

# 基于“AI + 行为科学”的体重管理微信小程序开发

温静薇<sup>1</sup>, 于可昕<sup>2</sup>

<sup>1</sup>南京审计大学数学学院, 江苏 南京

<sup>2</sup>南京审计大学统计与数据科学学院, 江苏 南京

收稿日期: 2025年12月27日; 录用日期: 2026年1月21日; 发布日期: 2026年1月29日

## 摘要

传统体重管理存在数据采集繁琐、干预方案落地难的情况, 用户长期依从性不足。为响应《健康中国行动》和《“十四五”国民健康规划》的要求, 本研究设计了一款体重管理小程序。小程序以微信原生框架结合Python Flask为技术基础, 搭配Vant Weapp组件库构建三层轻量化架构, 实现多模态数据采集、个性化健康建议生成, 通过目标梯度拆解与社群打卡强化行为激励; 同时采用HTTPS加密存储用户敏感数据, 超6个月的历史数据自动匿名化处理, 保障数据安全。经检验, 小程序实现了轻量化加载与高效数据采集, 契合18~35岁目标用户便捷、精准的使用需求, 为体重管理数字化工具开发提供可复用方案, 助力健康管理从粗放式向精准化转型。

## 关键词

体重管理, 微信小程序, 行为科学, AI, 多模态数据融合

## Development of a WeChat Mini Program for Weight Management Based on “AI + Behavioral Science”

Jingwei Wen<sup>1</sup>, Kexin Yu<sup>2</sup>

<sup>1</sup>School of Mathematics, Nanjing Audit University, Nanjing Jiangsu

<sup>2</sup>School of Statistics and Data Science, Nanjing Audit University, Nanjing Jiangsu

Received: December 27, 2025; accepted: January 21, 2026; published: January 29, 2026

## Abstract

Traditional weight management faces challenges of tedious data collection processes, difficulty in

implementing intervention plans, and low long-term user adherence. To implement the obesity prevention and control orientation of the “Healthy China Initiative” and the digitalization deployment for chronic disease prevention and control in the “‘14th Five-Year’ Plan for National Health”, this study developed a WeChat mini program for weight management. Built on the technical core of the WeChat native framework and Python Flask, integrated with the Vant Weapp component library and common data tools, the development process conducted demand analysis, system design, and function implementation, constructing a three-tier lightweight architecture. The mini program can complete multimodal data collection and generate personalized health recommendations, and also enhances behavioral incentives through goal gradient decomposition and community check-in interactions. Meanwhile, it adopts HTTPS encryption to store users’ sensitive data and automatically anonymizes historical data older than 6 months, building a solid data security barrier. After technical verification, the mini program has achieved the design goals of lightweight loading and efficient data collection, which well meets the core needs of convenience and accuracy for target users aged 18~35. It provides a reusable practical solution for the development of digital weight management tools and helps promote the transformation of health management from extensive to precise.

## Keywords

Weight Management, WeChat Mini Program, Behavioral Science, AI, Multimodal Data Fusion

Copyright © 2026 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 绪论

### 1.1. 研究背景

传统体重管理存在“数据采集困难、评估维度单一、干预应对不足”等问题,为响应《健康中国行动(2019~2030 年)》,本研究开发一款基于“AI + 行为科学”的体重管理微信小程序,即开即用、无需安装,依托微信生态落实“社群激励模型”,填补普通方案的缺口,助力实现肥胖防控目标。

### 1.2. 研究现状与缺口

国内现有体重管理工具功能与技术明显局限。“keep”测重运动视频,“薄荷健康”限于单一热量查询,均未整合多维信息,缺乏 AI 分析与行为激励。2022 年王婷团队设计的程序虽然可以实现基础信息推送,但却无法整合饮食图像识别、运动行为分析等多源数据[1]。2023 年李绍芝团队指出,多数轻量化工具仅能完成单一功能,缺乏 AI 对数据的深度分析[2]。能做到与 AI 相融合的“减单”,可以智能识别食物并计算热量,但仅有“打卡提醒”这一激励机制,并未深度应用目标梯度理论与社群激励模型。正如王莹莹对大学生群体的研究表明,用户更注重“轻量化”与“社交化”属性,而现有小程序既未适配微信生态的便捷性,又缺乏社群激励模型。

国际上,2023 年美国加州大学创建的“FitMini”健康小程序实现了数据与可穿戴设备融合对接,但数据加载时间过长且并未搭配中文场景;2022 年斯坦福大学开发的“NudgeFit”小程序应用轻推理论推送健康建议,却因过度依赖云端算力,出现平均加载时长超 5 秒的状况[3];英国帝国理工学院的系统通过社群打卡与目标梯度理论应用,使 6 个月依从率提升 40%。综合国内外研究可知,现有体重管理数字化研究仍存在多模态数据融合深度不足、个性化动态适配能力弱、行为干预机制缺少等问题,尤其是缺乏针对小程序“性能限制”的技术适配方案,这也是本研究的核心切入点。

### 1.3. 研究目的与意义

#### 1.3.1. 研究目的

本研究的核心目的如下：一方面是落实转化理论，研究将融合“AI+ 行为科学”理论于微信小程序的开发方案中，并为实际实现提供解决方法。另一方面是推进轻量化技术落地，以减少冗余时间和提升程序运行速度为目的，将便利程度最大化；在此基础上构建体重管理干预闭环，完成对数据的采集、分析并实施干预机制这一套完整的开发闭环，为用户输出贴合个体需求的体重管理建议，推动健康管理模式从传统粗放式向科学精准化转型。

#### 1.3.2. 研究意义

在理论层面，关于“AI+ 行为科学”与轻量化的实现，创新性地开发微信小程序，弥补了这一领域的理论空白，构建新的理论框架并为小程序开发奠定理论基础。在实践层面，将微信小程序落实开发，为国内外相关体重管理研究开发提供了创新可靠的技术方案，降低了体重管理门槛，同时形成开发闭环。

### 1.4. 论文结构安排

本文按照理论阐述、设计创新推进、实现过程落地、总结收尾的结构展开，第一章阐述研究背景、目标和意义；第二章分析讨论核心理论和技术基础；第三章对用户需求和可行性进行系统性分析；第四章负责对系统架构，功能模块和安全进行设计；第五章讲述开发环境和核心功能的实现；第六章是总结研究成果并展望未来。

## 2. 核心理论与技术基础

### 2.1. 行为科学理论

行为科学作为管理学领域的重要分支，主要研究自然和社会环境中人的行为[4]。本研究结合体重管理的行为规律，针对性引入行为科学领域的三大核心理论，聚焦体重管理系统中的“启动”“维持”与“强化”环节。计划行为理论(TPB)用于目标管理设计，引导用户自主设定减重目标[5]；自我决定理论(SDT)以自主性、胜任感、归属感为激励核心[6]；目标梯度理论强化接近目标时的动机。三者共同构成行为科学干预的完整逻辑链，为后续小程序核心功能开发提供理论依据。

### 2.2. 多模态数据处理技术

本文通过收集食物图像模态、文本模态、数值模态来获取用户的多模态数据，并对各类数据标准化处理，确保多模态数据具备统一的分析维度，为后续 AI 个性化建议模块的开发提供高质量的数据输入[7]。

### 2.3. 微信小程序开发技术

本研究使用 JavaScript、WXML 及 WXSS 等编码语言搭建微信小程序原生框架，结合 Vant Weapp 轻量化组件库做系统架构设计[8]，大大压缩了小程序的总体积，减少加载时长，实现轻量化目标。同时，基于用户画像数据构建 1024 维 Embedding 向量，作为多模态数据融合中注意力机制的 query 基准，实现个性化权重分配，替代随机生成逻辑。

## 3. 系统分析

### 3.1. 需求分析

#### 3.1.1. 用户需求与画像

本研究聚焦调查 18 至 35 岁间人群的体重管理需求：

便捷性: 餐前 30 秒内完成记录, 运动后 1 分钟内完成打卡;  
 精确性: 需贴合自身实际状况的调整建议, 适配每日身体机能和饮食差异;  
 激励性: 安排进度分析、轻量化的社交互动等激励性行为来提升依从性;  
 隐私安全性: 数据存储、分析决策中保障隐私性, 仅限本人获取。

### 3.1.2. 功能需求清单

针对目标用户“便捷化、精准化、激励化”的核心诉求, 本研究设计四大核心功能模块: 多模态数据采集模块整合饮食、运动、生理等多源数据; AI 分析建议模块根据个体实际情况推荐每日饮食和运动, 记录用户的情绪并给予鼓励和互动陪伴。行为科学激励模块依托行为科学理论制作周、月、季度目标进度条, 同时设置社交互动功能, 支持好友监督打卡; 用户管理模块支持微信授权注册, 隐藏保护用户的隐私数据。

### 3.1.3. 非功能需求

为保障小程序在轻量化场景下的稳定运行、数据安全与优质用户体验, 本研究围绕性能、兼容性、安全、易用性梳理:

性能上, 将组件轻量化以及资源压缩来控制初始加载时间, 使其低于两秒; 采用“批量上传”和“异步处理”机制, 弱网下也能让数据响应时间小于 500 ms [9]。

兼容性适配微信 IOS 8.0+以及 Android 7.0+, 通过 rpx 单位与弹性布局, 小程序的页面可以适配手表、手机、平板设备。

安全上以 AES-256 来加密储存敏感隐私的数据, 查看时需身份验证; 小程序仅会保留六个月内的历史数据, 超时的数据会自动匿名处理。

易用性层面, 简化设计的表单和自动填充导入数据增加了便捷性, 将用户完成数据记录的时间控制在 90 秒内。

## 3.2. 可行性分析

本系统的可行性可从技术与政策两个层面得到充分支撑: 技术层面具备充足落地条件, 前端依托微信开发工具及 Vant Weapp 组件库可快速搭建核心功能, 后端通过 Python Flask 框架实现轻量化部署, 且已具备相关模型的技术积累以降低落地难度, 微信小程序提供的图像选择、步数同步等 API, 可支撑多模态数据采集与社交激励机制开发; 政策层面契合《“十四五”国民健康规划》精准防控要求、《“十四五”卫生与健康科技创新规划》智能赋能行为干预导向, 以及《健康中国行动》肥胖防控目标, 为项目实施提供坚实政策支撑。

## 4. 系统设计

### 4.1. 总体架构设计

为实现轻量化体重管理场景下的精准干预目标, 本系统将总体架构设计分为三层, 如图 1 所示。前端交互层负责用户交互与数据采集, 数据传输层用于保障数据安全以及数据转存, 后端支持层确保 AI 与行为科学功能运行。

#### 4.1.1. 前端交互层

前端交互层负责展示小程序的主界面, 包含四个核心页面, 首页、记录、建议、我的。首页作为用户核心入口, 承担关键信息聚合与高频操作引导功能; 记录页用于饮食、运动和体重输入, 采用图表和简短文字的记录方式; 建议页展示当日饮食和运动建议; 我的页包含用户个人信息、减重目标设置入口、

数据备份选项、数据隐私保护设置。

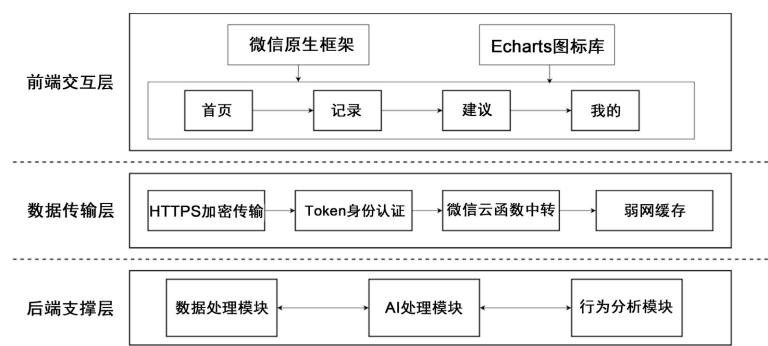


Figure 1. Overall architecture design diagram  
图 1. 总体架构设计图

4.1.2. 数据传输层

数据传输层采用超文本传输安全协议(HTTPS)建立加密传输通道[10], 防止数据传输过程中被窃听或篡改, 再通过 Token 身份认证结合用户微信 OpenID、时间戳和签名算法生成安全的访问令牌[11], 保证仅授权用户可调用后端接口, 最后通过微信云函数实现数据中转, 在弱网环境下前端自动缓存未上传数据, 等到联网后同步至后端。

4.1.3. 后端支撑层

后端支撑层分为三大核心模块。数据处理模块负责接收前端多模态数据信息, 对其标准化处理, 为 AI 分析提供统一格式输入; AI 处理模块通过 ResNet-50 提取实物图像 1024 维特征向量, 并采用 MLP 模型通过自注意力机制分配各模态权重, 输出个性化建议; 行为分析模块基于计划行为理论与目标梯度理论统计用户打卡频率、目标完成度, 动态调整激励策略。

4.2. 功能模块设计

4.2.1. 多模态数据采集模块

本系统通过采集食物图像、运动行为、生理指标三类数据, 为后续 AI 分析与行为干预提供基础数据。食物数据采用图像和文本相结合的记录方式, 前端自动将文本输入内容与后端图像识别结果相匹配; 运动数据通过主动记录与微信步数自动同步采集, 主动记录模块预设 10 种常见的运动类型, 用户选择运动类型后输入时长, 热量消耗基于对应 METs 值计算; 自动同步按每 2000 步消耗 80 kcal 估算, 无需用户手动输入; 生理数据(体重、体脂率)支持 1 位小数输入并限定合理范围, 输入后前端调用 Echarts 图表库自动生成周趋势曲线, 让用户能快速得知体重波动情况。

4.2.2. AI 个性化建议模块

前端将记录的数据打包为 JSON 格式传输至后端, 后端先加载用户画像对应的 1024 维 Embedding 作为 query\_vector, 再通过自注意力机制分配各模态初始权重: 食物图像 40%、运动数据 30%、生理数据 20%、文本数据 10%, 结合 query\_vector 动态调整权重后, 生成 256 维综合特征向量[12]。

$$\text{Attention}(Q, K, V) = \text{softmax}\left(\frac{QK^T}{\sqrt{d_k}}\right)V$$

其中,  $Q$  为查询向量,  $K$  为各模态特征向量,  $V$  为特征值,  $d_k$  为特征维度, softmax 函数确保权重和为 1。



综合特征向量输入 MLP 模型后, 输出三类核心建议: 当日建议摄入热量、饮食搭配、运动建议, 后端再将建议格式化为 JSON 数据返回至前端。

### 4.2.3. 行为科学激励模块

用户首次使用时, 系统会引导设置长期减重目标, 自动将其拆解为各个小目标, 具体到月、周, 并在首页设置三级进度条; 每日 20 点, 系统根据当日热量差及体重变化计算目标完成度, 并以弹窗形式提醒用户; 当周目标完成度大于一定值时, 触发强化提示, 提升用户参与率; 用户可通过系统分享功能生成“打卡邀请链接”, 好友点击链接后自动加入打卡小组。

## 4.3. 安全设计

安全设计涵盖数据传输与存储全流程: 传输环节采用 HTTPS 加密、Token 身份认证双重防护, 前端对体重、体脂率等敏感数据先通过 AES 算法加密, 传输至后端, 再由后端解密处理[13], 同时以 MD5 签名验证数据合法性, 防止数据被篡改或伪造; 存储环节仅保存加密后的敏感数据, 系统会为每个用户独立生成加密密钥并安全存储, 历史数据仅保留 6 个月, 超期系统自动执行匿名化处理, 全面保障个人隐私安全[14]。

## 5. 系统实现

### 5.1. 开发环境与工具

本研究通过适配开发的技术工具与 AI 模型, 推进微信小程序的系统实现和轻量化落地: 前端: 选用微信开发者工具, 提供了代码编辑、预览、调试等功能; 安装 Vant Weapp 组件库, 核心轻量化, 性能佳、高稳定。

后端: 采用 Python Flask 轻量化微框架, 其灵活性极高, 易拓展; 安装 Redis 数据库, 它具有微妙级数据操作速度, 支持高频数据缓存。

AI 与可视化: 选用 PyTorch 框架调用 ResNet-50 模型和训练 MLP 模型[15]; 选用 ECharts 库实现数据可视化, 其体积小, 适配度高。

### 5.2. 核心功能实现

#### 5.2.1. 多模态数据采集功能实现

为完成对食物图像压缩的实现, 前端采用 canvas API 对用户上传的图像进行梯度压缩, 核心 JavaScript 代码如图 2 所示:

```
function compressCore(img) {
  const canvas = document.createElement('canvas');
  const ctx = canvas.getContext('2d');
  let w = img.width, h = img.height;
  const maxSize = 800;
  if (w > maxSize || h > maxSize) {
    const ratio = maxSize / Math.max(w, h);
    w *= ratio;
    h *= ratio;
  }
  canvas.width = w;
  canvas.height = h;
  ctx.drawImage(img, 0, 0, w, h);
  return canvas.toDataURL('image/jpeg', 0.7);
}
const img = new Image();
img.onload = () => {
  const compressedData = compressCore(img);
  console.log('压缩完成:', compressedData);
};
img.src = '原始图像URL或Data URL';
```

Figure 2. Code for food image compression implementation  
图 2. 食物图像压缩实现代码

微信步数同步实现, 调用 `wx.getSetting` 检测用户微信运动授权, 通过 `wx.getWeRunData` 获得加密数据并解密, 按“2000 步 = 80 kcal”的换算规律计算出热量消耗, 自动填充至运动记录表单的“热量消耗”空格处, 提升便捷性。

### 5.2.2. AI 个性化建议功能实现

训练数据集来源于 Food-101 公开数据集、合作健身机构匿名化跟踪数据、内测用户授权数据及可穿戴设备 API 对接数据, 经图像标准化、数值归一化、文本编码等预处理后用于模型训练; `query_vector` 来源于用户画像 Embedding, 由基础信息、历史行为数据融合生成, 替代随机生成逻辑。为完成对多模态数据融合的实现, 后端采用“自注意力机制”确定每个模态的权重, 核心 Python 代码如图 3 所示:

```
user_profile_embedding = torch.load("user_profile_embedding.pt")
query_vector = user_profile_embedding.unsqueeze(0)
normalized_food = F.normalize(food_feature, p=2, dim=1)
normalized_sport = F.normalize(sport_data, p=2, dim=1)
normalized_physical = F.normalize(physical_data, p=2, dim=1)
normalized_text = F.normalize(text_data, p=2, dim=1)
attention_food = torch.matmul(normalized_food, query_vector.T) * 0.4
attention_sport = torch.matmul(normalized_sport, query_vector.T) * 0.3
attention_physical = torch.matmul(normalized_physical, query_vector.T) * 0.2
attention_text = torch.matmul(normalized_text, query_vector.T) * 0.1
```

Figure 3. Code for multi-modal data fusion implementation

图 3. 多模态数据融合实现代码

个性化建议推送实现, 在完成 MLP 模型训练后, 基于 Flask 框架开发 Web 接口, 前端通过 `wx.request` 传入用户数据综合特征; 后端返回建议数据后, 前端每早通过微信通知推送至用户, 并在建议页面更新内容, 确保用户及时获得个性化干预指导。

### 5.2.3. 行为科学激励功能实现

为更新每日目标进度, 前端可以通过 `wx.cloud.callFunction` 来调用“calculateProgress”云函数, 这样用户每日的饮食热量、运动消耗以及周目标完成度可以很方便被收集到, 核心代码如图 4 所示:

```
const cloud = require('wx-server-sdk');
cloud.init();
const db = cloud.database();
exports.main = async (event) => {
  const { userId } = event;
  const { weeklyGoal } = (await db.collection('user').doc(userId).get()).data;
  const weekStart = new Date(new Date().setDate(new Date().getDate() - new Date().getDay() + 1)).setHours(0, 0, 0);
  const records = (await db.collection('records')
    .where({ userId, createTime: db.command.gte(weekStart) })
    .get()).data;
  const completed = records.reduce((sum, item) =>
    sum + (item.exerciseCalorie || 0) - (item.foodCalorie || 0), 0);
```

Figure 4. Code for updating target progress

图 4. 目标进度更新实现代码

关于成就徽章实现, 前端预设像“3 天连续打卡”“首周减重 1 kg”“饮食热量达标控制”样式的徽

章类型, 通过 `wx.getStorageSync` 获知用户打卡天数、体重变化、饮食记录等行为, 若满足徽章解锁条件, 通过 `wx.createAnimation` 调用“unlockBadge”为用户界面添加有趣绚丽的动画效果, 并弹窗提示用户接收实现对用户的持续激励。

### 5.3. 技术难点与解决策略

本研究在小程序开发过程中, 主要面临多模态数据轻量化适配与跨膜态数据一致性两大技术难点, 据此针对性设计分层策略。

#### 5.3.1. 多模态数据轻量化适配难点及解决方案

多模态数据轻量化适配的核心挑战在于小程序端硬件资源受限与运行环境异构性, 导致内存占用过高, 推理效率不足。针对这一问题, 本研究从数据传输与模型优化双维度构建解决方案: 前端层面针对食物图像采集场景, 经多轮对比测试后确定图像压缩参数, 将分辨率超过  $2000 \times 2000$  的图像按等比例缩放至  $1000 \times 1000$ , 通过调整 JPEG 压缩质量因子至 0.7, 使图像体积控制在 1 MB 以内, 在保证后续识别精度损失低于 3% 的前提下, 提升传输效率。后端采用结构化剪枝技术对 ResNet-50 模型进行优化[16], 基于损失感知剪枝算法移除冗余连接与低重要性神经元, 保留关键视觉特征层权重的 92% 以上, 同时采用 FP16 混合精度量化, 降低模型内存, 缩短推理时间。

为进一步提升轻量化部署效果, 引入 Redis 数据库构建二级缓存机制, 对用户高频查询的食物识别结果设置 1 小时缓存有效期。文本语义向量生成环节, 对比原始 BERT 与 DistilBERT 模型的部署性能后, 选择后者作为基础模型, 其通过知识蒸馏技术减少部分参数量, 同时保留大多的语言理解能力, 推理速度提升, 更适配小程序后端有限算力。此外, 完成优化后 ResNet-50 模型的 TensorFlow.js 端侧适配, 通过模型格式转换与算子兼容处理, 实现弱网环境下的本地推理, 未来将结合网络状态动态切换机制, 在云端推理与端侧推理之间自适应切换, 兼顾识别精度与使用流畅性。

#### 5.3.2. 跨膜态数据一致性难点及解决策略

跨模态数据一致性的核心难点集中在用户提交的多源数据易出现偏差, 为解决这一问题, 本研究采用前后端异步双重校验, 避免阻塞用户操作: 前端提交数据后直接保存并反馈成功, 后端异步利用 BERT 模型将文本转换为语义向量, ResNet-50 模型将图像转换为视觉特征向量, 并计算两种向量的余弦相似度, 当相似度低于 0.6 时则提示用户再次确认, 两次校验数据一致性达到 95% 以上来保证精确性。

## 6. 研究总结与展望

本研究紧密响应国家体重管理战略, 完成体重管理微信小程序全流程设计与核心功能落地, 搭建轻量化运行框架, 落地多模态采集、个性化建议、行为激励三大核心功能模块, 采用加密存储与超期自动匿名化处理保障数据安全; 同时本研究仍存在实证验证环节缺失、仅适配 18~35 岁人群、数据采集维度单一的局限, 未来将围绕政策要求与现有局限, 拓展数据采集维度、推进人群差异化适配、优化数据加密算法与隐私保护机制, 深化系统优化使其更契合政策目标。

## 基金项目

大创项目《“AI+ 行为科学”双驱动的个性化智能体重管理系统: 基于多模态数据的精准健康干预创新》省级项目编号: 202511287003。

## 参考文献

- [1] 王婷, 陆克中, 黄孝, 等. 基于微信小程序的个人健康管理系统设计[J]. 信息与电脑(理论版), 2022, 34(10): 155-



- 158.
- [2] 李绍芝, 那娜, 沈力, 等. 基于机器视觉的运动健康管理微信小程序的设计研究[J]. 现代商贸工业, 2023, 44(11): 261-263.
  - [3] Liang, Y. and Sudhinaraset, K. (2019) Nudging Behavior Change: A Review of the Evidence and Its Applications in Healthcare. *Preventive Medicine*, **121**, 160-167.
  - [4] 商李. 行为科学理论视角下的博物馆人才激励机制研究——以广西民族博物馆为例[J]. 民博论丛, 2023(0): 175-181.
  - [5] 梁英, 赵何钧, 赵宝旭, 等. 基于计划行为理论预测生育意愿: 一项三水平元分析[J]. 心理科学进展, 2025, 33(11): 1926-1941.
  - [6] 顾秋实, 陈科颖, 宋海岩, 等. 乡村旅游地生态休闲农业女性经营者参与机制——基于自我决定理论的混合方法验证[J]. 旅游学刊, 2025, 40(8): 111-128.
  - [7] 任泽裕, 王振超, 柯尊旺, 等. 多模态数据融合综述[J]. 计算机工程与应用, 2021, 57(18): 49-64.
  - [8] 汤磊雯, 陈丹丹, 邵静, 等. 基于微信小程序的代谢综合征智能健康管理平台的设计与开发[J]. 浙江大学学报(医学版), 2022, 51(1): 115-121.
  - [9] Cui, W.H., Wei, M.Z., et al. (2019) Ebird: Elastic Batch for Improving Responsiveness and Throughput of Deep Learning Services. 2019 *IEEE 37th International Conference on Computer Design (ICCD)*, Abu Dhabi, 17-20 November 2019, 497-505. <https://doi.org/10.1109/ICCD46524.2019.00075>
  - [10] 张家治, 曾辉, 喻峰, 等. 基于 HTTPS 协议和映射混沌算法的信息交互传输[J]. 信息记录材料, 2024, 25(8): 86-89.
  - [11] 周虎. 一种基于 JWT 认证 token 刷新机制研究[J]. 软件工程, 2019, 22(12): 18-20.
  - [12] 李艳, 马俊. 基于多特征融合的人体运动姿态信息捕捉方法[J/OL]. 吉林大学学报(工学版), 2025: 1-8. <https://doi.org/10.13229/j.cnki.jdxbgxb.20240955>, 2025-11-03.
  - [13] 薛晓铭. 基于 AES 算法的数据安全传输加密与解密方法研究[J]. 电脑与电信, 2025(4): 43-46.
  - [14] 李子俊, 曹艳林. 健康医疗大数据视阈下匿名化处理标准立法挑战及优化路径研究[J]. 卫生法学, 2025, 33(5): 12-20.
  - [15] Paszke, A., Gross, S., Massa, F., et al. (2019) PyTorch: An Imperative Style, High-Performance Deep Learning Library. *Advances in Neural Information Processing Systems 32 (NeurIPS 2019)*, Vancouver, 8-14 December 2019, B8024-8035.
  - [16] Han, S., Pool, J., Tran, J., et al. (2015) Learning Both Weights and Connections for Efficient Neural Networks. *Advances in Neural Information Processing Systems 28 (NeurIPS 2015)*, Montreal, 7-12 December 2015, 1135-1143.