 数字经济, 2024(7):92-94.
- [3] 邓杰. 论电子签名的法律功能与法律效力 [J]. 武汉大学学报 (哲学社会科学版), 2006(2):244-248.
- [4] 谢淑翠, 武瑞瑞. 电子签章技术在电子政务中的应用 [J]. 信息通信, 2012(5): 97-98.
- [5] 宋峻超, 王跃, 宋兴彬. 电子签章和版式文件在无纸化办税中的应用研究 [J]. 计算机应用与软件, 2019,36(2):131-134.

基于反射波的自适应脉搏波形分解算法

王玉坤¹
WANG Yukun

摘要

为提升脉搏波曲线拟合精度,文章提出了一种基于反射波假设的新型脉搏波曲线拟合算法,将桡动脉脉搏波分解为3个子波形 $f_1(n)$ 、 $f_2(n)$ 、 $f_3(n)$ 的叠加,其中 $f_2(n)$ 和 $f_3(n)$ 为 $f_1(n)$ 经拉伸变换后的反射波。实验对比了高斯曲线与不同方向对数正态分布曲线的拟合效果,发现特征点的绝对位置可作为不明显特征点脉搏波拟合的参考。对于归一化脉搏波,对数正态分布曲线在 $f_2(n)$ 和 $f_3(n)$ 方向为“++”和“-+”时拟合最优(均方根误差0.024 4、0.028 0;最大误差0.063 3、0.077 2)。若子波形位置未优化,“-+”方向仍表现最佳(均方根误差0.029 5,最大误差0.080 6)。该算法为脉搏波分析提供了更精确的拟合工具,有助于心血管功能评估和中医脉诊客观化研究。

关键词

反射波假设;脉搏波;子波形;曲线拟合

doi: 10.3969/j.issn.1672-9528.2026.01.012

0 引言

脉搏波是重要的生理信号,是人体心脏射血活动和血管状态等重要信息的外在反映,因此基于脉搏波的诊断在中医中占有重要地位。中医脉诊一般在手腕桡动脉处进行切脉。由于桡动脉脉搏波在疾病诊断方面的重要作用,脉搏信号采集的客观化和信息化是中医现代化建设和发展的重要环节。脉诊智能采集设备的开发则有助于为中医的疾病诊断与治疗提供重要的参考数据,并成为中医标准化的工具,图1为脉搏波的基本结构及特征点示意图^[1]。

脉搏波的曲线拟合基于反射波理论,将脉搏波分解为多个子波形的叠加,通过子波形参数变化定量分析脉搏波形态特征。常用拟合函数包括高斯曲线^[2-3]、对数正态分布曲线^[4]等,其中高斯曲线因对称性需更多子波形才能较好拟合脉搏波快速上升与缓慢下降特性。研究表明,不同健康状态下子波形参数存在差异,但现有方法仍存在局限性:

一是子波形位置未必与生理特征点对应;二是拟合参数差异可能仅反映波形形态变化,而非真实反射波特性^[5-7]。因此,如何优化拟合函数、提升子波形生理意义解释能力,仍是未来研究重点。

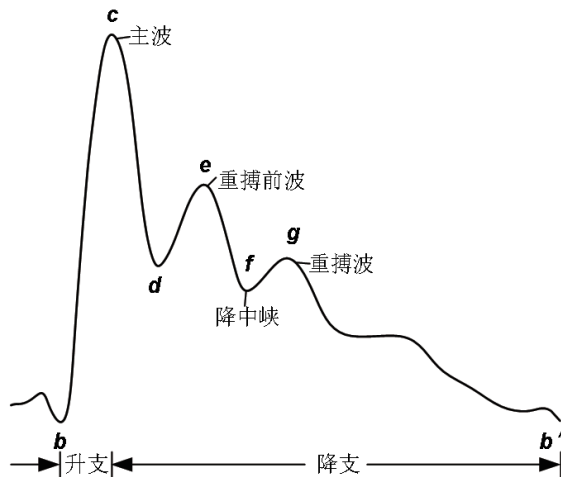


图1 脉搏波基本结构及特征点示意图

1. 神州数码信息服务集团股份有限公司 广东深圳 5180578

- [6] 李静,汤光明,孙怡峰,等.一种基于数字水印和PKI的电子签章系统[J].微计算机信息,2005,21(12-3):62-63.
- [7] 赵翔.数字签名综述[J].计算机工程与设计,2006,27(2):195-197.

【作者简介】

赵通(1986—),通信作者(email:hbjszt07@163.com),男,

安徽宿州人,硕士研究生,高级信息系统项目管理师,研究方向:领域驱动设计、微服务。

曾志华(1980—),女,湖北武汉人,硕士研究生,副教授,研究方向:软件系统分析与设计。

卢笙(1982—),男,广东广州人,硕士研究生,研究方向:教育管理。

(收稿日期:2025-07-08 修回日期:2026-01-13)