

联通主义学习中知识生长的演化规律研究

A Study on Evolutionary Law of Knowledge Growth in Connectivist Learning

吴芝健¹, 王志军^{1*}, 崔洁¹

¹ 江南大学江苏“互联网+教育”研究基地

*jnuwzj@jiangnan.edu.cn

【摘要】 联通主义学习理论强调, 学习的目标即是基于创造的知识生长。那么发生在学习者交互过程中的知识生长如何演化发展? 基于此, 本研究以 Change MOOC 课程为情境, 从 396 名学习者的交互行为出发, 以概念节点之间的 10 种关系类型为框架进行主题编码的基础上, 利用认知网络分析探究联通主义情境下知识生长的演化规律。研究发现, 联通主义学习社群表现出明显的去中心化特征; 在十种知识生长行为中“扩展”类行为发挥“桥梁”作用, 以此类行为为核心的路径是知识生长的主路径; 而知识生长过程呈现出由多点积累向多点联通、复杂加工的演化特征。

【关键词】 联通主义; 知识生长; 演化规律; 认知网络分析

Abstract: Connectivist learning theory emphasizes that the goal of learning is the knowledge growth through creation. How does knowledge growth evolve during the process of learners' interaction? Based on this question, this study takes the Change MOOC course as its research context and examines the interaction behaviors of 396 learners. Using the ten types of relationships between conceptual nodes as a framework for thematic coding, cognitive network analysis is employed to explore the evolutionary patterns of knowledge growth in a connectivist learning environment. The study finds that connectivist learning communities exhibit a distinct decentralized structure. Among the ten types of knowledge growth behaviors, "expansion" acts as a bridge, forming the core pathway for knowledge growth. Additionally, the knowledge growth process evolves from multi-point accumulation to multi-point connection and complex processing.

Keywords: connectivism, knowledge growth, evolutionary patterns, cognitive network analysis

1. 引言

随着互联网的快速发展, 人类社会的生存与交互模式悄然从以往的二元空间(物理空间、社会空间)向着三元空间(物理空间、社会空间、信息空间)转变(潘云鹤, 2018)。传统的学习模式正在被颠覆, 人类知识体系呈现出明显的网络化、碎片化、即时化的新特征。联通主义学习理论创始人 Siemens 指出, 基于网络的非正式学习方式已经成为终身学习的重要组成部分(Siemens, 2005a)。未来的学习模式将不再局限于以个体为中心、以知识传递为主的方式, 而是更加注重全球范围内的大规模知识流动与创新。联通主义学习理论认为知识是一种网络现象(Downes, 2012), 这种网络化的知识不仅存在于个体内部的认知结构中, 而且广泛地分布于网络和社会环境中, 通过社群和集体的调动来实现知识的流动与生长。发生在学习者交互过程中的知识生长如何演化发展? 为了解决这一问题, 本研究旨在通过认知网络分析, 聚焦于联通主义学习者的学习行为, 探究联通主义学习情境中知识生长的发展规律, 以期为联通主义学习理论的实践提供借鉴。

2. 文献综述

斯蒂芬·唐斯(2005)认为, “知识是一种网络现象”。学习的目标就是实现知识的持续流动与生长。联通主义学习强调知识创生是在群体智慧的支持下, 通过个体与群体的互动不断涌现并丰富的过程。知识创生本质上是概念网络的动态发展, 即个体和群体知识在社会交互

中的生长和演化。概念网络不仅仅是静态的知识图谱或知识地图，它是一个动态的系统，反映了学习者在参与群体交互时，知识通过深度连接和互动而不断扩展的过程。知识的存在与发展依赖于连接，而概念网络的发展则代表了知识的生长与演化。

研究表明，在联通主义学习情境中，以学习者在学习过程中生成的群智汇聚的学习制品为抓手，以学习者在学习过程中留下的交互数据为依据，概念网络的发展路径可以分为知识制品生成类、主题讨论衍生类、开放问题讨论类以及多样资源关联类（余新宇，2023）。进一步聚焦于知识创生的演变过程，并依据概念节点大小、描述问题的方式和解决问题的层级，可以将概念节点之间的关系可以总结凝练为10种类型，对这10种类型的描述见表1。节点之间的关系同样代表着学习者参与和发展概念网络的方式，也即是学习者推动知识生长的行为类型。与此同时，概念节点在建立链接时，节点之间的关系并非单独发生，两个概念节点之间存在多种关系，例如“经验的分享”和“基于资料的思考”时常与“提问与质疑”同时发生。

表 1 联通主义学习群体协同知识创生概念网络中的概念节点关系类型

| 类型 | 描述 |
|----|---|
| 引用 | 在概念节点中引用已存在的概念节点或相关资源 |
| 推荐 | 在概念节点中对相关资源或其他概念节点进行推荐 |
| 补充 | 对之前概念节点提出的内容进行补充，延续之前概念节点的主题、并加入新内容，或是补充相关经验佐证之前提出的观点，或是对之前提出的观点进行详细解释 |
| 扩展 | 围绕同一主题，从不同角度扩展问题，对原观点横向维度的补充 |
| 引申 | 基于先前认知，从原概念节点解读出新意，找到新的意义和视角，利用事物之间的相互关联来解决问题，对原观点纵向维度上的延续 |
| 提问 | 基于自身理解，对原有概念节点产生疑问或质疑 |
| 反对 | 对原有概念节点表示反对、提出自己的思考和理解 |
| 支持 | 对原有概念节点表示支持 |
| 汇聚 | 对之前多个概念节点的内容进行汇聚、总结 |
| 激发 | 此类关系常见于创新类概念节点的提出，表现为对类似认知模式的识别，激活了头脑中另一组认知模式，进而产出新的观点，表现出跨领域知识的融合应用与重混，可能不属于同一讨论主题 |

在联通主义学习中，学习者通过识别感兴趣的内容参与到概念网络的发展中，利用这10种知识生长行为推动概念网络的动态演化。随着社会网络和深度交互带来群体智慧的汇聚，知识创生的效率显著提高。概念网络的发展呈现出涌现性的特征，新的观点和想法在互动中不断生成、变化并发展，推动知识的持续演化与丰富（余新宇，2023）。

综上所述，本研究将知识生长定义为：个体和群体通过持续的社会交互、协作创新，在动态的网络环境中吸收、反思和创造新知识，从而推动知识在主观认知与客观知识体系中的不断扩展与进化的过程。这一过程不仅涉及个体对知识的理解与运用，还包括知识基于媒介技术在社会网络与学习共同体中的流动、共享和创生。

联通主义学习理论认为我们所学习和掌握的知识，实际上是经验在神经元间的联系中形成的。因此学习过程实质上是大脑神经元间连接的塑造，以及认知网络的构建过程。而认知网络分析法（ENA）能够很好地揭示这一过程。它可以对学习者在交互过程中产生的文本记录进行量化分析，并形成动态网络模型以表征学习者认知元素间的关联结构，并进一步表征学习者的认知特征（王志军等，2019）。例如，王辞晓等人（2023）利用认知网络分析探究了

联通主义情境下学习者协作解决问题过程中的交互规律；杨阳（2021）运用认知网络分析法对联通主义学习者呈现出的能力思维特征进行了整体建模与分析，揭示出联通主义学习者复杂能力和思维的发展过程。可见，认知网络分析法对于探究认知网络的建构过程、揭示联通主义学习中知识生长的规律具有很强的适切性。因此，本研究以联通主义学习群体协同知识创生概念网络中的10种概念节点关系类型作为交互编码框架，并通过认知网络分析对交互过程进行建模，从而探究知识生长的演化规律。

3. 研究设计与实施

3.1. 研究对象

本研究选取 Change MOOC 作为本研究的课程情境，这门课程是两位联通主义学习理论创始人联合开设的国际联通主义课程，是最典型的联通主义学习理论的实践形式。这门课程中生成的“博客文章”和“评论”可以有效反应联通主义情境中学习者交互行为下隐含的知识生长现象，有利于本研究精准把握知识生长的特征和规律。

Change MOOC 共持续了 36 周，鉴于数据量过大，本研究选择了前 10 周中所有参与者（共 396 名）在交互过程中产生的博客文章和论坛评论作为数据来源，这些博客和评论分布在多个平台上，包括课程平台、个人博客空间以及其他社交平台。本研究根据“交互发起人 ID—交互对象 ID—交互内容—交互时间—知识生长类型—评论等级”对数据进行了转录和匿名化处理。

3.2. 主题编码

根据文献综述，本研究根据 4 类概念网络发展的路径收集课程中生成的博客文章和评论数据，并以表 1 所示的概念网络中的概念节点关系类型为框架对这些文本类的交互数据进行主题编码，为进行认知网络分析做好前置工作。对每个参与者在每周的交互数据进行编码后，根据结果统计了各周的知识生长类型基本情况，可视化为图 1，前 10 周整体数据编码结果的统计见表 2。

表 2 前 10 周整体知识生长各类型出现的总频数

| 知识生长类型 | 提问 | 支持 | 反对 | 激发 | 引申 | 补充 | 扩展 | 汇聚 | 引用 | 推荐 |
|--------|-----|-----|----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|
| 总频数 | 565 | 289 | 83 | 239 | 440 | 151 | 1020 | 147 | 628 | 296 |

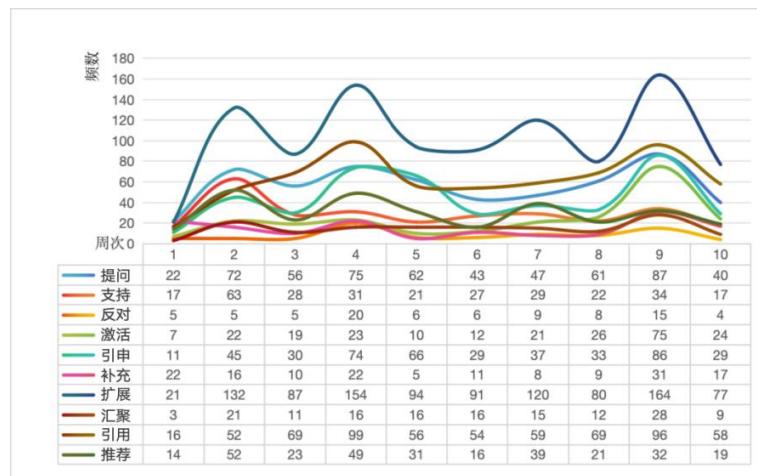


图 1 前 10 周各周知识生长类型的主题编码结果统计

图 1 显示，“扩展”这类知识生长行为在各周的频数都最高，“反对”这类知识生长行为的频数普遍较低；表 2 也显示“扩展”频数最高（1020 次），“反对”频数最低（83 次）。这说明学习者更倾向于基于已有知识从另一个视角展开新的讨论或增加新的信息；且学习者较少直接质疑或挑战他人的观点，而是会通过提问、激发等行为促进他人思考。

整体而言，课程前 10 周的讨论以合作为主，学习者注重分享信息、扩展讨论内容，并在此过程中引用他人的观点支持自己的论点。学习者较少表现出直接反对他人观点的行为，更多地是通过支持、激活和扩展来参与讨论。这种协作性模式促进了联通主义框架下知识的流动，有助于实现知识的分布式生长。从学习心理学的视角来看，这种“和谐”的氛围降低了参与的心理门槛，增强了学习者的参与感和归属感，从而提高了知识流动和生长的效率。

3.3. 认知网络建模

认知网络分析主要分为图 2 所示三个环节：数据编码与统计、分节与邻接向量创建、认知网络降维与建模。接下来将介绍该方法在本研究中的应用与建模结果。

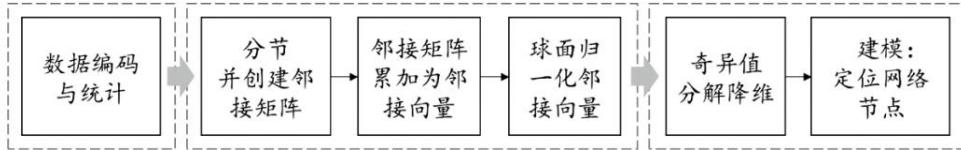


图 2 认知网络分析的编码与建模过程（王志军等，2019）

3.3.1. 数据转录

要进行认知网络分析，需要先依据量化民族志方法对数据进行转录。在本研究中，量化民族志只考量每一次交互对应的文本中是否出现了某种知识生长类型，出现了标记为 1，否则标记为 0。

3.3.2. 分节与邻接向量创建

ENA 算法关注邻近出现的认知元素之间的共现关系（co-occurrence），节（stanza）是认知元素之间建立共现关系的最小单元，每个节包括多个时间临近且内容相关的数据。ENA 工具使用滑动窗口（Moving Stanza Window）来设置节的大小，即确定每个节包含多少条数据。本研究将滑动窗口的大小设置为 5，通过计算每 5 条邻近数据的知识生长类型共现关系。创建邻接矩阵，并累加可得到累积邻接矩阵。

3.3.3. 认知网络降维与建模

为了对不同分析单元的认知网络进行比较，需要对其进行球面归一化处理和奇异值分解降维，进而实现高维空间的二维平面投影（Shaffer et al., 2016）。最终，本研究按周次构建了认知网络模型图，如图 3 所示。节点对应于知识生长类型，节点的位置反映了认知网络的关联结构，节点的大小反映了该知识生长类型出现的相对频次。其中无关信息被隐藏。构建的认知网络模型图中，两个维度的配准 Pearson 相关系数分别为 0.94、0.95，可以认为生成的可视化模型与原始模型都具有较高的拟合优度。

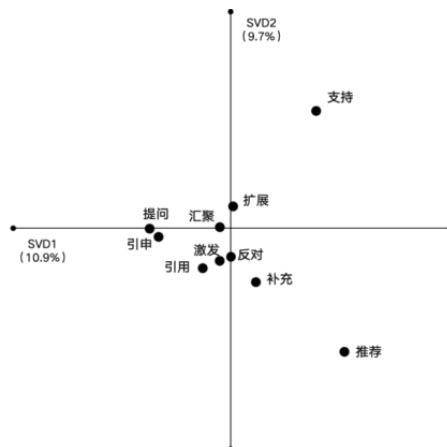


图 3 认知网络模型

4. 认知网络分析结果

认知网络模型建立后，ENA 工具能够分别呈现不同层次分析单元的认知网络。图 4 为各

周参与者所表现出的认知网络。认知网络图中连线的粗细和饱和度代表连线两端知识生长类型的共现值，共现值越高说明两个知识生长类型间的关联程度越高，经常同时出现。

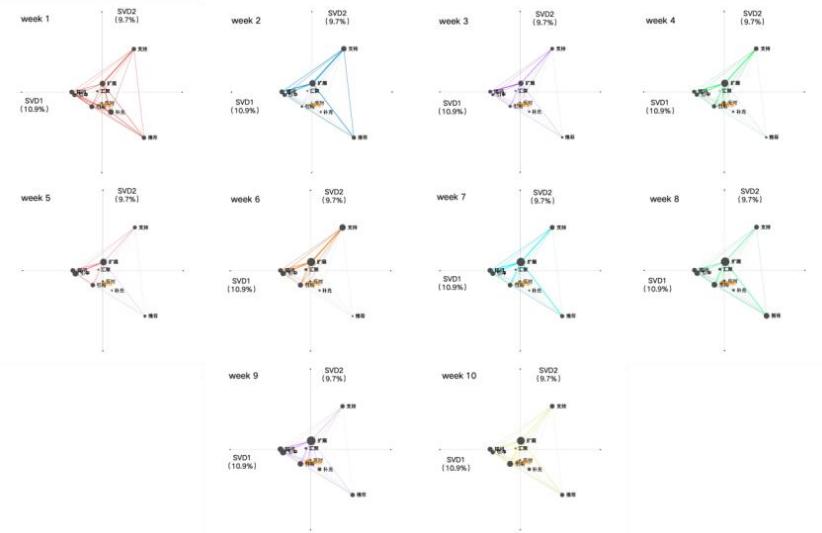


图 4 十周的认知网络模型图

4.1. 共现值热力图分析

图 5 为根据 10 种知识生长类型间 45 种成对关系在十周认知网络模型中的共现值所绘制的时间序列热力图，其中横轴代表时间序列，纵轴则是 45 种成对关系，最右侧为热力值（即共现值）对应的颜色变化条。图中可以清晰地看到每对知识生长类型共现值随时间的变化。

从图中可以看出，10 种知识生长类型间的成对共现值最大为 0.26，整体来看共现值相对均匀，这一方面说明这些知识生长类型之间的共现概率并不大，另一方面也说明对应的认知网络模型结构多样，没有呈现出明显的中心化特征。尽管学习者参与和发展知识网络的方式灵活多样，没有呈现出明显的“定式”，但从热力图依然可以看出某些知识生长类型之间呈现出较为突出的共现值，以及发展趋势。

聚焦于知识生长类型，共现值较为突出的成对知识生长类型皆与“扩展”类行为相关。另外，“扩展—激发”的共现值在 week 9 较为突出。这些成对行为覆盖了引用他人内容、提出新问题、支持他人观点、以及进一步引申与推荐的过程，表明“扩展”行为能够连接多种不同维度的知识生长行为，形成对知识生长的协同作用。也表明“扩展”行为在知识网络中处于核心地位，是学习者通过已有知识生成新内容、连接新视角的关键行为，推动了知识网络的生长与丰富。

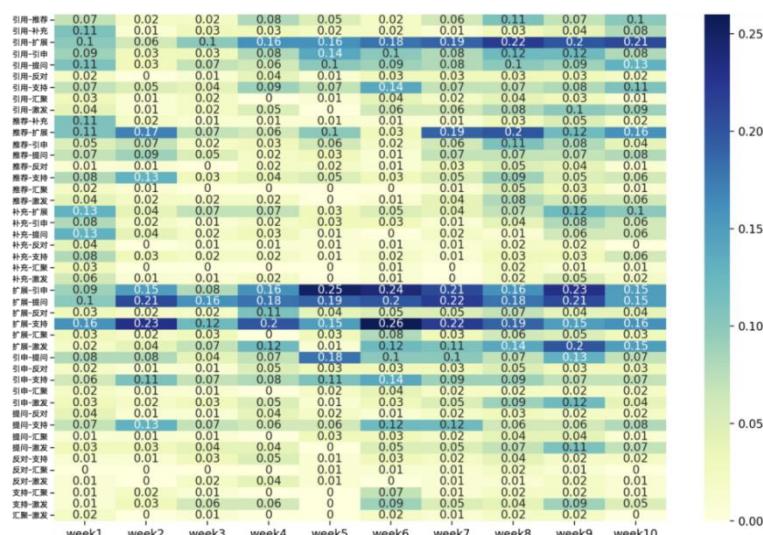


图 5 前 10 周对应认知网络模型中成对知识生长类型共现值的热力图

4.2. 网络差异

ENA 算法通过将两个认知网络中各边的权重相减生成认知网络差异图，从而揭示两个认知网络的差异。图 6 所示的认知网络差异图具体描绘了问题解决周每两个临近周认知网络的差异：

① week 4-week 2：相比于 week 4，week 2 主要集中在提问、支持、推荐 3 类知识生长，这些行为通常与知识探索和基础连接建立相关。并且“扩展”在 week 2 与“推荐”的共现程度较大，到了 week 4 其他 7 类知识生长类型开始出现更多，而“扩展”在 week 4 与“引用”的共现程度更加突出。这表明知识网络的构建从初级知识积累向知识迁移和整合迈进。

② week 6-week 4：与 week 4 相比，week 6 几乎在所有知识生长类型上都具优势，只有“推荐”这类知识生长相对次数较少。说明各种知识生长类型的数量和连接关系全面提升，表现出网络中知识的多样性增长。“推荐”行为的减少反映了该阶段学习者更注重深度加工与创造性贡献，而非单纯资源分享。

③ week 8-week 6：到了 week 8 出现了更多推荐、引申、支持这三种知识生长，而其他知识生长类型与 week 6 保持了相近的水平。说明学习者在深化已有知识的基础上，通过协作和引导加强了网络的连通性。且各种知识生长类型的数量和连接关系进一步提升。

④ week 10-week 8：除“推荐”知识生长类型外，week 10 的其他 9 种知识生长都比 week 8 更加深入，而“推荐”也仅仅表现出略微差距。这表明几乎所有知识生长类型均达到了更高的复杂度，无论是联通网络还是知识网络都已经趋于成熟，学习者的高阶认知能力和整合能力得到较为充分的发展。

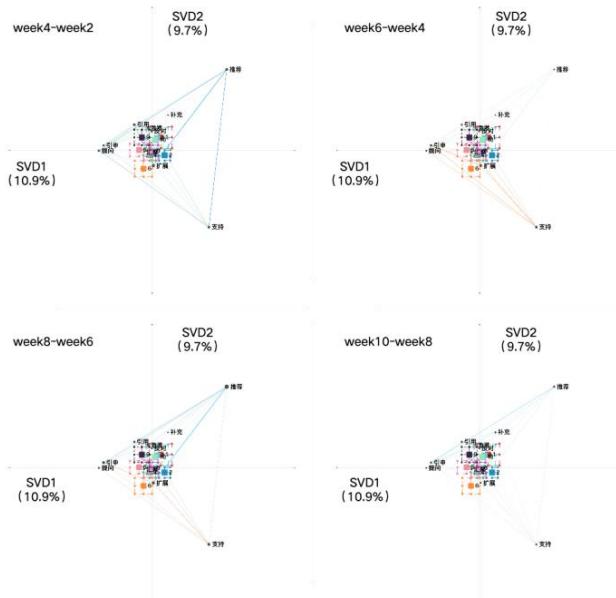


图 6 周次叠减图

根据以上结果可以总结出知识生长类型发展的规律：知识生长类型从早期的基础知识连接与知识积累行为逐步向深度联通与加工行为演化，表现出由浅入深的认知规律。

5. 研究结论

根据时间序列热力图和叠减图可以针对联通主义学习情境下的知识生长类型的演化特征与规律总结出以下结论。

(1) 联通主义学习社群表现出明显的去中心化特征

时间序列热力图显示，知识生长类型的共现概率都较低，表明不同类型知识生长间并未表现出明显的组合。这种现象可以从两个方面解释：一方面，学习者的概念建构过程并不是线性发展，而是根据情境和脑中的认知神经网络涌现认知行为，进而非线性地持续实现概念网

络的发展。另一方面，概念网络的结构因学习者个体的差异性而表现出多样性。与典型的中心化网络不同，联通主义学习情境下的网络并未形成明显的核心节点，反映出学习者参与方式的开放性与自主性。这种多样性使得概念网络更具弹性和扩展潜力，有助于实现可持续发展。这种去中心化的特征还反映了联通主义学习中强调去权威化的学习理念，即鼓励学习者在平等开放的环境中自由探索知识，最终形成多样化的认知路径。

(2) 以“扩展”类行为为核心的路径是知识生长的主路径

在知识生长的过程中，“扩展”类型无疑扮演了核心角色。这一类型的核心地位体现在其对不同知识行为之间关系的协调作用，例如“扩展—引申”“扩展—激发”等组合的频率明显高于其他类型，显示其在推动知识网络深度发展的同时，也增强了学习者间的协作效率，为知识生长提供了重要动力。此外，“扩展”行为还在知识网络的长期优化中起到了关键作用，它促使学习者在整合已有知识的基础上，从多角度产生新观点，不断丰富网络的节点连接。同时，知识生长类型的主题编码结果同样显示出“扩展”类型在频数上的突出优势。它也是各类角色学习者都突出表现的一类知识生长。综上，“扩展”这一知识生长类型不仅是个体知识生长的驱动因素，也是群体协同中知识创生不可或缺的一环。

(3) 知识生长的演化趋势：从多点积累到多点联通与复杂加工

通过对周次认知网络模型的叠减图分析，可以清晰地观察到知识生长的动态演化过程呈现出从基础构建向复杂协作转变的阶段性特征。在课程初期，学习者的行为主要表现为知识的基础连接与积累。这一阶段的认知网络密度相对较低，学习者主要通过个体学习对已有概念节点进行初步探索，且这些概念节点之间的连接较为松散，处于弱连接状态。随着课程的推进，学习者之间的协作行为逐渐增多，特别是在中期阶段，“扩展—引申”“扩展—提问”“扩展—支持”这三类知识生长类型的共现值显著提升，表明学习者通过深度互动推动了知识网络的快速扩展与深化。到了课程后期，知识网络的演化逐步转向复杂加工行为，“扩展—引用”“扩展—推荐”“扩展—激发”等知识生长类型的共现值尤为突出。此时，已有概念节点之间的连接强度显著增强，达到了强连接状态，并且更有可能涌现出创新性的概念节点。这一动态演化过程清晰地揭示了知识生长从初期的多点积累逐步过渡到后期的多点联通与复杂加工的整体趋势。

6. 研究局限

本研究的局限性主要体现在以下几个方面：(1) 数据范围与分析深度的局限：研究主要基于在线学习社群的文本类数据，缺乏对学习者行为轨迹、社交网络分析等多模态数据的整合，限制了对知识生长复杂性的全面揭示。尽管研究采用了热力图和网络模型，但对变量之间的复杂关系探讨不足，未来研究可以结合因子分析、回归方程等方法进一步深入挖掘知识生长的潜在模式。(2) 课外知识生长数据的追踪困难：联通主义学习涉及多个技术平台，学习者可能同时活跃于不同平台，而逐一收集和分析这些数据在时间和技术层面上难以实现。此外，部分数据因时间久远、技术更新或政策调整而丢失，对研究结果的完整性有一定影响。(3) 边缘学习者的数据缺失：部分学习者的知识生长轨迹偏向隐性，例如仅浏览资源但未留下评论或转发记录，导致研究难以全面捕捉知识生长的全貌。

参考文献

- 潘云鹤.(2018).人工智能 2.0 与教育的发展.中国远程教育(05),5-8+44+79.
- 王辞晓,张文梅,何歆怡,等.(2023).基于认知网络分析的协作问题解决教学交互规律研究.中国远程教育,43(05):43-55.
- 王志军 & 杨阳.(2019).认知网络分析法及其应用案例分析.电化教育研究(06),27-34+57.
- 杨阳.(2021).联通主义学习情境中学习者特征分析研究.江南大学.
- 余新宇.(2023).联通主义学习中群体协同知识创生过程与分析研究.江南大学.

- Downes, S. (2005). An Introduction to Connective Knowledge.[2005-12-22].
<https://www.downes.ca/post/33034,2005-12-22>.
- Downes, S. (2012). Connectivism and Connective Knowledge.[2012-05-19].
<https://edtechbooks.org/connectivism/>.
- Shaffer, D. W., Collier, W., & Ruis, A. R. (2016). A tutorial on epistemic network analysis: Analyzing the structure of connections in cognitive, social, and interaction data. *Journal of Learning Analytics*, 3(3), 9-45.
- Siemens, G. (2005a). Connectivism: A learning Theory for The Digital Age. *International Journal of Instructional Technology and Distance Learning*, 2(1), 3-10.