

基于知识图谱的大学生就业竞争力动态评估与成长路径推荐方法研究

时星辰, 杨祉贺, 徐 萌, 王 灏

北华大学数学与统计学院, 吉林 吉林

收稿日期: 2026年9月26日; 录用日期: 2026年10月19日; 发布日期: 2026年10月28日

摘 要

目的: 针对高校就业指导中证据分散、岗位能力难转译和建议缺少反馈的问题, 提出知识图谱驱动的动态评估与路径推荐方法。方法: 以证据事件、能力节点、岗位要求和成长任务为对象, 规定字段、值域、版本和审核状态; 采用MacBERT-CRF抽取实体, 利用SimCSE归并同义表达, 以TransR表示图关系, 通过时间衰减评分、混合匹配和约束束搜索生成差距诊断与任务序列; 关键建议实行双教师复核、第三人裁决及申诉回写。结果: 面向两专业构建原型系统, 实现标准化、画像更新、岗位匹配和证据回写。结论: 该方法将判断依据、能力缺口、成长任务和复核责任纳入闭环, 支持可追溯、可解释、可申诉的就业指导。

关键词

就业竞争力, 知识图谱, 动态评估, 成长路径, 创新教育

Knowledge Graph-Based Dynamic Assessment of University Students' Employability and Growth Path Recommendation

Xingchen Shi, Zhihe Yang, Meng Xu, Hao Wang

School of Mathematics and Statistics, Beihua University, Jilin Jilin

Received: September 26, 2026; accepted: October 19, 2026; published: October 28, 2026

Abstract

Objective: This study addresses fragmented student evidence, weak job translation, and guidance

文章引用: 时星辰, 杨祉贺, 徐萌, 王灏. 基于知识图谱的大学生就业竞争力动态评估与成长路径推荐方法研究[J]. 应用数学进展, 2026, 15(10): 298-304. DOI: 10.12677/aam.2026.1510415

without feedback. Methods: Evidence events, competency nodes, job requirements, and growth tasks are defined by fields, values, versions, and review states. MacBERT-CRF extracts job entities, SimCSE normalizes synonyms, and TransR represents graph relations. Time-decayed scoring, hybrid matching, and constrained beam search generate gap diagnoses and task sequences. Low-confidence mappings and high-impact recommendations undergo review by two teachers, adjudication, and appeal-based versioning. Results: Developing a prototype system for Data Science and Big Data Technology and Statistics supports standardization, profile updates, diagnosis, recommendation, and feedback. Conclusion: The method forms a traceable and contestable guidance loop.

Keywords

Employability, Knowledge Graph, Dynamic Assessment, Growth Path, Innovative Education

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. 引言

大学生就业竞争力并非毕业前短期训练即可完成,而是在课程学习、项目实践、社会体验、职业探索和自我反思中逐步形成的综合能力。既有研究认为,就业能力包含知识、技能、态度、适应性和职业身份等多重因素[1]-[4],其形成过程与高等教育中的能力培养、实践机会和个体主动性密切相关。随着岗位要求持续变化,传统以简历修改、招聘信息发布和面试技巧辅导为主的方式,已难以及时回答:当前能力结构如何,目标岗位需要哪些准备,已有经历能证明什么,下一步应优先完成哪些任务。

岗位文本、课程记录、实践作品和证书材料提供了更丰富的证据来源。相关研究表明,岗位文本中隐含着技能、知识、行业语境和组织需求,可用于识别职业能力要求[5]。知识图谱能够以实体、关系和语义约束组织复杂信息,适合表达学生能力、课程资源、岗位要求和成长任务之间的关联[6] [7]。因此,将知识图谱引入就业竞争力评价,不只是工具更新,更是指导逻辑转变:从静态判断转向动态画像,从经验匹配转向语义解释,从笼统建议转向可执行路径。

现有研究存在材料难入图、排序不解释弥补方式、推荐缺少复核三项断裂。本文建立抽取、评估、路径和复核路线,区分三类缺口。

2. 理论基础与研究定位

2.1. 就业竞争力与教育技能图谱

就业竞争力通常被理解为个体获得、保持并发展职业机会的综合能力。Harvey 将就业能力置于高等教育质量和学生发展之间讨论,强调其不能被简化为毕业去向本身[3]; Fugate 等从心理社会构念角度说明,就业能力同时包含职业身份、个人适应性和社会资本等因素[4]。国内研究也从培养机制和能力结构讨论了这一问题[1] [2] [8]。这些研究提示,高校不能只在毕业环节判断学生是否“适合就业”,而应关注其能力成长过程。

2.2. 人力资源科技、人才画像与职业推荐

教育技术研究以知识图谱组织课程、知识点和学习资源,并逐步用于学习诊断与路径推荐[9];其优势是表达先修关系和学习顺序,但通常以课程掌握度为目标,较少接入项目产出、实习评价及随时间变

化的岗位版本。技能图谱能够统一术语层级，却仍需回答能力判断由何种证据支持。

人力资源科技关注招聘文本技能抽取[5]、可解释人岗匹配[10]和知识图谱推荐[11]。这类方法提高了岗位排序精度，但人才画像常由简历标签直接推断，难以区分“没有能力”和“没有证据”。大语言模型用于招聘图理解[12]后，又引入幻觉、隐私和群体偏差风险，相关公平研究要求披露特征、误差、人工干预与申诉渠道[13]。

2.3. 研究比较与本文定位

与相关研究相比，教育图谱重内容组织，人岗匹配重适合度，职业推荐重岗位排序，三者均缺少“判断依据 - 缺口类型 - 成长任务 - 结果回写 - 人工复核”的连续机制。本文以证据事件构造人才画像，岗位版本变化触发重新计算，任务完成生成新证据；系统只给出候选判断，高影响建议由教师确认。研究贡献不在于增加单一匹配分数，而在于把判断理由、弥补路径和责任主体置于同一可审计结构。

3. 方法框架

3.1. 核心概念与数据规格

能力画像以课程记录、项目作品、竞赛经历、实习评价和证书材料等成长证据为基础。平台先将原始材料转化为标准化证据事件，记录主体、时间、能力指向、来源、审核状态和解释说明，保证可追溯。

能力结构应结合培养方案、专业特点和行业语境调整。证据进入画像前需审核真实性和关联性；自填材料应补充作品、证明或教师评价，证书与实习评价保留来源和审核痕迹，避免“有记录即有能力”。画像更新兼顾近期表现与长期实践价值。

证据事件是能力判断的最小版本记录，回答“谁、何时、以何材料、证明何种能力、由谁审核”。能力节点包含名称、层级、同义词、行为和证据门槛；岗位要求按来源与发布日期存版；成长任务记录前置条件、增益、工作量、资源和可核验产出。四类对象通过学生 - 证据 - 能力 - 岗位 - 任务连接，规格见表 1。

Table 1. Core object specifications
表 1. 核心对象数据规格

对象	必填字段	类型与值域	校验及版本规则
证据事件	event_id、student_id、occurred_at、source_hash、ability_id、score、confidence、status、version	标识符；日期；枚举；数值取零至一	哈希去重；来源可追溯；旧版只读
能力节点	ability_id、name、parent_id、synonyms、behavior、threshold	标识符；字符串；集合；门槛取零至一	名称唯一；层级无环；保留映射
岗位要求	job_id、job_version、ability_id、level、necessity	标识符；数值；枚举	同日去重；强度取零至一；版本不覆盖
成长任务	task_id、gain、prerequisite、workload、artifact	标识符；集合；非负数	依赖无环；产出可核验

3.2. 标准化流程与人工复核

标准化流程依次为授权、文件解析、去标识、字段映射、实体抽取、同义归并、规则校验、人工复核和发布。课程材料读取课程代码、考核方式和成绩；项目材料提取角色、任务、产出与教师评价；岗位文

本保存来源网址、发布日期、抓取日期和文本哈希。日期字段采用统一化，成绩映射至零至一旦保留原值，文本证据保留最小必要片段，避免脱离语境归因。

系统先执行格式、值域、重复、层级环和时间合法性检查。**confidence** 不低于 0.86 且规则一致者进入自动候选；0.72 至 0.86、一对多映射、层级冲突或高影响建议进入复核队列；低于 0.72 不入图。两名教师独立判断证据真实性、能力相关性和等级，意见一致后发布，分歧由第三人裁决。日志记录原值、新值、理由、人员和时间；学生补充材料或申诉时创建新版本，不覆盖原记录。

4. 动态评估与路径推荐方法

4.1. 实体抽取与联合表示

岗位文本先按 `source_hash` 去重，再切句、删除宣传语并保留职责上下文。**MacBERT-base** 输出字符级语义表示，CRF 按 BIOES 约束标签转移，识别技能、工具、证书、职责、学历和行业六类实体[14]。输入最大长度 256，batch 16，dropout 0.1，AdamW 学习率 2×10^{-5} ，训练 5 轮；样本按招聘来源分组为 8:1:1，防止同源文本跨集合泄漏，验证 F1 连续两轮不升即停。对输入 x 的最优标签序列解码为：

$$y^* = \arg \max_{y \in Y(x)} s(x, y) \quad (1)$$

抽取结果先经专业词典统一缩写和大小写，再由 **SimCSE** 计算候选名称及证据上下文的余弦相似度[15]：不低于 0.86 自动归并，0.72 至 0.86 送审，低于 0.72 保留为不同实体。**TransR** 把实体映射到不同关系空间[16]，用于区分“课程培养”“证据证明”“岗位要求”和“任务提升”；实体维度 128、关系维度 64、间隔 1、正负样本比 1:5，其三元组距离为：

$$f_r(h, t) = \|M_r h + r - M_r t\|_2^2 \quad (2)$$

平台先识别学生证据及能力指向，再识别岗位要求，并从覆盖、证据强度和成长空间解释匹配结果；评估面向岗位情境，不给出脱离目标的通用判断。

4.2. 证据权重与动态能力

设事件 e 的可信度、相关度、表现和时间为 a_e 、 r_e 、 d_e 、 t_e ，当前时点为 t_0 ， $\lambda = \ln 2/365$ ，则证据权重为：

$$q_e = a_e r_e d_e \exp[-\lambda(t_0 - t_e)] \quad (3)$$

对能力 i ， E_i 为审核通过的关联事件， s_{ei} 为标准化表现， $\varepsilon = 10^{-6}$ ，能力得分为：

$$c_i = \frac{\sum_{e \in E_i} q_e s_{ei}}{\sum_{e \in E_i} q_e + \varepsilon} \quad (4)$$

无关联证据时标记“证据不足”；低分且证据充分时才标记“能力缺口”，防止把材料缺失解释为能力不足。

差距诊断区分证据缺口、能力缺口和目标偏差：缺材料先补证，能力不足安排学习实践，目标偏差则澄清职业方向，避免把材料缺失误判为能力不足。

4.3. 岗位匹配与差距诊断

学生 u 与岗位 j 的匹配综合文本余弦 S_{cos} 、**TransR** 图相似度 S_g 和必要能力覆盖率 C_r ：

$$M(u, j) = \alpha S_{cos}(u, j) + (1 - \alpha - \beta) S_g(u, j) + \beta C_r(u, j) \quad (5)$$

其中 S_{cos} 衡量画像文本与岗位语义相似, S_g 衡量图中多跳关系接近程度, C_r 表示必要能力覆盖率。权重满足 α 不小于零、 β 不小于零且 $\alpha + \beta$ 不大于 1; 原型网格取 $\alpha = 0.4$ 、 $\beta = 0.2$, 正式部署须在各专业验证集上校准并存版。差距 $g_i = \max(0, r_{ji} - c_{ui})$, 系统同时输出文本相似、图关系、必要能力覆盖、能力缺口、证据缺口和目标冲突, 避免用单一总分代替诊断。

4.4. 约束成长路径算法

任务构成有向无环图。 g_k 、 v_k 、 z_k 分别表示差距覆盖、迁移价值和可核验性, w_k 、 h_k 分别表示工作量和资源风险, 预算为 B :

$$P^* = \arg \max_P \left\{ \sum_{k \in P} (\eta g_k + \mu v_k + \rho z_k - \gamma w_k - \delta h_k) \right\}, \sum_{k \in P} w_k \leq B \quad (6)$$

五类指标归一化至零至一, 权重为 0.35、0.20、0.15、0.20 和 0.10。算法从满足前置条件的任务开始, 以宽度 20 束搜索逐层扩展, 删除超预算、资源不可用、前置未满足和重复路径; 任务达 5 项或无可扩展节点时停止。系统输出前三条路径及替代任务, 列出对应能力、工作量和证明材料。教师调整后写回理由与版本; 任务完成并审核通过后生成新证据, 触发画像和差距重算。

5. 两专业原型验证

5.1. 原型与验证设置

原型包含数据接入、证据审核、图谱管理、岗位匹配和路径推荐。试点涉及两个专业真实数据: 各 60 名学生、33 门课程、2356 条证据、600 条岗位文本和 12 个能力节点; 对课程 - 能力、实践 - 能力和岗位 - 技能关系开展同义表达、缺失与噪声鲁棒性检验。

实体抽取以人工标注计算精确率、召回率和 F1; 能力匹配以教师复核得分为参照, r 为 Pearson 相关系数, MAE 为归一化得分的平均绝对误差。推荐以人工确认岗位为相关项, $P@5$ 为前 5 项相关比例, $NDCG@5$ 为前 5 项归一化折损累计增益。基线为 TF-IDF 余弦相似度内容匹配, 仅用学生证据和岗位文本, 不用时间衰减、图关系、个体差距或约束路径; 所有方法均在相同的测试集和候选岗位集合上进行比较; 对于置信度较低的关联结果, 由教师进行人工复核。

5.2. 结果分析

表 2 显示, 两个专业实体 F1 均超过 0.90, $P@5$ 与 $NDCG@5$ 均高于基线; 数据科学与大数据技术专业排序质量更高, 统计学专业匹配相关性更强、误差更小。

Table 2. Prototype validation results by major
表 2. 两专业原型验证结果

专业	实体 F1	匹配 r	MAE	$P@5$	$NDCG@5$	基线 $P@5$	基线 $NDCG@5$
数据科学与大数据技术	0.935	0.731	0.061	0.557	0.545	0.423	0.425
统计学	0.912	0.756	0.054	0.477	0.487	0.350	0.449

6. 教育应用

该评估可嵌入大学全过程培养: 学习初期连接课程与职业能力, 发展阶段识别项目实践证据, 毕业阶段围绕目标岗位诊断差距并生成任务; 个性化推荐不得固定学生发展边界。

7. 治理边界

数据须经伦理审查和授权,按专业检查覆盖、错误、人工改写和申诉;若群体间持续出现差异,暂停推荐并复核词表、样本和阈值。教师可查看图谱关系、权重、版本和日志,学生可查看岗位要求、已有证据、主要缺口和任务来源。模型结论不得用于奖惩、排名或就业资格判断。

8. 结论

本文提出基于知识图谱的就业竞争力动态评估与成长路径推荐方法。该方法以学习与实践证据为基础,以岗位图谱为连接载体,以差距诊断和任务推荐为行动转化机制,可为高校就业指导提供可解释、可更新、可协同的思路。与传统静态评价相比,该方法更重视学生成长过程与目标岗位关系,也更强调教师复核、隐私和公平治理,为后续多场景应用奠定基础,增强方法解释力与可操作性。

基金项目

国家级大学生创新创业训练项目(大学生就业竞争力动态评估与成长路径推荐平台-202610201017)。

参考文献

- [1] 鲍威, 刘薇. 高校毕业生可就业能力形成机制的实证研究[J]. 教育发展研究, 2016, 36(1): 48-55.
- [2] 李军凯. 大学生就业能力的结构及影响因素研究[J]. 中国青年研究, 2012(11): 89-92.
- [3] Harvey, L. (2001) Defining and Measuring Employability. *Quality in Higher Education*, 7, 97-109. <https://doi.org/10.1080/13538320120059990>
- [4] Fugate, M., Kinicki, A.J. and Ashforth, B.E. (2004) Employability: A Psycho-Social Construct, Its Dimensions, and Applications. *Journal of Vocational Behavior*, 65, 14-38. <https://doi.org/10.1016/j.jvb.2003.10.005>
- [5] Khaouja, I., Kassou, I. and Ghogho, M. (2021) A Survey on Skill Identification from Online Job Ads. *IEEE Access*, 9, 118134-118153. <https://doi.org/10.1109/access.2021.3106120>
- [6] 李振, 周东岱, 王勇. “人工智能+”视域下的教育知识图谱: 内涵、技术框架与应用研究[J]. 远程教育杂志, 2019, 37(4): 42-53.
- [7] Hogan, A., Blomqvist, E., Cochez, M., et al. (2022) Knowledge Graphs. *ACM Computing Surveys*, 54, 1-37. <https://dl.acm.org/doi/10.1145/3447772>
- [8] 史秋衡, 王芳. 我国大学生就业能力的结构问题及要素调适[J]. 教育研究, 2018, 39(4): 51-61.
- [9] Shi, D., Wang, T., Xing, H. and Xu, H. (2020) A Learning Path Recommendation Model Based on a Multidimensional Knowledge Graph Framework for e-Learning. *Knowledge-Based Systems*, 195, Article ID: 105618. <https://doi.org/10.1016/j.knosys.2020.105618>
- [10] Le, R., Hu, W., Song, Y., Zhang, T., Zhao, D. and Yan, R. (2019) Towards Effective and Interpretable Person-Job Fitting. *Proceedings of the 28th ACM International Conference on Information and Knowledge Management*, Beijing, 3-7 November 2019, 1883-1892. <https://doi.org/10.1145/3357384.3357949>
- [11] Guo, Q., Zhuang, F., Qin, C., Zhu, H., Xie, X., Xiong, H., et al. (2022) A Survey on Knowledge Graph-Based Recommender Systems: A Survey. *IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering*, 34, 3549-3568. <https://doi.org/10.1109/tkde.2020.3028705>
- [12] Wu, L., Qiu, Z., Zheng, Z., Zhu, H. and Chen, E. (2024) Exploring Large Language Model for Graph Data Understanding in Online Job Recommendations. *Proceedings of the AAAI Conference on Artificial Intelligence*, 38, 9178-9186. <https://doi.org/10.1609/aaai.v38i8.28769>
- [13] Albaroudi, E., Mansouri, T. and Alameer, A. (2024) A Comprehensive Review of AI Techniques for Addressing Algorithmic Bias in Job Hiring. *AI*, 5, 383-404. <https://doi.org/10.3390/ai5010019>
- [14] Cui, Y., Che, W., Liu, T., Qin, B., Wang, S. and Hu, G. (2020). Revisiting Pre-Trained Models for Chinese Natural Language Processing. *Findings of the Association for Computational Linguistics: EMNLP 2020*, 16-20 November 2020, 657-668. <https://doi.org/10.18653/v1/2020.findings-emnlp.58>
- [15] Gao, T., Yao, X. and Chen, D. (2021) SimCSE: Simple Contrastive Learning of Sentence Embeddings. *Proceedings of the 2021 Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing*, Punta Cana, 7-11 November 2021, 6894-6910. <https://doi.org/10.18653/v1/2021.emnlp-main.552>

- [16] Lin, Y., Liu, Z., Sun, M., Liu, Y. and Zhu, X. (2015) Learning Entity and Relation Embeddings for Knowledge Graph Completion. *Proceedings of the AAAI Conference on Artificial Intelligence*, **29**, 2181-2187.
<https://doi.org/10.1609/aaai.v29i1.9491>