

基于推荐算法的能力验证公共服务平台建设

付冠霖¹, 谭敏清^{2*}, 周希昱², 胡伟建³

- (1. 东北大学软件学院, 沈阳 110819;
2. 国家市场监督管理总局信息中心, 北京 100088;
3. 南京朗赢信息技术有限公司, 南京 210046)

摘要: **目的** 基于推荐算法建设能力验证公共服务平台。**方法** 利用大数据和人工智能相关技术, 通过对历年能力验证数据进行预处理后, 建立提供者和参加者的供需匹配的推荐算法模型并进行训练, 在训练达到要求后, 在能力验证核心业务流程中验证本算法推荐准确度。深入挖掘能力验证领域各方需求, 整合能力验证领域各方资源, 使用统一的数据规范, 统一的业务流程, 统一的业务描述方法建设全国性的能力验证公共服务平台。**结果** 通过使用推荐算法模型, 在平台开展能力验证业务的提供者和参加者的供需匹配, 较未使用算法的其他平台有较好的拟合度。**结论** 基于推荐算法的能力验证公共服务平台的建设提高了能力验证行业的信息化和智能化水平, 有助于改善行业供求关系, 一定程度上促进了能力验证提供者的技术水平与服务质量提升。

关键词: 能力验证; 公共服务平台; 人工智能

Construction of capability verification public service platform based on algorithm optimization

FU Guan-Lin¹, TAN Min-Qing^{2*}, ZHOU Xi-Yu², HU Wei-Jian³

- (1. Software Collage of Northeastern University, Shenyang 110819, China;
2. State Administration of Market Regulation Information Center, Beijing 100088, China;
3. Nanjing Long-win Information Technology Co., Ltd., Nanjing 210046, China)

ABSTRACT: Objective To build capability verification public service platform based on the proposed recommendation algorithm. **Methods** Using big data and artificial intelligence related technologies, after the preprocessing of the ability verification data over the years, the recommendation algorithm model of the supply and demand matching between the provider and the participant is established and trained. After the training meets the requirements, the recommendation accuracy of the algorithm is verified in the core business process of the ability verification. Further explore the needs of all parties in the field of capability verification, integrate the resources of all parties in the field of capability verification, and build a national public service platform for capability verification by using unified data specification, unified business process and unified business description method. **Results** By using this algorithm model, the supply and demand matching of the providers and participants in the capability verification service on the platform has a better fit than other platforms without using the algorithm. **Conclusion** The construction of the public service platform for capability verification based on recommendation algorithm

基金项目: 市场监管总局科技计划项目(2021MK145)

Fund: Supported by the Science and Technology Program Project of the State Administration for Market Regulation (2021MK145)

*通信作者: 谭敏清, 硕士, 高级工程师, 主要研究方向为检验检测认证行业信息化建设与管理。E-mail: tmq@vip.sina.com

*Corresponding author: TAN Min-Qing, Master, Senior Engineer, State Administration of Market Regulation Information Center, No.9, Madian East Road, Haidian District, Beijing 100088, China. E-mail: tmq@vip.sina.com

improves the informatization and intelligence level of the capability verification industry, helps to improve the supply and demand relationship of the industry, and to some extent promotes the technical level and service quality of the capability verification providers.

KEY WORDS: proficiency testing; public service platform; artificial intelligence

0 引言

随着经济全球化不断推进与国际贸易量的持续增长,各国对产品、服务的质量要求也越来越高。能力验证(proficiency testing, PT)作为一种国际通用的合格评定活动,不仅可为合格评定机构从事特定的检测、校准和检验活动的的能力提供客观证据,识别合格评定机构管理和技术能力可能存在的问题和风险,也是认可机构加入和维持国际相互承认协议的必要条件之一^[1]。

20 世纪 40 年代至 21 世纪初,能力验证作为一种质量控制措施开始崭露头角^[2-7]。各个国家和地区都有相关的组织或认可机构负责相关领域能力验证工作的管理。在美国为主要代表的北美地区,能力验证已经发展成为确保实验室和测试机构技术能力的重要手段。美国国家标准与技术研究院通过其技术评估计划提供了广泛的能力验证项目,覆盖了各个领域的测试方法和分析技术^[8]。美国环境保护署也发布了一系列的能力验证指南和要求文件^[9],以确保实验室在环境监测和分析领域的准确性和可靠性。为推动能力验证在各个国家和地区的发展,众多国际权威机构均在一定范围内加强能力验证工作,提供能力验证计划便于相关组织的成员参加,比如国际实验室认可合作组织、欧洲实验室认可合作组织、亚太实验室认可合作组织和澳大利亚国家检测机构协会等^[10-11]。在我国,虽然一些行业很早就开展了行业内实验室间比对的活动,但真正能够成为符合国际要求的能力验证工作只有很短的历史^[12-14],且能力验证整体发展依旧比较缓慢^[15]。

目前我国尚缺乏官方统一的信息化管理与服务平台^[15],国内已有 110 多家机构获得能力验证提供者认可资质,但只有少数机构建立了各自独立的能力验证业务信息系统,数据分散,标准不一、业务流程也不统一,未能有效整合利用以及用于行业监管。随着经济发展,需要开展能力验证活动的领域和参数越来越多,能力验证活动频次

越来越高,因此本文提出建设统一的能力验证公共服务平台,该平台包含全国能力验证活动统一收集与发布以及基于推荐算法与深度学习的功能优化,可以通过数字化、智能化系统提高生产效率,进一步规范能力验证技术机构,为更好的发展和管理我国检验检测能力验证工作提供技术参考。

1 建设方法

1.1 能力验证公共服务平台建设

本研究于 2023 年初对 2019—2022 年度能力验证活动情况进行了调研和分析^[15],主要包括行业主管部门组织的能力验证活动情况、能力验证提供者(proficiency testing provider, PTP)自主开展能力验证活动情况以及能力验证供需情况分析,通过调研发现了目前能力验证存在的部分问题:(1) 能力验证行业整体信息化水平低下;(2) 能力验证活动没有统一的数据标准与业务流程,数据分散、利用不充分;(3) 能力验证活动各相关方之间的沟通方式单一、低效,能力验证活动供需不匹配;(4) PTP 各自为战,不利于能力验证业务的发展。

针对上述存在的问题,结合现有能力验证工作与信息化发展情况,为推进能力验证工作适应新形势的发展需要,建立全国统一的能力验证公共服务信息平台非常关键。由行业主管部门与认可机构共同建立全国统一的能力验证信息平台,利用云计算、大数据、区块链等新技术,按照统一的数据规范,制定统一的业务流程,形成统一的能力验证业务描述方法,将全国的能力验证各方面信息进行统一收集与发布,服务于能力验证各相关方,可以为能力验证活动提供充分的支持和帮助。通过公开技术报告、分享成功案例和技术经验,提供作业指导和技术培训等服务,帮助检测机构发现问题、改进流程、提高检测能力水平。表 1 为公共服务平台 PTP 端功能,表 2 为参加者端功能,表 3 为组织者端功能。

表 1 PTP 端功能设计
Table 1 PTP side function design

一级功能需求	二级功能需求	功能需求详述
主页	整体统计、历年活动情况、地域分布概况、计划合格分析、领域排名	可视化看板展示提供者整体和细分维度信息
注册	上传证明,平台审核;自助注册	支持机构注册和审核
登录	登录	支持机构登录系统
需求申报	验证项目征集	提供者按要求可申报年度项目

参加者意向需求查询分析	需求查看、需求反馈	提供者根据供需匹配算法模型的推荐, 可查看参加者提交的意向需求并进行反馈
计划项目	能力验证计划	能力验证计划创建、导入、修改、删除、列表
计划项目	模板配置	模板添加、查看、修改、删除
订单管理	订单中心	订单导出、查看; 置为已/未缴费; 已/未寄送; 未缴费发样
订单管理	取消订单审批	取消、查看、删除审批
样品管理	样品中心	样品添加、修改、清零
样品管理	发样管理	样品发放; 查看样品; 查看确认表; 查询快递; 上报入口设置
样品管理	质控样品	
满意及反馈	满意度统计	查看调查表; 调查表导出
个人中心	基本信息; 修改密码	管理个人基础信息和密码信息
帮助及其他	帮助中心; 帮助中心管理	用户可查看系统操作手册和日常问题解答
留言管理	留言回复; 留言查看; 留言删除	支持用户对提供者进行留言
实验室名录	导入实验室; 导出实验室; 实验室列表; 修改实验室信息	支持提供者对实验室的基本信息进行导入导出和维护
结算管理	线下/网银	查看系统的结算信息
系统管理	用户管理; 角色管理; 组织管理	对系统进行基本管理
数据分析	结果分析	结果分析查看; 导出上报结果; 上传中期结果; 上传证书附件
统计分析	计划统计、结果统计、参加者统计	统计查看活动相关信息

表 2 参加者端功能设计
Table 2 Participant-side functional design

一级功能需求	二级功能需求	功能需求详述
主页	活动概况信息、提供者统计、结果合格信息	针对整个参加者
注册	注册	关联后台机构信息
登录	登录	支持登录系统
需求申报	需求提交	提交给组织者
发布能力验证需求	需求录入、需求发布	参加者发布需求给提供者
计划查询与报名	提交报名	针对未缴费的参加者, 根据算法匹配模型进行计划推荐
计划查询报名	订单管理	订单查询; 缴费凭证上传
已报名计划管理	样品确认、结果上报	收样确认; 能力验证计划详情查看; 结果上报
评价管理	发布评价; 查看评价	参加者可对已参加的计划进行评价
帮助及其他	帮助中心	用户可查看系统操作手册和日常问题解答
个人中心	基本信息; 修改密码	管理个人基础信息和密码信息
个人中心	邮寄地址; 发票信息	管理地址信息和发票信息
留言管理	新增留言	关联计划与提供者
留言管理	留言查看; 留言删除	查看和管理参加者提交的留言信息
满意度反馈	满意度填写	批量填写
满意度反馈	查看调查表	查看已提交的调查表信息
系统管理	用户管理; 角色管理; 组织管理	对系统进行基本管理
统计分析	统计分析	数据看板
档案调查	提供者档案	查看往来提供者的档案信息

表3 组织者端功能设计
Table 3 Functional design on the organizer's side

一级功能需求	二级功能需求	功能需求详述
登录	登录	组织者登录业务后台
主页	基础信息、征集需求、征集项目、报名情况、结果信息	展示组织者各维度的统计信息
发布需求征集	新增征集、查看征集	录入和发布本年度的需求征集信息
发布项目征集	新增征集、查看征集	录入和发布本年度的项目征集信息
查看需求征集情况	需求征集导出	查看并导出已提交的征集
查看项目征集情况	项目征集导出	查看并导出已提交的征集
发布任务计划	新增任务计划	门户展现对应征集通知
发布任务计划	结构化子任务分解	提供者端呈现
查看报名情况	查询应报名机构	对比应报数据库并支持筛选查看
查看报名情况	查询已报名机构	支持查看已报名的机构
查看报名情况	查询未报名机构	支持查看未报名的机构
查看能力验证结果	查看结果详情、下载	组织者可查看组织计划的评价结果信息和下载承担者的报告
业务档案	提供者档案、参加者档案	业务往来的相关方计划信息
个人中心	基础信息、密码修改	组织者修改个人相关信息

1.2 能力验证公共服务平台的推荐算法研究

1.2.1 能力验证活动推荐模块算法

信息技术的发展为能力验证业务数字化、智慧化转型提供了技术基础,随着社会和经济水平的提高,能力验证活动呈现多样化、高频化趋势。随着能力验证计划数量增多,以及检验检测机构的快速发展和能力验证频次需求,如何在短暂的报名时效内根据检测机构的自身条件,从众多的能力验证计划中选取最适合本机构的能力计划,提高生产效率和降低经济成本,是需要解决的问题,也是提升能力验证智慧化水平的重要因素。本研究提出一种能力验证计划的报名推荐算法,该算法通过对参加者需求和提供者的供给情况进行匹配分析,当参加者需求和提供者能力匹配度较高时,组织或建议匹配度较高的能力验证提供者周期性开展对应的能力验证活动,提升能力验证活动的实施效率。

该算法包括基于用户的协同过滤推荐算法和基于地理信息系统(geographic information system, GIS)的GIS地理信息技术与领域频次规范的遗传算法。先通过协同过滤推荐算法将初次筛选的 m 个能力验证计划推荐给用户;然后通过遗传算法进行二次筛选,推荐最佳能力验证计划推荐给用户;其中协同过滤推荐算法的输出值 ρ ,是遗传算法计算过程中一个输入参数,其中 ρ 为用户对能力验证计划的感兴趣程度。

(1)针对上述基于用户的协同过滤推荐算法

首先,计算目标推荐用户 μ 与相似用户 ν 对能力验证计划的感兴趣程度 ρ ,再计算两者的相似度 $\omega_{\mu\nu}$,列出相

似用户表,根据相似用户表,向目标推荐用户 μ 推荐最相似的 K 个用户;然后计算目标推荐用户 μ 与这 K 个用户感兴趣的能力验证计划集合 $I_n, n \in \{1, 2, \dots, N\}$ 之间的感兴趣程度集合 ρ_n ,根据 ρ 值从大到小对 I_n 中的元素进行排序,取前 m 个能力验证计划推荐给用户 μ 。通过公式(1)计算目标推荐用户 μ 对能力验证计划 i 的感兴趣程度 ρ :

$$\rho(\mu, i) = \sum_{\nu \in S(\mu, K) \cap M(i)} \omega_{\mu\nu} R_{\nu i} \quad (1)$$

其中 $S(\mu, K)$ 代表与目标推荐用户 μ 最相似的 K 个用户, $M(i)$ 代表对能力验证计划 i 感兴趣的用户集合, $\omega_{\mu\nu}$ 代表用户 μ 与用户 ν 之间的相似度, $R_{\nu i}$ 代表用户 ν 的对能力验证计划 i 的兴趣。针对参加者之间的相似度,采用公式(2)进行计算:

$$\omega_{\mu\nu} = \frac{\sum_{i \in N(\mu) \cap N(\nu)} \frac{1}{\log(1 + |N(i)|)}}{\sqrt{|N(\mu)| |N(\nu)|}} \quad (2)$$

其中 $\omega_{\mu\nu}$ 代表用户 μ 与用户 ν 之间的相似度, i 为用户 μ 与用户 ν 共同感兴趣的某项能力验证计划, $N(i)$ 代表用户 μ 、用户 ν 共同感兴趣的能力验证计划集合, $N(\mu)$ 与 $N(\nu)$ 分别为用户 μ 、用户 ν 感兴趣的能力验证计划集合。

(2)基于GIS地理信息技术与领域频次规范的遗传算法
步骤1: 随机产生初代种群并编码

随机定义数值 θ_{1i} 、 θ_{2i} 、 θ_{3i} , 进行浮点数二进制编码处理后, 分割, 构建随机生成的初代种群如公式(3):

$$Y_0 = \{y_i(\theta_{1i}, \theta_{2i}, \theta_{3i}) | i \in [1, n]\} \quad (3)$$

其中 θ_{1i} 为目标推荐用户对能力验证计划 i 感兴趣程度的权重、 θ_{2i} 为能力验证计划 i 与目标推荐用户地理位置的相对位移权重、 θ_{3i} 为能力验证计划 i 与目标推荐用户剩余领域频次要求权重; y_i 为能力验证计划 i 随机生成的种群个体, n 为种群个体个数;

步骤2: 以真实点击搜索数 φ 的损失函数 $Loss(\varphi, \gamma)$ 作为个体适应值指标, 对步骤一中初代种群 Y_0 进行适应值筛选处理, 删除适应度低的个体; 其中的损失函数 $Loss(\varphi, \gamma)$ 如公式(4):

$$Loss(\varphi, \gamma)_{i_0} = -\sum_{x=1}^p \varphi_x \log \gamma_x \quad (4)$$

其中 γ 为部族中解码权重后加权计算的估计点击搜索数, γ_x 为种群中任一部族的估计点击搜索数, p 为部族个数, φ_x 是部族 x 的真实点击搜索数; 其中将种群进行划分, 划分为 p 个部族。

步骤3: 对步骤二获得的剩余个体, 进行遗传操作, 包括复制操作、交叉操作、变异操作来产生子代, 能够保留优秀个体基础上增加多样性, 提高获得最优适应值的概率;

步骤4: 重复执行步骤二筛选、步骤三遗传操作, 直至所有子代的平均适应值达到设定的阈值, 停止遗传, 选取适应度最高子代 y_x , 提取其比重数值, 作为最优适应值, 进行二进制反解码, 得到 $\theta_{1x}, \theta_{2x}, \theta_{3x}$;

步骤5: 将步骤四得到的感兴趣程度权重、GIS 地理因素权重以及领域频次规范权重进行加权计算, 得到推荐程度如公式(5):

$$M = \theta_{1x} \rho + \theta_{2x} m_3 + \theta_{3x} m_4 \quad (5)$$

根据推荐程度 M 进行排序推荐; 其中 m_3, m_4 分别为目标推荐用户的地理位置相对位移、剩余领域频次要求。

1.2.2 监管预测模块算法

目前国内获得能力验证提供者认可资质的机构大多没有支撑能力验证业务运作的信息平台, 且相当一部分材料需要手动填写, 效率低且容易出错。而已建立能力验证业务信息系统的机构, 业务流程不统一, 数据标准不统一, 数据分散存储, 未得到有效整合利用。

随着经济和社会的发展, 需要开展能力验证活动的领域和参数越来越多, 能力验证活动频次越来越高, 当前的能力验证形式难以满足日益增长的社会需要。除通过信息化提高生产效率外, 能力验证结果证书和报告是否可信、行业主管部门的监管和统计分析要求, 都已成为不可忽略、亟需解决的问题。因此, 提供一种方案, 建立统一的标准, 提升能力验证结果数据的应用价值和能力验证结果证书的公信力, 完善能力验证的监管是很有必要的。为了解决以上技术问题, 监管预测模块对能力验证提供者评级时, 采用文本卷积神经网络模型算法, 随机设定卷积核做正向传

播计算, 通过反向传播计算进行逆向验证, 以不同评级概率与设定的评级概率阈值为指标, 进行重复正向传播计算、反向传播计算, 直到不低于设定的评级概率阈值后, 结束计算, 根据获得的实际评级概率, 确定评级级别, 完成计算; 其中所述正向传播的计算步骤:

构建 X 为 $m_1 \times m_2$ 阶的指标矩阵, 其中 m_1, m_2 分别为参与评价者数据条目数、指标维度; 设定 K 为随机定义的 $n_1 \times n_2$ 阶卷积核矩阵, K_{rot} 为 K 旋转 180° 得到; 其中 K 阶数小于 X 阶数;

在卷积神经网络中, 假定输入层第 $l-1$ 层, 指标矩阵作为特征输入矩阵 $X^{(l-1)}(m_1 \times m_2)$, 卷积核对应为 $K^{(l)}(n_1 \times n_2)$, 二者进行卷积运算并加入偏置单元 $B^{(l)}$ 得到特征输出 $Z^{(l)}((m_1 - n_1 + 1) \times (m_2 - n_2 + 1))$, 计算如公式(6)~(7):

$$Z_{u,v}^{(l)} = \sum_{i=-\infty}^{\infty} \sum_{j=-\infty}^{\infty} (X_{i+u, j+v}^{(l-1)} \cdot K_{rot, i, j}^{(l)} \cdot \chi(i, j) + B^{(l)}) \quad (6)$$

$$\chi(i, j) = \begin{cases} 1, & 0 \leq i, j \leq n_1, n_2 \\ 0, & \text{others} \end{cases} \quad (7)$$

对特征输出后, 进行激活函数计算得到 $A^{(l)}$, 根据指标维度输入得到不同评级, 获得多分类目标, 得到不同评级概率 $A_{u,v}^{(l)}$, 计算如公式(8):

$$A_{u,v}^{(l)} = \text{sig mod}(Z_{u,v}^{(l)}) \quad (8)$$

作为改进, 其中, 所述反向传播计算是通过在卷积神经网络中引入反向传播进行梯度下降更新权重, 通过计算每一层的 δ 误差, 推算对应层的参数导数, 进行梯度下降更新卷积核的方法, 具体计算步骤为:

$Z^{(l)}$ 为当前层未激活输出, $\delta^{(l)}(x, y)$ 表示第 l 层坐标为 (x, y) 处的损失函数对于 $Z^{(l)}$ 的导数, 即 δ 误差;

假设已知第 $l+1$ 层 δ 误差, 根据链式求导公式(9)可得:

$$\delta^{(l)}(x+y) = \sum_{x'} \sum_{y'} \delta^{(l+1)}(x', y') \frac{\partial Z^{(l+1)}(x', y')}{\partial Z^{(l)}(x, y)} \quad (9)$$

结合前向传播关系式如公式(10):

$$\delta^{(l)} = \delta^{(l+1)} \cdot K_{rot}^{(l+1)} \cdot A^{(l)} \quad (10)$$

根据第 l 层误差, 求得该层参数误差的导数如公式(11)~(12):

$$\frac{\partial C}{\partial K^{(l)}} = \delta^{(l)} \cdot A^{(l-1)} \quad (11)$$

$$\frac{\partial C}{\partial B^{(l)}} = \sum_x \sum_y \delta^{(l)} \quad (12)$$

从上述公式求得全部 batch 数据导数之和, 根据梯度下降公式(13)~(14)进行参数 K, B 更新, 直至完成迭代, 其中 η 为学习率,

$$K^{(l)}=K^{(l)}-\frac{\eta}{batch_size}\sum\frac{\partial C}{\partial K^{(l)}}\tag{13}$$

$$B^{(l)}=B^{(l)}-\frac{\eta}{batch_size}\sum\frac{\partial C}{\partial B^{(l)}}\tag{14}$$

2 结果与分析

针对能力验证推荐模块中的基于 GIS 地理信息技术与领域频次规范的遗传算法，收集了近 4 年能力验证活动评价情况进行回归预测。为求解 GIS 地理信息技术与领域频次规范对于所推荐活动集合的权重，引入了遗传算法进行计算。图 1 中，分别获取不同迭代数的批次与适应度关系，明显反应出随迭代次数增加，种群主体适应度分布由原本 80%至 90%区间内汇集分布提升为集中到 98%汇集分布，产生较大准确度提升，且增加预测细粒度。实验结果表示，当 GIS 地理信息技术取参加者与提供者相对直线距离(除新疆、西藏等极端偏离值)；领域频次规范取参加者当前剩余要求参加频次时，由近 4 年历史数据求得， θ_{1x} ， θ_{2x} ， θ_{3x} 分别为 0.619，0.355，0.083。

对于本研究中参数交叉概率与变异概率敏感性分析，

由表 4 可知，随交叉概率提升，交叉概率收敛于 85%，当交叉概率大于 85%时适应度收敛减缓；而变异概率波动性较大，当提高变异概率时，预测值随机性加强鲁棒性降低，变异概率过小时易陷入局部最优解。

表 4 交叉变异概率参数敏感性分析
Table 4 Sensitivity analysis of crossover and mutation probability parameters

实验编号	交叉概率/%	变异概率/%	适应度/%
1	95	0.5	98.4624
2	90	0.5	98.5038
3	85	0.5	98.5076
4	80	0.5	97.505
5	75	0.5	96.4726
6	70	0.5	95.4412
7	65	0.5	93.3713
8	85	1.0	96.5124
9	85	1.5	98.768
10	85	2.0	97.0064
11	85	0.2	85.7295

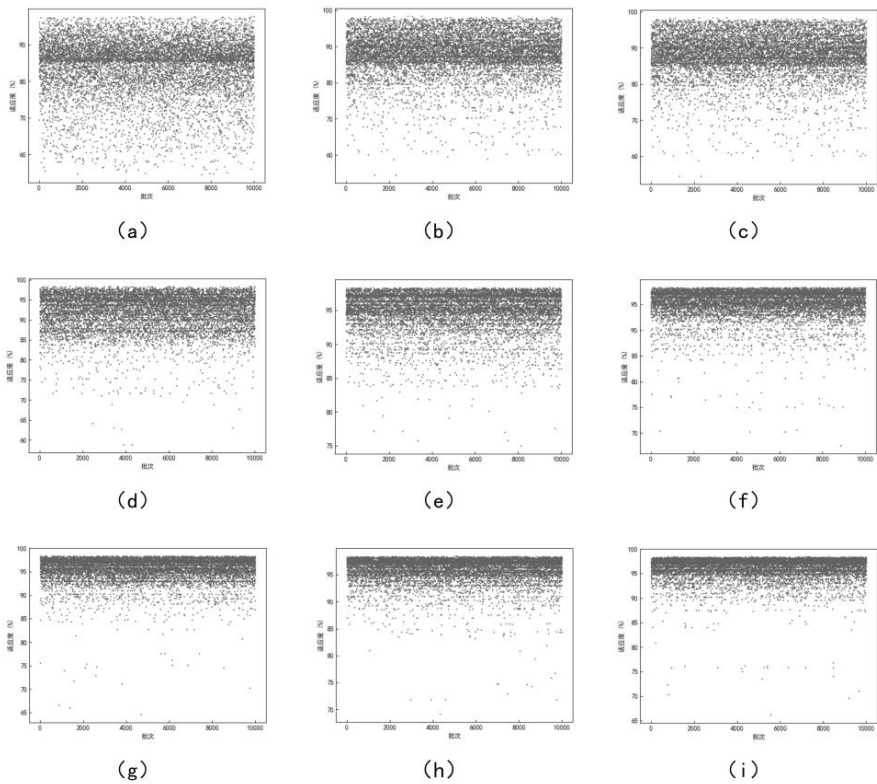


图 1 批次与适应度散点分布图

Fig.1 Scatter plot of batch versus fitness

通过需求分析提出的各平台功能需求、系统设计，结
合提出的推荐算法，成功建立了能力验证公共服务平台，
实现了能力验证业务流程从计划创建报名、样品发放确认、

结果数据上报和结果评价的信息化、提供者和参加者供需匹配的智能化。系统支持同时 500 人在线操作,单个页面的最大处理时间不超过 5 s,满足 7×24 小时不间断运行,平均运行故障率低于 0.05%。对全国 110 多家 PTP 机构和潜在的几万家实验室开展和参加能力验证计划,提供了有效支撑。

提供者和参加者的供需匹配算法模型极大提高了相关方对接准确度和及时性,能力验证相关方通过本能力验证公共服务平台对提供者的能力验证计划创建、样品发放和结果评价等核心业务流程除对能力验证活动的全周期信息化处理外,对提供者的能力范围和参加者的最新需求都可以高质量的通过算法匹配,对未来能力验证计划的组织和开展范围和反向提供指导。

3 结 论

通过基于本研究提出的推荐算法,完成了全国统一的能力验证公共服务平台的建设,为能力验证业务各相关方提供了一个集中管理、数据共享和资源整合的平台,更容易实施、监督和协调能力验证活动。同时,推荐算法的提出,为能力验证业务供求关系的进一步提升提供了一定技术保障,可有效实现能力验证活动的对接与开展。平台的建设能够满足多方需求,包括合格评定机构、检测实验室、监管部门和其他利益相关方,这有助于提高能力验证行业整体的工作效率和质量水平。

建设全国统一的能力验证公共服务平台是能力验证领域的创新,为提高能力验证的质量和有效性提供了关键基础设施。然而,这一领域还在不断的发展和完善,以满足日益增长的需求和不断变化的技术和市场环境。这需要政府、行业机构、合格评定机构和其他利益相关方的共同努力,以确保能力验证平台的可持续运营。

参考文献

- [1] 中国合格评定国家认可委员会. 能力验证简介[EB/OL]. [2013-01-01]. <https://www.cnas.org.cn/fwzl/nlyzzl/nlyzjj/2-013/01/723096.shtml> [2023-11-15].
- [2] BELK WP, SUNDERMAN FW. A survey of the accuracy of chemical analyses in clinical laboratories [J]. *Am. J. Clin. Pathol.*, 1947, 17(11): 853-861.
- [3] SUNDERMAN FW. The history of proficiency testing/quality control [J]. *Clin. Chem.*, 1992, 38(7): 1205-1209.
- [4] LAESSIG RH, EHRMEYER SS. Proficiency testing programs-promises, progress, and problems. A 40-year prospective [J]. *Arch. Pathol. Lab. Med.*, 1988, 112(4): 329-333.
- [5] SUNDERMAN FW. Forty-five years of proficiency testing [J]. *Annals Clin. Lab. Sci.*, 1991, 21(2): 143-144.
- [6] STULL TM, HEARN TL, HANCOCK JS, *et al.* Variation in proficiency testing performance by testing site [J]. *J. Am. Med. Assoc.*, 1998, 279(6): 463-467.
- [7] JOHN S. F. William sunderman MD, Ph.D (1898-2003) [J]. *Clin. Chem.*, 2003, 49(7): 1235-1237.
- [8] ROBERTS D. Proficiency testing in the food microbiology laboratory [J]. *Arh Hig Rada Toksikol*, 1999, 50(1):55-65.
- [9] BROOKMAN B, MANN I. Eurachem guide: Selection, use and interpretation of proficiency testing (PT) schemes [Z]. Eurachem, 2021.
- [10] ISO/IEC 17043: 2010 Conformity assessment-General requirements for proficiency testing [Z]. ISO, 2010.
- [11] TSE CEN/TS 15675 Air quality-Measurement of stationary source emissions [Z].
- [12] 宋桂兰. 能力验证工作历史回顾[J]. *中国计量*, 2009, 2: 35-36.
- [13] 唐凌天, 符斌. 实验室能力验证的发展[J]. *中国无机分析化学*, 2013, 3(4): 11-15.
- [14] 贾汝静, 张鹏杰. 改进能力验证相关认可工作的思考[J]. *中国检验检测*, 2022, (6): 99-102.
- [15] 谭敏清, 赵殷瑶, 周希昱, 等. 国内外能力验证信息化现状调查研究[J]. *中国检验检测*, 2023, 31(3): 89-91.

(责任编辑: 吴华)

作者简介



谭敏清, 硕士, 高级工程师, 主要研究方向为检验检测认证行业信息化建设与管理。

E-mail: tmq@vip.sina.com



付冠霖, 主要研究方向为人工智能大模型训练与推理。

E-mail: neu_fgl15242705110@qq.com