

不同关系定义下在线交互网络特点 及其与学习绩效关系

——以 SPOC 论坛为例

刘三女牙¹ 郭美伶² 胡天慧² 柴唤友² 贺博² 韩雪² 欧阳柏强²

(1. 华中师范大学教育大数据应用技术国家工程实验室,湖北武汉 430079;
2. 华中师范大学国家数字化学习工程技术研究中心,湖北武汉 430079)

[摘要] 目前,很多研究者采用社会网络分析方法探讨在线异步讨论论坛中的人际交互。然而,现有研究大多采用直接回复或共现的关系定义人际交互,较少考虑 SPOC 论坛中不同关系定义对于社会网络结构和属性以及社会网络中心度与学习绩效之间关系的影响。为此,本研究以 SPOC 论坛为例,分别从群体和个体角度探究七种关系定义下的社会网络结构和属性,并探讨不同关系定义下社会网络中心度与学习绩效之间的关系。研究发现:不同关系定义下的社会网络结构和属性具有一定差异,其中,完全共现关系定义与其它关系定义在网络结构和属性方面差异较大;社会网络中心度与学习绩效显著正相关。

[关键词] 学习者交互;社会网络分析;关系定义;学习绩效;SPOC 论坛

[中图分类号] G434 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1007-2179(2020)03-0080-11

一、引言

随着现代教育技术的蓬勃发展,在线异步讨论论坛作为一种重要的学习工具,在高等教育领域得到广泛应用。目前,鉴于该工具所支持的学习者交互对于学习过程及结果的重要影响(Andresen, 2009; Castaño-Muñoz et al., 2014),已有大量研究者采用社会网络分析(social network analysis, 简称 SNA)方法探讨在线人际交互对学习过程

和学习绩效的影响。例如,刘清堂等(2018)利用社会网络分析方法和网络基本属性、中心性、凝聚子群、核心-边缘结构四个测量指标分析某省教师工作坊协作知识建构过程中学习者的交互特征。美国北卡罗来纳州立大学的研究者针对面对面教学与在线平台相结合的混合式课程,采用社会网络分析方法能够预测学业成绩的所有指标,发现学生的社会网络指标比学习行为更有助于预测学生的学业成绩(Gitinabard et al., 2019)。

[收稿日期] 2020-03-15 **[修回日期]** 2020-04-27 **[DOI 编码]** 10.13966/j.cnki.kfjyyj.2020.03.009

[基金项目] 2019 年国家自然科学基金面上项目“在线学习中群体行为-情感-认知多层网络演化机理及其实证研究”(61977030);2019 年华中师范大学优博培育项目“论坛互动中在线倾听行为的测量及其实证研究”(2019YBZZ007)。

[作者简介] 刘三女牙,教授,博士生导师,华中师范大学教育大数据应用技术国家工程实验室与国家数字化学习工程技术研究中心常务副主任,研究方向:人工智能和教育大数据(lsy5918@mail.ccnu.edu.cn);郭美伶,硕士研究生,华中师范大学国家数字化学习工程技术研究中心,研究方向:在线学习分析;胡天慧、柴唤友,博士,华中师范大学国家数字化学习工程技术研究中心,研究方向:在线学习分析。

[引用信息] 刘三女牙,郭美伶,胡天慧,柴唤友,贺博,韩雪,欧阳柏强(2020).不同关系定义下在线交互网络特点及其与学习绩效关系——以 SPOC 论坛为例[J].开放教育研究,26(3):80-90.

纵览现有研究,大量文献是在没有任何解释和说明的情况下采用基于直接回复或共现的关系定义,较少考虑不同关系定义对社会网络结构及属性的影响。同时,不同关系定义下社会网络中心度与学习绩效之间的关系是否同等存在,现有研究没有给出答案,且大多针对以慕课为代表的完全在线课程论坛,较少关注小规模限制性在线课程(SPOC)这种新型课程论坛。SPOC 是将 MOOC 与课堂教学相结合的一种混合式教学模式(曾明星等,2015),它既能充分发挥 MOOC 的优势,又能有效地弥补 MOOC 的短板与传统教学的不足(康叶钦,2014)。

二、文献综述

(一) 社会关系的不同定义

目前,针对社会网络分析方法在教育研究中的应用,不同研究者基于研究目标和对象的不同,分别采用了不同的关系定义。例如,美国北卡州立大学研究人员采用社交网络分析方法,基于直接回复的关系定义调查了两门为 K-12 教育工作者专业发展而设计的 MOOC 中的同伴交互和支持模式(Kellogg et al., 2014);英国牛津大学研究者使用社会网络分析方法,

基于完全共现的关系定义分析了 Coursera 平台上的“商业策略”课程的学习者交互模式(Gillani & Eynon, 2018)。根据埃德·芬彻姆等人(Fincham et al., 2018)的总结,目前主要有六种交互关系定义方式。此外,还有研究者提出并使用了一种基于交互内容的引用关系定义方式(Engel et al., 2013;刘三女牙等, 2019)。具体而言,这七种不同关系定义的定义方式如下(Engel et al., 2013;Fincham et al., 2018;Gruzd & Haythornthwaite, 2018;Wise et al., 2017;Zhu et al., 2015;刘三女牙等,2019):

1) 基于直接回复的社会关系(见图 1a)。基于帖子间的直接回复关系建立网络连线:R1 和 R2 表示的是针对主题帖 S 的直接回复,所以 R1、R2 与 S 之间存在连线;RR1、RR2 和 RR3 表示的是针对一级回复帖 R1 的直接回复,所以 RR1、RR2、RR3 与 R1 之间存在连线。

2) 基于星型回复的社会关系(见图 1b)。同一主题的所有帖子都与主题帖建立网络连线:一级回复帖 R1、R2 与主题帖 S 之间存在连线;二级回复帖 RR1、RR2、RR3 不再与其对应的一级回复帖相连,而是与主题帖 S 相连。

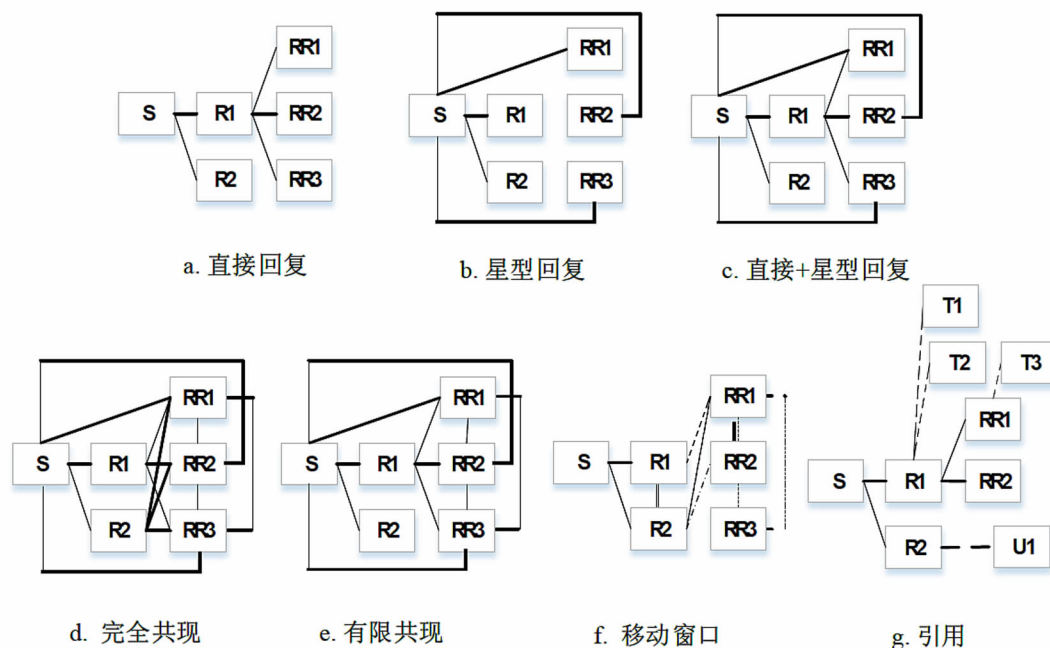


图 1 七种定义下的关系

注:S 表示主题帖,R 表示一级回复帖,RR 表示二级回复帖,T 表示与对应帖子有语义关系的帖子,U 表示提到对应帖子发布者的帖子,实线和虚线表示使用该定义提取的关系。

3) 基于直接 + 星型回复的社会关系(见图 1c)。此网络包括直接回复和星型回复两种关系定义下的网络连线:一级回复帖与主题帖 S 之间存在连线;二级回复帖不仅与对应的一级回复帖相连,同时也与主题帖 S 相连,但相同的连线只计数一次。

4) 基于完全共现的社会关系(见图 1d)。同一主题中的所有帖子相互连接:不仅主题帖 S 与该主题中每个帖子之间存在连线,二级回复帖也与主题中每个帖子之间存在连线;一级回复帖只与主题帖和二级回复帖之间存在连线,彼此之间不存在连线。

5) 基于有限共现的社会关系(见图 1e)。帖子只与其子主题中的所有其它帖子和主题帖之间存在连线:一级回复帖与主题帖 S 之间存在连线;二级回复帖不仅与其对应的一级回复帖和主题帖相连,而且彼此之间也建立网络连线。

6) 基于移动窗口的社会关系(见图 1f)。当一个主题中帖子总数小于 3 时,所有帖子相互连接;否则一个大小为 3 的窗口在一个主题中依次移动,每移动一步,窗口内的所有帖子都相互连接:从第一个帖子开始,主题帖 S、R1 和 R2 之间相互建立网络连线,然后将窗口移到第二个帖子,R1、R2 和 RR1 之间相互建立网络连线,以此类推,直至窗口到达主题的末端。

7) 基于引用的社会关系(见图 1g)。引用关系主要是根据帖子内容进行判断,包括:1) 当两个帖子间的内容部分或完全相同时,两个帖子之间建立网络连线:T1、T2 的帖子内容与 R1 的内容之间有语意联系,所以 T1、T2 与 R1 间存在连线。2) 根据帖子之间的回复关系建立网络连线:RR1、RR2 是针对一级回复帖 R1 的直接回复,所以 RR1、RR2 与 R1 间存在连线。3) 当一个帖子为了获得帮助而提到同一主题中另一个帖子的发布者时,两个帖子之间建立网络连线:U1 的帖子内容中包含向 R2 的发布者请求帮助的内容,所以 U1 和 R2 之间存在连线。如果两个帖子间存在多条引用关系,只计数一次。

已有研究发现,不同关系定义方式会对学习者交互网络的结构和属性产生一定影响。例如,怀斯等(Wise & Cui, 2018)指出,根据直接回复、星型回复、直接 + 星型回复、有限共现四种关系定义方式构建的社会网络在结构和属性方面没有显著差异,但根据完全共现关系定义方式构建的社会网络与这四

种关系定义方式构建的社会网络在结构和属性方面差异较大。芬彻姆等没有直接比较不同关系定义方式对于社会网络结构的影响,但比较了不同关系定义方式对于社会网络属性的影响。他们将社会关系分为回复类(包括直接回复、星型回复和直接 + 星型回复关系定义)和共现类(包括完全共现、有限共现和移动窗口关系定义)两类关系定义方式,这两类关系定义在网络属性方面存在明显差异,其中三个回复类关系定义的网络属性基本相同,三个共现类关系定义中有限共现和移动窗口关系定义的网络属性非常类似,但完全共现关系定义在网络属性方面与其余两种共现类关系定义存在较大差异(Fincham et al., 2018)。总体而言,教育领域现有的社会网络分析研究大多采用基于直接回复或共现的关系定义,尚没有研究综合考察七种不同关系定义对社会网络结构和属性的影响。

(二) 社会网络中心度和学习绩效

目前,已有大量研究考察了社会网络中心度与学习绩效之间的关系,发现二者显著正相关,这表明在线交互对学习具有促进作用。例如,美国加利福尼亚大学江苏航等(Jiang et al., 2014)基于完全共现的关系定义,采用社会网络分析方法发现,代数课程中论坛参与者的度中心度和中介中心度与学生的课程成绩之间存在正相关关系。石月凤等(2019)基于直接回复的关系定义,通过社会网络分析和相关分析方法,发现学习者社会网络中心度的三个指标(点度中心度、接近中心度和中介中心度)与学习成效显著正相关。社会建构主义学习理论可以解释社会网络中心度与学习绩效之间的正相关关系。该理论认为,作为学生真实发展和潜在发展水平之间的差异,最近发展区能够通过成人指导或与具备更高知识水平的同伴合作得以实现。在在线论坛中,学习者通过参与和交互可以概括和传播知识、整合他人观点从而达到对知识的理解,最终达到促进学习的目的(Durairaj & Umar, 2015)。因此,在在线论坛中与同伴积极对话和共享,有助于生成更深水平的知识建构,提升学习绩效。

目前,已有研究开始探讨不同关系定义对社会网络中心度与学习绩效之间关系的影响。例如,芬彻姆等(Fincham et al., 2018)采用回归分析方法,发现关系定义的选择会影响社会网络中心度(度中

心度、接近中心度、中介中心度和特征向量中心度)与学习绩效之间的关系,即在使用完全共现关系定义与其余五种关系定义构建的网络中,大多数中心度测量指标与学习绩效之间的相关性并不一致。然而,芬彻姆等只比较了六种关系定义对社会网络中心度与学习绩效之间关系的影响,而且针对的是国外 MOOC 平台和混合学习环境,目前还没有研究综合考察国内 SPOC 论坛中七种不同关系定义对社会网络中心度与学习绩效之间关系的影响。

鉴于在线交互对在线学习的重要作用以及不同关系定义对社会网络结构和属性的重要影响,本研究以 SPOC 论坛为例,比较七种关系定义下社会网络结构和属性,并进一步探讨社会网络中心度与学习绩效之间的关系。本研究拟解决以下两个问题:1)不同关系定义下的社会网络结构和属性在群体和个体指标上有何差异?2)不同关系定义下的社会网络中心度和学习绩效之间的关系有何差异?

三、研究设计

(一)研究对象和数据来源

本研究的数据来源于华中师范大学 SPOC 平台 2018 学年秋季开设的“新生研讨课”课程的论坛数据。该课程主要面向英语(师范)专业一年级新生,旨在引导学生学会学习,掌握通识性的科学研究方法论;指导他们适应大学生活,促进学生角色转换;帮助学生规划大学学习生活和未来发展。该课程采用面对面教学和网络自主学习相结合的混合式教学模式。参加该课程论坛讨论的共 164 人,其中有 7 名教师,24 名高年级学生,其余 133 名均为大一新生。师生在论坛中共发起了 189 个主题,8717 条一级回复帖,862 条二级回复帖以及 30 条三级回复帖,共发表 9798 条讨论帖。剔除没有回复的主题帖、重复帖以及纯标点符号帖后,164 名师生围绕 177 个主题发表了 9779 条有效讨论帖(见表一)。学生学习绩效以该门课程期末总评成绩为依据,由平时考核和期末总结两部分组成。该课程注重过程性考核,平时成绩占 80%,期末成绩占 20%,其中课程论坛的提问和回答次数占平时成绩的 15%。

(二)数据处理方法

本文按照以下步骤处理数据:首先,针对课程日

表一 论坛统计数据

平均帖子长度	64.85	平均主题长度	55.25
子主题数	360	平均子主题长度	2.48
教师数	7	教师发帖总数	95
学生数	157	学生发帖总数	9684
平均教师发帖数	13.57	平均学生发帖数	61.68
主题帖数	177	一级回复帖数	8710
二级回复帖数	862	三级回复帖数	30

注:平均帖子长度指平均每条帖子的字数,平均主题长度指平均每个主题的帖子数,平均子主题长度指平均每个子主题的帖子数,平均教师发帖数指平均每个教师发帖的数目,平均学生发帖数指平均每个学生发帖的数目。

志文件,按照上文所述的前六种关系定义分别提取直接回复、星型回复、直接+星型回复、完全共现、有限共现和移动窗口六个网络的节点列表,同时按照如下步骤提取引用网络的节点列表:1)使用 Jieba 分词库对在线讨论中提取的每个帖子进行分词;2)采用深度学习模型 Word2vector 将词汇转化为空间向量,利用余弦相似度计算两个帖子之间的词交比,提取词交比大于 0.5 的每对帖子;3)由两位研究人员共同协商从中筛选符合第一种类型引用关系定义的节点列表;4)根据课程日志文件提取出后两种类型引用关系定义的节点列表;5)结合日志文件和文本信息中的引用关系删除相同两个帖子之间的重复节点对,从而确定最终引用网络节点列表。

其次,将七个网络的节点列表导入 Gephi 0.9.2 软件中,采用 Fruchterman Reingold 布局算法构建可视化有向网络,并分别计算每个网络的群体和个体指标;然后采用 SPSS23.0 软件对七种关系定义下的网络结构和属性进行差异性检验。

最后,使用 SPSS23.0 分析软件,对不同关系定义下学习者的社会网络中心度(点入度、点出度、接近中心度、中介中心度和特征向量中心度)与学习绩效进行相关分析。

四、研究结果及分析

(一)不同关系定义下社会网络群体和个体指标差异

1. 不同关系定义下社会网络群体指标的差异

七种不同关系定义下的社会网络如图 2 所示。其中节点颜色根据节点度的大小渐变,即节点的度

越大,节点颜色越深。从网络图形看,使用完全共现关系定义提取的网络与其它关系定义提取的网络存在较大差异:完全共现网络类似于环形结构,而其余六种网络均与星型结构类似。具体而言,三个回复类网络(即直接回复、星型回复和直接+星型回复网络)的结构基本相同,均是以教师为中心的星型结构,而且这三个回复类网络的属性也很相似(见表二);使用有限共现和引用关系定义提取的网络与三个回复类网络的结构类似,只是有限共现网络左下角节点之间的联系更紧密,而引用网络中间区域的节点联系更多;移动窗口网络所有节点间联系紧密。

从教师与学生的相对位置看,在三个回复类网络中,七位教师处于中心位置,且其中心度相对较高;学生处于相对边缘位置,其中心度相对较低,这说明教师在论坛交互中起主导作用。在有限共现网络中,七位教师处于中心位置,但其中心度与左下角区域的学生相比相对较小。在完全共现网络中,教师处于相对边缘位置,大多数学生处于中心位置而且其中心度相对较高。在移动窗口网络中,教师处于边缘位置,学生处于中心位置。在引用网络中,教师处于相对边缘位置,学生处于中心位置。这表明

虽然教师发起的话题较多,但教师参与讨论较少,大部分帖子是学生对教师的回复或学生与同伴之间的讨论交流。

七种不同关系定义下社会网络群体指标的计算结果如表二所示,七个网络的节点数均相同。在边的数量方面,采用更宽泛关系定义的网络往往有更多的关系数目,其中完全共现网络提取的边数最多,移动窗口网络次之,三个回复类网络提取的边数最少。在图密度和平均加权重度方面,七个网络呈现了和边数相同的趋势,同时网络直径和平均路径长度几乎呈现与边数正好相反的趋势。具体来说,完全共现网络计算出了所有网络中最高的图密度和平均加权重度,同时计算出了所有网络中最低的网络直径和平均路径长度。此外,在所有网络中,移动窗口网络的模块化指标最高,说明其更有利于发现学习者群体是否参与社区讨论。量化分析结果显示,三个回复类网络和引用网络均形成了两个社区,两个共现类网络(即完全共现和有限共现网络)均形成了三个社区,移动窗口网络形成了六个社区。

2. 不同关系定义下社会网络个体指标的差异

使用 SPSS23.0 分析软件,本研究对不同关系定义下点入度、点出度、接近中心度、中介中心度和特

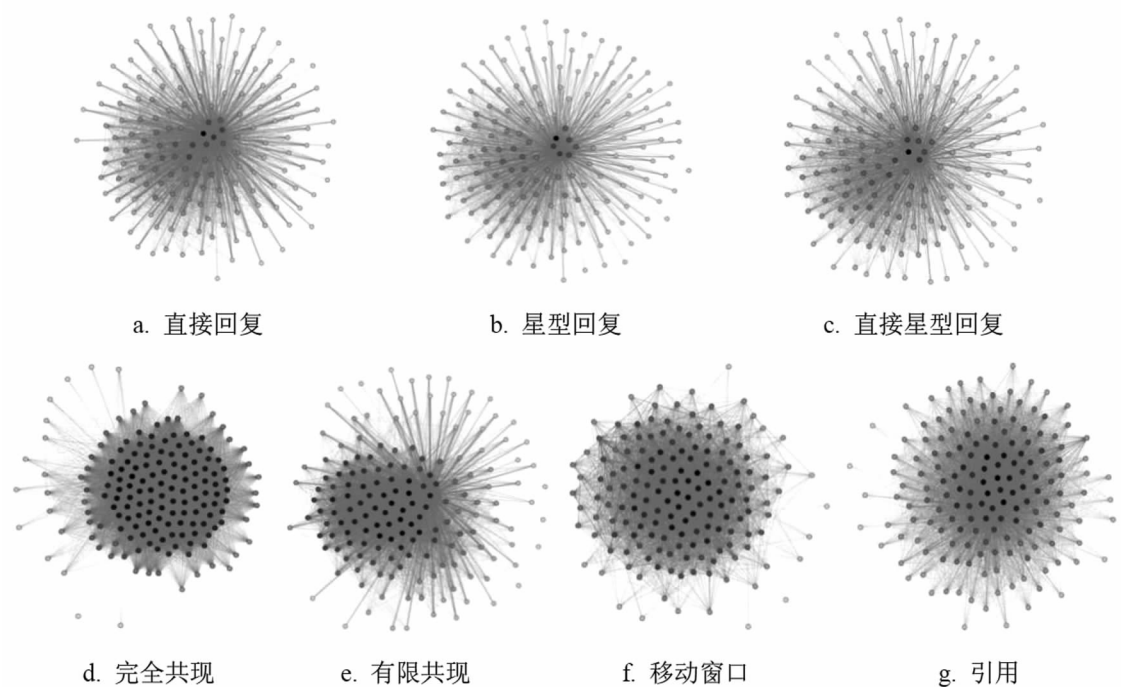


图2 七种关系定义下的社会网络

表二 不同关系定义下社会网络群体指标

网络类型	节点数	边数	图密度	网络直径	平均加权重	平均路径长度	模块化
直接回复	164	4107	0.15	4	58.52	1.97	0.01
星型回复	164	3580	0.13	4	58.23	2.02	0.10
直接 + 星型回复	164	4151	0.16	4	63.67	1.97	0.06
完全共现	164	16371	0.61	3	1038.68	1.39	0.04
有限共现	164	7631	0.28	5	112.25	1.85	0.15
移动窗口	164	10766	0.40	3	342.91	1.61	0.20
引用	164	8304	0.31	4	171.40	1.74	0.11

征向量中心度等测量指标进行正态检验后发现,只有移动窗口网络的接近中心度以及引用网络的点入度和特征向量中心度符合正态分布。因此,本研究采用 Wilcoxon 符号秩检验考察这些个体指标七种不同关系定义网络的差异性(见表三)。由表三可知,完全共现网络在点入度、点出度、接近中心度和特征向量中心度等测量指标上均高于其它网络,但中介中心度指标最低,而引用网络在中介中心度指标上最高。差异性检验结果显示,七种不同关系定义下社会网络在个体指标上均呈显著性差异。具体而言,在点入度、点出度、接近中心度和特征向量中心度等指标上,完全共现网络的秩最高,移动窗口网络次之,星型回复网络最低。在中介中心度指标上,

移动窗口网络的秩最高,引用和有限共现网络次之,星型回复网络最低。

本研究选取两位学习者(S313 和 S332)详细阐述他们在个体指标上的差异。学习者 S313(见表四)在完全共现网络中的点入度和特征向量中心度指标明显高于其它网络;三个回复类网络在个体指标上基本相同,同时也与有限共现网络的点入度和点出度指标类似;移动窗口网络和引用网络的接近中心度最高,而且移动窗口网络的中介中心度远高于其它网络。查阅课程论坛的日志文件和文本内容得知,学习者 S313 发布的帖子均为一级回复帖,所以三个回复类网络和有限共现网络在个体指标上基本相同。虽然该学生的发帖数量很少,但几乎所有帖子都由多个观点组成,内容充实全面,所以该学习者引用网络的个体指标明显高于三个回复类网络。

从图 3 也可以看出,学习者 S313 的三个回复类网络和有限共现网络结构相似,有六名学习者与之建立了联系。移动窗口网络中学习者 S313 与 39 名学习者建立了联系。引用网络中学习者 S313 与 57 名学习者建立了联系。完全共现网络中与 S313 建立联系的学习者最多,有 95 人。

学习者 S332(见表四)在完全共现网络中的点入度、点出度和接近中心度指标明显高于其它网络。星型回复网络的点入度、点出度和中介中心度指标

表三 不同关系定义下社会网络个体指标

网络类型	点入度	点出度	接近中心度	中介中心度	特征向量中心度
直接回复 (Mean ± SD, Rank)	20.07 ± 20.50 2.59	25.07 ± 20.00 2.52	0.52 ± 0.08 2.55	72.12 ± 135.72 3.68	0.21 ± 0.20 2.81
星型回复 (Mean ± SD, Rank)	16.68 ± 19.42 1.65	21.80 ± 19.44 1.55	0.51 ± 0.88 1.94	58.00 ± 123.20 2.75	0.19 ± 0.20 2.46
直接 + 星型回复 (Mean ± SD, Rank)	20.32 ± 20.77 2.83	25.34 ± 20.18 2.71	0.52 ± 0.08 2.83	71.67 ± 134.80 3.09	0.21 ± 0.20 2.59
完全共现 (Mean ± SD, Rank)	98.21 ± 28.34 6.83	101.66 ± 59.83 5.95	0.77 ± 0.19 6.36	40.39 ± 71.95 3.29	0.70 ± 0.20 6.44
有限共现 (Mean ± SD, Rank)	42.54 ± 32.86 3.66	48.13 ± 33.13 4.32	0.56 ± 0.12 3.51	108.26 ± 171.41 4.08	0.42 ± 0.32 3.80
移动窗口 (Mean ± SD, Rank)	67.88 ± 23.25 5.64	67.88 ± 23.25 5.89	0.64 ± 0.06 5.88	102.74 ± 73.22 5.69	0.60 ± 0.21 5.75
引用 (Mean ± SD, Rank)	46.68 ± 27.77 4.80	52.47 ± 30.65 5.06	0.59 ± 0.10 4.93	118.21 ± 138.83 5.42	0.34 ± 0.20 4.16
X	716.47 ***	672.46 ***	614.60 ***	270.93 ***	504.83 ***

注:***在 0.001 水平显著相关。

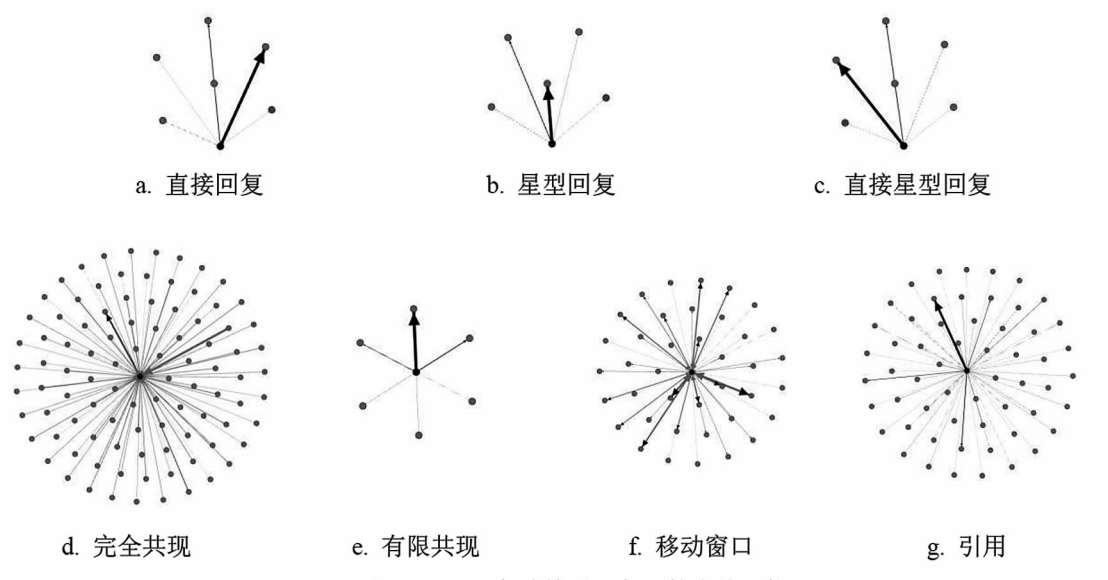


图3 学习者 S313 七种关系定义下个体网络图

明显低于其余两个回复类网络。有限共现网络的点入度和点出度指标高于其余五个网络,而且其特征向量中心度最高。移动窗口网络的中介中心度指标最高。课程论坛的日志文件和文本内容表明,S332 发布的帖子中二级回复帖占 17%,所以星型回复网络的个体指标明显低于其余两个回复类网络,有限共现网络在点入度和点出度指标上高于其余五个网络。除了二级回复帖是简单的回复外,其余发帖内容均充实全面,所以该学生引用网络的指标明显高于三个回复类网络。

表四 七个网络中学习者 S313 和 S332 的个体指标对比

网络类型	点入度	点出度	接近中心度	中介中心度	特征向量中心度
直接回复	2(46)	5(15)	0.48(0.52)	0.05(70.65)	0.03(0.32)
星型回复	1(1)	5(7)	0.49(0.49)	0.08(0.14)	0.03(0.03)
直接+星型回复	2(46)	5(15)	0.48(0.52)	0.05(69.08)	0.03(0.32)
完全共现	94(108)	5(147)	0.51(0.91)	0.21(12.51)	0.68(0.77)
有限共现	1(82)	5(80)	0.42(0.67)	0.04(142.34)	0.00(0.84)
移动窗口	39(64)	39(64)	0.57(0.62)	49.73(191.83)	0.32(0.54)
引用	29(107)	41(32)	0.57(0.55)	13.71(148.28)	0.24(0.72)

注:表中括号外的数据为学习者 S313 的个体指标数据,括号内的数据为学习者 S332 的个体指标数据。

从图 4 也可以看出,学习者 S332 的直接回复和直接+星型回复网络结构类似,有 56 名学习者与之建立了联系。星型网络中与 S332 建立联系的学习者最少,只有 7 人。移动窗口网络中 S332 与 64 名学习者建立了联系。有限共现网络中 S332 与 90 名学习者建立了联系。引用网络中 S332 与 119 名学习者建立了联系。完全共现网络中与 S332 建立联系的学习者最多,有 147 人。

(二)不同关系定义下社会网络中心度与学习绩效之间的关系

前文已经提到,只有移动窗口网络中的接近中心度指标以及引用网络中的点入度和特征向量中心度指标符合正态分布,因此本研究使用皮尔逊相关系数对其与学习绩效进行相关性分析,采用斯皮尔曼相关系数对其余不符合正态检验的测量指标与学习绩效进行相关性分析。不同关系定义下社会网络中心度与学习绩效之间的相关性结果如表五所示。从表五可以看出,七个社会网络在点入度、点出度、接近中心度、中介中心度和特征向量中心度测量指标上与学习绩效显著正相关,其中移动窗口网络的各指标相关系数最高,接近中心度指标与学习绩效之间的相关性最强。这说明不同关系定义下社会网络中心度与学习绩效之间均呈显著正相关,且移动窗口网络的中心度指标与学习绩效间的相关系数值最大。

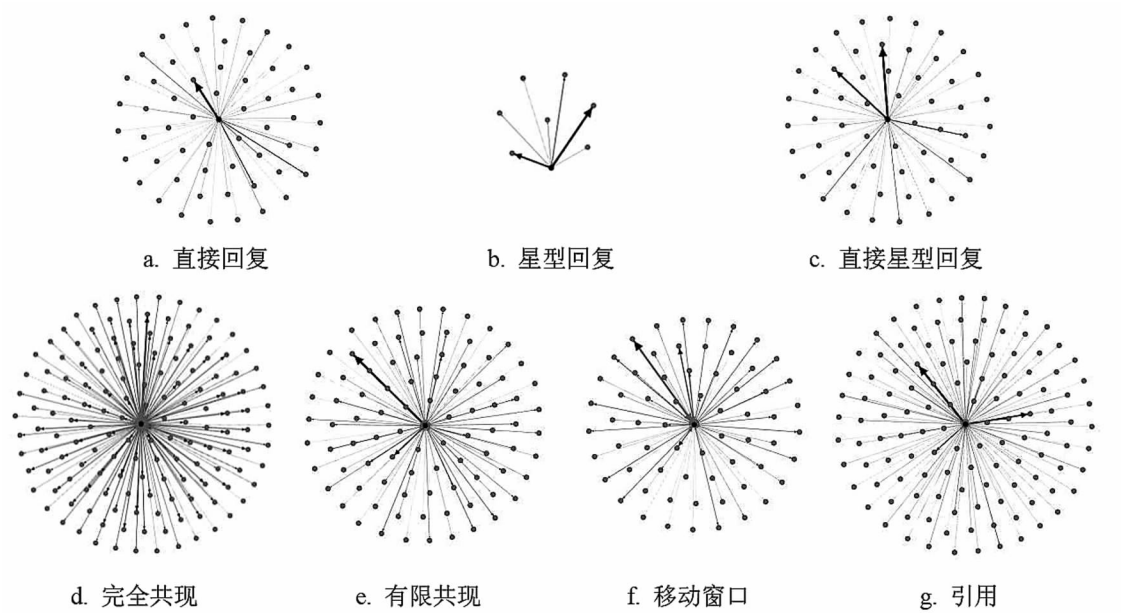


图4 学习者 S332 七种关系定义下的个体网络

表五 社会网络中心度与学习绩效的相关系数

网络类型	点入度	点出度	接近中心度	中介中心度	特征向量中心度
直接回复	0.32**	0.53**	0.58**	0.47**	0.32**
星型回复	0.28**	0.49**	0.55**	0.42**	0.29**
直接+星型回复	0.32**	0.52**	0.58**	0.47**	0.32**
完全共现	0.54**	0.54**	0.54**	0.45**	0.53**
有限共现	0.47**	0.55**	0.53**	0.49**	0.47**
移动窗口	0.64**	0.64**	0.69**	0.60**	0.65**
引用	0.29**	0.44**	0.43**	0.47**	0.26**

注:**在0.01水平(双尾)显著相关。

五、总结与启示

(一)不同关系定义对社会网络结构和属性有一定影响

第一,有限共现与三个回复类网络的网络结构和属性有一定的相似性。本研究发现,三个回复类网络的结构和属性基本相同,虽然有限共现网络和三个回复类网络基于不同的关系假设,但它们的网络结构非常相似,属性方面也没有显著差异,这与怀斯等(Wise & Cui, 2018)的研究结果一致。由表一可知,论坛中大多数帖子是一级回复帖,占帖子总数的89.1%。因此,三个回复类网络的网络结构和属性基本相同。二级回复帖和三级回复帖占9.1%,

而且92.2%的子主题中帖子数不多于五条,因此有限共现网络和三个回复类网络的网络结构和属性具有一定程度的相似性。

第二,完全共现关系定义与其它关系定义的网络结构和属性存在较大差异。本研究发现,完全共现关系定义与其它关系定义的网络结构和属性存在较大差异,这与已有研究结果一致(Fincham et al., 2018; Wise & Cui, 2018)。本文的研究对象中,23.5%主题的帖子数不少于50条,10.7%主题的帖子数不少于100条,甚至有四个主题的帖子数多于200条。由于完全共现关系定义方式放大了大主题的重要性,本研究使用该关系定义提取的网络关系比其它网络多得多,从而夸大了用户之间的联系。

第三,引用网络与三个回复类网络的网络结构和属性存在较大差异。从社会网络属性来看,引用网络的群体和个体指标均高于三个回复类网络,这与刘三女牙等(2019)的研究结果基本一致。从社会网络结构看,三个回复类网络均是以教师为中心的星型结构,这是因为SPOC论坛中绝大多数大主题(帖子数超过50个)是由教师发起话题,几乎所有学生都回复了教师的发帖;引用网络则是以学生为中心的星型结构,教师处于相对边缘位置,这是由于论坛中教师发帖数量少,大多数帖子是学生对教师的回复和与同伴之间的讨论交流。因此,本研究

也印证了引用网络比回复网络能够从内容层面挖掘学习者之间更多的联系,从而更真实地反映学习者之间实际的交互关系(刘三女牙等,2019)。

第四,有限共现和移动窗口网络的网络属性存在较大差异。在社会网络属性方面,有限共现和移动窗口网络存在较大差异,这与埃德·芬彻姆等(Fincham et al., 2018)的研究结果不一致,造成该差异性的可能原因是慕课平台和SPOC平台的差异。具体而言,慕课平台面向全球学习者,选课人数较多,但参与论坛交互的人数少,大多数学习者都扮演着“隐客”角色(吕春祥,2018),因此慕课论坛中学生发帖量较少;相比之下,SPOC平台面向校内学生,人数相对较少但几乎人人参与论坛讨论,发帖量较多。

鉴于不同关系定义下社会网络结构和属性存在一定差异,研究者在利用课程论坛的讨论数据考查学生的社会交互时,有必要基于学生的交互特点、课程性质以及论坛数据中各层级帖子的比例,恰当选择关系定义。对此,本研究结合前人的研究结果及自身的研究经验给出三点建议:1)要基于研究目标、对象及关系性质的不同,选择合适的关系定义。例如,当研究侧重于考察学习者之间的直接交互,如互惠关系时,可以从三个回复类关系定义中选择;当研究需要探究学习者之间的潜在交互(即不直接回复但浏览访问他人发帖的倾听行为),如兴趣时,可以从二个共现类和移动窗口关系定义中选择,本文提倡采用有限共现关系定义;当研究需要考察帖子内容之间的联系,如学习者间的交互模式时,可以采用引用关系定义提取社会网络。2)明确指出所选择的关系定义和选择该关系定义的理由。3)阐述所选择的关系定义对结果及其解释的影响,从而使不同研究之间能够进行有意义的比较。例如,星型回复关系定义将同一主题的所有帖子与主题帖建立连接,突出主题发起者的重要性,但如果论坛中存在多个层级的回帖,则会忽略同一主题中学习者之间建立的联系;完全共现关系定义将同一主题的所有帖子相互建立连接,大大增加了同一主题下的潜在交互关系提取数量,但如果论坛中存在帖子数比较多的大主题,则有高估连接的风险,因为随着讨论的发展,大的主题可能会改变讨论方向或涉及并非所有参与者都感兴趣的新主题(Stump et al., 2013),这就放大了大主题的重要性,从而夸大了用户之间的联系。

(二)不同关系定义对社会网络中心度与学习绩效之间关系的影响较小

第一,不同关系定义下社会网络中心度与学习绩效之间均显著正相关。本研究发现,虽然不同关系定义下社会网络结构和属性存在差异,但社会网络中心度与学习绩效之间均呈显著正相关关系,这与芬彻姆等的研究结果不一致。这可能是因为在MOOC论坛不同,SPOC论坛是高等教育中混合式教学的重要辅助工具(刘智等,2019),本研究中教师充分利用SPOC论坛作为课后讨论和答疑的工具,辅助学生进行更深水平的知识构建,加深了学生对课程内容的理解,从而提升了学生学习绩效。

第二,移动窗口网络的中心度指标与学习绩效间的相关性最大。究其原因,可能是相比于其它关系定义,移动窗口关系定义方式不受回复层级的影响,较平均地关注了论坛中学习者发布的帖子,从而使其中中心度指标只与论坛中学习者发布的帖子数量和位置相关:一方面,使用移动窗口关系定义提取的关系数量相对较多;另一方面,论坛中前后帖子之间的内容相关性相对较强,所以本研究中移动窗口网络的中心度指标与学习绩效间的相关性相对最大。

因此,该结果启示我们,一方面要重视学习者交互在提升在线学习成效中的重要作用。教师需要将学习者交互作为其课程设计的重要组成部分,通过加强引导和监控、发挥意见领袖作用和构建完善评价体系等方式切实提升学习者间的交互。在教学实施过程中,教师可以通过加强引导和监控、提供反馈、指派主持人、角色分配等策略来提高学习者论坛参与度(Yukselturk & Yildirim, 2008; 邱晓辉, 2008)。在教学评价过程中,教师需要将学习者在在线论坛中的互动表现作为其学习绩效的重要组成部分。具体而言,教师不仅要关注学习者发帖数量,而且关注其发帖质量,以确定学习者发言是否达到批判性思维的层次,或者是否进行了知识建构(琳达·哈拉西姆等,2015)。另一方面,研究者要重视关系定义对学习者交互与学习绩效间关系的潜在影响。研究者要充分认识到,因为课程特点、教学特点等的不同,特定关系定义可能会在一定程度上放大或缩小学习者交互和学习绩效间的关系,必须采用多种关系定义进行重复验证。

六、结 语

本研究发现不同关系定义对社会网络结构和属性具有一定程度的影响,不同关系定义对社会网络中心度与学习绩效之间关系的影响较小。理清不同关系定义对社会网络结构和属性以及社会网络中心度与学习绩效之间关系的影响,可以帮助广大教师和研究者选择合适的关系定义,从而使未来的研究更具透明性。然而,本研究的范围仅局限于单一学科、采用单一教学模式的 SPOC 课程论坛结束时的网络。因此,为了使当前的研究发现更具推广性,后续研究将开展其它学科领域、采用其它教学模式的 SPOC 课程论坛中学习者交互网络的比较研究,以期全面了解不同关系定义对学习者交互网络的影响。

[参考文献]

[1] Andresen, A. M. (2009). Asynchronous discussion forums: Success factors, outcomes, assessments, and limitation [J]. *Educational Technology & Society*, 12(1):249-257.

[2] Castaño-Muñoz, J., Duart, J. M., & Sancho-Vinuesa, T. (2014). The internet in face-to-face higher education: Can interactive learning improve academic achievement? [J]. *British Journal of Educational Technology*, 45(1):149-159.

[3] Durairaj, K., & Umar, I. N. (2015). A proposed conceptual framework in measuring social interaction and knowledge construction level in asynchronous forum among university students [J]. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, (176):451-457.

[4] Engel, A., César, C., & Bustos, A. (2013). Distributed teaching presence and communicative patterns in asynchronous learning: Name versus reply networks [J]. *Computers & Education*, 60(1):184-196.

[5] Fincham, E., Gašević, D., & Pardo, A. (2018). From social ties to network processes: Do tie definitions matter? [J]. *Journal of Learning Analytics*, 5(2):9-28.

[6] Gillani, N., & Eynon, R. (2014). Communication patterns in massively open online courses [J]. *Internet & Higher Education*, 23(5):18-26.

[7] Gitinabard, N., Xu, Y., Heckman, S., Barnes, T., & Lynch, C. F. (2019). How widely can prediction models be generalized An analysis of performance prediction in blended courses [J]. *IEEE Transactions on Learning Technologies*:1-1.

[8] Gruzid, A., & Haythornthwaite, C. (2008). Automated discovery and analysis of social networks from threaded discussions [A]. *Proceedings of the International Network of Social Network Analysis Conference [C]*:1-18.

[9] Jiang, S. H., Fitzhugh, S. M., & Warschauer, M. (2014). Social positioning and performance in MOOCs [A]. *Proceedings of Graph-*

based Educational Data Mining Workshop at the 7th International Conference on Educational Data Mining [C]. (7):55-58.

[10] 康叶钦(2014).在线教育的“后 MOOC 时代”:SPOC 解析 [J]. *清华大学教育研究*, 35(1):85-93.

[11] Kellogg, S., Booth, S., & Oliver, K. (2014). A social network perspective on peer supported learning in moocs for educators [J]. *International Review of Research in Open & Distance Learning*, 15(5):263-289.

[12] 琳达·哈拉西姆,肖俊洪(2015).协作学习理论与实践:在线教育质量的根本保证 [J]. *中国远程教育*, (8):5-16 + 79.

[13] 刘清堂,张妮,朱姣姣(2018).教师工作坊中协作知识建构的社会网络分析 [J]. *中国远程教育*, (11):61-69 + 80.

[14] 刘三女牙,韩雪,柴唤友,欧阳柏强(2019).SPOCs 论坛中学习者的交互模式研究:基于回复网络和引用网络的比较 [J]. *中国电化教育*, (11):73-79.

[15] 刘智,刘石奇,李卿,柴唤友,康令云,刘三女牙(2019).SPOC 论坛中学习者兴趣主题建模及其与学习成效的关系研究 [J]. *电化教育研究*, 40(12):87-96.

[16] 吕春祥(2018).基于 MOOC 和 SPOC 的论坛交互研究 [J]. *中国教育信息化*, (21):12-17.

[17] 邱晓辉(2008).在在线论坛中培养学生的高级思维 [J]. *中小学电教*, (Z1):68-70.

[18] 石月凤,刘三女牙,刘智,韩继辉,彭颀(2019).基于社会网络分析的在线学习行为分析实证研究 [J]. *中国教育信息化*, (1):5-10.

[19] Stump, G. S., DeBoer, J., Whittinghill, J., & Breslow, L. (2013). Development of a framework to classify MOOC discussion forum posts: Methodology and challenges [A]. *Proceedings of NIPS 2013 Workshop on Data Driven Education [C]*:1-20.

[20] Wise, A. F., & Cui, Y. (2018). Learning communities in the crowd: Characteristics of content related interactions and social relationships in MOOC discussion forums [J]. *Computers & Education*, (122):221-242.

[21] Wise, A. F., Cui, Y., & Jin, W. Q. (2017). Honing in on social learning networks in MOOC forums: Examining critical network definition decisions [A]. *Proceedings of the Seventh International Learning Analytics & Knowledge Conference [C]*:383-392.

[22] Yukselturk, E., & Yildirim, Z. (2008). Investigation of interaction, online support, course structure and flexibility as the contributing factors to students' satisfaction in an online certificate program. *Educational Technology & Society*, 11(4):51-65.

[23] 曾明星,李桂平,周清平,覃遵跃,徐洪智,张彬连,黄云,郭鑫(2015).从 MOOC 到 SPOC:一种深度学习模式建构 [J]. *中国电化教育*, (11):28-34 + 53.

[24] Zhu, M., Bergner, Y., Zhang, Y., Baker, R., & Paquette, L. (2016). Longitudinal engagement, performance, and social connectivity: A MOOC case study using exponential random graph models [A]. *Proceedings of the Sixth International Learning Analytics & Knowledge Conference [C]*:223-230.

(编辑:李学书)

The Characteristics of Online Interactive Network and Their Relationship with Learning Performance under Different Tie Definitions: Take SPOC Forum as an Example

LIU Sannyuya¹, GUO Meiling², HU Tianhui², CHAI Huanyou²,
HE Bo², HAN Xue² & OU-YANG Baiqiang

(1. National Engineering Laboratory for Educational Big Data, Central China Normal University, Wuhan 430079, China; 2. National Engineering Research Center for E-Learning, Central China Normal University, Wuhan 430079, China)

Abstract: At present, most of the existing studies directly adopt the tie definitions based on direct reply or total copresence definition, seldom considering the influence of different tie definitions on the social network structures and attributes and the relationship between social network centrality and learning performance in the SPOC forum. To this end, this study takes SPOC forum as an example to explore the social network structures and attributes under seven tie definitions from the perspectives of groups and individuals, and to explore the relationship between social network centrality and learning performance under different tie definitions. The results show that there are differences in the structures and attributes of social networks under different tie definitions, among which the total copresence definition is quite different from other tie definitions in terms of network structure and attributes. The study also indicates a significant positive correlation between social network centrality and academic performance under different tie definitions.

Key words: learner interactions; social network analysis; tie definition; learning performance; SPOC; online forum

.....
(上接第 57 页)

STEAM Education: Issues and Reflections

YUAN Lei¹, ZHENG Kailing¹ & ZHANG Zhi²

(1. Faculty of Education, Guangxi Normal University, Guilin 541004, China; 2. School of Information Science and Technology, Northeast Normal University, Changchun 130117, China)

Abstract: This study aims to propose ways to deepen STEAM education reform by comprehensively analyzing the problems and challenges faced by STEAM education in China. Firstly, this study examined the existing issues in STEAM education practice at the present stage, such as misunderstanding of STEAM education objectives, no interdisciplinary, interference of business interests, lack of reform impetus, and teaching resources. Secondly, it expounds the core value of STEAM education, that is, enhancing the core competitiveness of the country, providing a path for the development of students' core literacy, and realizing the education innovation in the new era. Finally, based on the literature analysis of scholars at home and abroad, the paper proposes seven paths to deepen STEAM education reform, including policy support, institutional setup, construction of education ecology and learning model, curriculum development, technical assistance, and teacher training, in order to provide theoretical guidance for promoting the scientific development of STEAM education in China.

Key words: STEAM education; core value; path; project-based learning