

第5章 基于社会网络关系的服务信任生成模式

从网络教育到“互联网+”教育,教育网络的规模、容量和内涵不断拓展,集中式教育服务管理的成本不断增加,不得不减少此类教育服务管理的比重,实施以“去中心化”为特征的网络教育服务管理模式。

“去中心化”教育服务管理模式摒弃了集中的教育服务注册管理及集中的质量保障机制,服务架构进一步扁平化,用户与用户、用户与服务之间交互更直接、关系更紧密。在具有此类教育应用特征的教育服务网络中,教育交互行为完全自主、自由,人人可以平等地提供、使用、评价教育服务,专家、第三方权威完全缺失,这就造成在教育服务网络中安全、可信等问题更加突出。为此,信任、信誉等软安全技术^[1]不断应用到教育服务管理中,通过收集网络实体之间大量的交互数据和关系信息,计算并评估教育服务质量和教育服务提供者信誉,凝练网络用户的集体智慧,生成高信誉的用户、意见领袖,代替第三方权威专家的教育服务质量保障和评估工作。

本章针对“去中心化”的教育服务网络,构建由用户与用户、用户与教育服务之间交互产生的社会化关系和网络,由用户与教育服务之间的服务网络生成用户与服务之间的直接或间接服务信任关系,由用户与用户之间的社交网络生成推荐信任和信誉,进而通过聚合和信任传递生成服务信任。该服务信任生成模式符合“去中心化”教育服务网络的特征,利用基于服务交互和推荐交互生成的社会化网络关系生成相关信任要素,进而得到用户与服务之间的服务信任。本章最后,通过可信服务推荐的应用验证了这种信任生成模式的适用性。

5.1 问题的提出

5.1.1 “去中心化”教育服务网络的提出和挑战

随着网络教育理论的发展和网络相关技术的进步,网络教育呈现出多方位演化趋向:从以教为中心到以学为中心,从封闭到开放,从孤立到关联,从泛常到个性化,从消费到参与^[2]。网络教育的开放和关联促成“去中心化”教育服务网络的兴起。“去中心化”教育服务网络实质是P2P(Peer to Peer)网络,广泛应用于电子商务、社交媒体、网络教育等各个领域。在该教育服务网络中,没有第三方权威的监管机制,每个用户都扮演提供者 and 使用者等多种角色,用户节点身份对等、交互自由、高度自治。这样的教育服务网络的管理成本较低,信息交流方式灵活便利,但存在脆弱性等问题,即一旦有任一节点受到攻击,整个网络都存在极大的危机。因此,“去中心化”教育服务网络需要建立信任机制,让每个节点都有能力实现信任收集、评估、反馈、更新等多个流程,实施信任自治,以确保整个教育服

务网络的安全。

在第4章的研究中,可信教育服务是高信誉提供者提供的高质量的教育服务,在权威监控型教育服务网络中,通过集中式教育服务管理和第三方权威的教育服务评测,构造了一个从服务质量和提供者信誉获取满足用户质量偏好的可信教育服务评估方法。然而,在“去中心化”开放教育服务网络中,第三方权威可能不一定存在或并不一定可信,因此,需要利用开放网络的社会化网络性质,设计相关模型,综合考虑请求者信任的教育服务提供者或高信誉的提供者,以及该提供者提供或推荐的教育服务信息来综合评估可信教育服务。

因此,在“去中心化”教育服务网络中,信任问题更加突出,信任生成的构建更加复杂。同时,可信教育服务的评估和发现需要获取的数据来源更加开放和不确定,这就使得虚拟网络环境下如何构建信任、如何发现可信的网络教育资源或服务成为开放网络教育环境下的两大重要问题。

5.1.2 相关研究综述

有研究表明,在教育环境中,构建信任的关系和氛围非常重要。Mohd Anwar 和 Jim Greer^[3]在研究中充分阐述了信任在学习伙伴之间协作学习的重要性,认为信任是促进合作学习、健康竞争以及知识共享的重要因素。Mohd Anwar 和 Jim Greer^[3]发现,教育参与者相互信任在分享学习、同伴评论、学习资源选择、协作学习、群组学习等教育交互活动中非常重要,并提出一种用身份管理和信誉管理来促进和构建教育参与者信任的模型。

在网络教育模式下,通过网络媒体实施和传递的教学阻断了学习者之间以及学习者和教师之间天然的信任联系,构造网络教育环境下的信任显得更加重要和必要。针对P2P网络环境,Xu 和 Korba^[4]提出一种针对分布式 e-learning 服务控制的信任模型,解决在交互式 e-learning 中的安全和隐私问题。Stephen J. H. Yang 等^[5]认为信任是知识共享的基础,基于P2P的网络环境,提出增强虚拟学习社区知识共享的 e-learning 质量和支持搜索高质量教学内容和可信协作者的方法。在具有社会化网络特征的开放网络中,G. Liu 等^[6]对社会化网络丰富的上下文语义信息进行归类,构建了一个融合信任、社会化关系、推荐规则和信任质量等属性的复杂社会化网络结构来模拟现实的开放网络,基于该网络架构,把可信服务提供者的选择问题转化为最优信任路径的选择问题,采用一个创新优化算法对社会化网络进行搜索和遍历来获得可信服务提供者。Carchiolo 等^[7]在P2P网络环境中构建了一种具有信任关系和使用关系的网络结构图,通过描述节点之间的信任关系以及节点对资源的使用关系构建用户之间的社会化网络关系。基于该网络结构图,计算任何节点之间的信任程度,并基于信任度,为教育资源请求者推荐可信的教学资源。该方法为本章解决教育服务网络中信任用户搜索的计算量问题提供了参考。

在网络环境下,存在大量具有相同功能、不同质量的网络教育资源或服务,加上教育资源或服务的提供者具有匿名性和不确定性,造成用户选择教育资源或服务时进入两难境地。这是网络世界典型的信息过载和信任缺失事件,影响着网络资源和服务的应用效率,影响用户对网络资源和服务的使用信心。为此,研究者和工程技术人员研究开发了多种网络资源或服务的接入方式,如搜索、推送、推荐等。在技术增强的教育服务网络,资源

和服务推荐系统是常见的系统服务,在研究和实际应用领域取得了极大的研究和应用成果。Verbert 等^[8]对网络教育环境下上下文感知的推荐系统进行了综述,并对未来的研究方向进行了梳理,指出未来研究的挑战包括:教育上下文获取和表达的挑战,教学效果和推荐效果评估的挑战,数据集共享的挑战,教育上下文信息私密性保护的挑战,推荐系统与用户交互的挑战,面向全局数据的结构性挑战等。

上述研究和实践探索昭示了网络教育背景下信任和可信计算丰富的理论、技术和应用内涵。新理论、新技术的不断融入,将给网络教育带来更多的机遇和挑战,网络教育服务的质量监控问题、网络教育服务和用户的可信性问题、网络教育资源服务或学习伙伴等的服务推荐问题仍将是网络教育服务应用的核心问题。

本章通过增强对开放网络中可信、信任、信誉的语义分析,进一步提高信任生成的灵活性以及可信教育服务发现、推荐的准确性。针对开放网络数据稀疏问题,通过信任传递扩大信息搜索范围,在构建的信任网络、服务网络之上运用基于信任传递和聚合技术对间接教育服务提供者的信任度进行评估和决策,获得更多的服务信任以及可信服务发现机会。

5.2 基于社会网络关系的教育服务网络模型

5.2.1 教育服务网络中的行为和关系

“去中心化”教育服务网络具有社会化网络的特征,其构成实体主要有两大类,一类是教育服务网络中的用户,另一类是各种类型的教育服务。在教育服务网络教育应用的过程中,网络实体之间产生大量各种类型的互动和交互。例如:用户之间因提供和使用教育服务产生直接服务交互,形成服务交互关系,这些服务交互行为主要有请求、提供和评价。其中,请求由请求者发出,提供者接收,请求者提出服务需求,满足服务需求的提供者竞争提供服务的机会;提供由提供者发出,使用者接收,使用者感知提供者的服务,收获相应的服务体验;评价由双方依据各自的服务体验给出的对对方的服务感受评估。

除了围绕服务交互的这些行为外,教育服务网络中网络对象之间还会产生另外一些社会化交往行为。在“去中心化”教育服务网络中,因为没有第三方权威的存在,需要聚集社群的力量来实施质量筛选、可信服务鉴别、服务提供者的信誉认证、可信服务交易的促进等工作。因此,每个实体具有独立自主的社会交往行为,如加好友、推荐服务或好友等行为。在“去中心化”教育服务网络中,好友并不是现实的好友,而可能是具有相同服务使用经历并有相似服务体验感受的用户,好友一般具有相似的特征或偏好。因此,好友之间相互推荐服务甚至各自的好友,使得推荐成为“去中心化”教育服务网络的一个典型行为。

随着各种行为的纵横交错、有序无序地展开,在教育服务网络中形成一系列相对稳定的关系。服务交互行为逐步产生服务交互关系,形成包括使用者、提供者、服务以及评价结果的关系集合;社交行为导致出现了好友关系和推荐关系,好友关系是因共同使用相同教育服务或推荐教育服务而产生,两个用户曾是共同教育服务经历中的使用者,基于相似的教育服务需求和经历,好友关系中的一方对另一方产生信赖。推荐关系分为好友推荐

关系和服务推荐关系,好友推荐关系是好友关系的一个子集,服务推荐关系则是用户和服务之间的关系,表示用户对某个服务的特殊的好感和评价,值得他去推荐。

除了直接的关系外,利用网络的连通性,更多的用户之间还可以形成间接关系。例如,在同一上下文中,Alice有好友Bob,Bob有好友Carl,尽管Alice和Carl没有直接关系,但可以生成Alice和Carl之间一定程度的好友关系。虽然从理论上信任、好友、推荐等关系可以传递,但直接的服务交互和评价反馈信息获得的用户之间的直接关系是奠定教育服务网络用户之间关系的基础。

5.2.2 教育服务网络中的信任和信任关系

在教育服务网络中,用户与教育服务之间存在提供、使用、推荐、评价等教育活动并产生相应的关系,如用户和用户之间的服务交互、好友、推荐等关系,关系客观存在并形成错综复杂的关系网络。在某个应用场景下,并不是所有关系都有意义,一般都会根据应用的需求确立有用的关系。

研究表明,信任的双方能确立稳定的关系,并且这种关系又进一步促进信任^[9]。在“去中心化”教育服务网络中,教育服务的质量、教育服务参与者的身份和信誉不再由第三方权威认证,需要其他更加开放的机制构建教育服务网络中的信任关系,以便相关应用的顺利开展。

为此,通过分析教育服务网络的核心需求和服务交互、社会化交往等行为,归纳出教育服务网络中的服务信任和推荐信任,以及基于其上的服务信任关系、好友信任关系和服务提供或推荐关系。

1. 教育服务用户之间的服务信任和推荐信任

教育服务网络中,为了获得可信教育服务,教育服务使用者一方面关注信任的教育服务提供者提供可信高质量的教育服务,以减少教育服务交易风险;另一方面,又希望诚信的好友为其推荐可信高质量的教育服务,以减少可信教育服务发生的费用。因此,施信者(trustor)对受信者(trustee)在不同期望下会有两种不同的信任:在请求服务时关注的是受信者提供可信、高质量服务的能力的信任;在请求推荐时关注的是受信者诚实、可靠地进行推荐的信任。

定义 5-1 服务信任。施信者A对受信者B提供服务内容M的专业水平、能力、质量的信念。用 $T_{A \rightarrow B}^M$ 表示A对B的服务信任度。

定义 5-2 推荐信任。施信者A对受信者C作为具有共同教育服务交易经历的好友,在推荐其他教育服务时诚实、可靠的信念。用 $P_{A \rightarrow C}$ 表示A对C的推荐信任度。

$T_{A \rightarrow B}^M$ 、 $P_{A \rightarrow C}$ 的值由时间窗口内教育服务交互和社会化交往所产生的各种数据和关系计算获得,但它们计算的侧重点不一样,服务信任度主要评估受信者的服务能力,推荐信任度主要评估受信者和施信者的偏好相似性以及愿意、诚实推荐的程度。

2. 服务信任关系、好友信任关系以及服务提供或推荐关系

教育服务网络中,由用户直接参与的教育服务交互和社会化交往行为构建用户之间的信任关系。用户之间的信任关系包括基于服务交互的服务信任关系和基于社会化交往的好友信任关系。

定义 5-3 服务信任关系。用户 A 使用了用户 B 提供的教育服务后,对其能力、提供的教育服务的质量进行评价,产生对 B 提供教育服务内容 M 的服务信任,建立与 B 的服务信任关系。

服务信任关系因教育服务交易而自动建立,并由服务信任度 $T_{A \rightarrow B}^M$ 来度量服务信任关系的信任强度。随着教育服务交互的持续进行,服务信任关系可能增强、不变或减弱,相应的信任强度由服务信任度量。

在教育服务网络中,教育服务数量很大,教育服务内容繁多,关于某个教育服务内容 M 的具有直接服务交互(提供和使用交互)的用户比例很小,直接服务信任关系的数量严重不足。为了克服这种数据稀疏性,需要一些策略来挖掘用户之间的更多的潜在关系。

定义 5-4 好友信任关系。若用户 A 和用户 C 在共同的教育服务提供者处有相同教育服务交互行为,则 A 和 C 可以互为好友。如果 A 或/和 C 自愿建立与对方的信任关系,则构建了单方/双方的好友信任关系。

在好友信任关系的建立中,除了具有相似的交互行为,主观意愿起决定性作用。根据推荐信任的语义,只有在施信者有意愿的前提下才建立相应的好友信任关系,因此,好友信任关系的建立主要依据系统推荐、施信方自愿的原则,具有好友信任关系的施信者相信受信者可以为其推荐可信高质量的教育服务。推荐信任度 $P_{A \rightarrow C}$ 表示好友推荐关系的信任强度,其初值等于系统推荐值,随后, $P_{A \rightarrow C}$ 值将由 A 按 C 的表现而评定,必要时,施信者可以取消与受信者的好友信任关系。

好友信任关系是服务信任关系的补充,因为没有服务内容的限制,更多的用户与教育服务网络中的其他用户有了联系或有了更多的联系。

除了用户之间因服务交互而产生的信任关系外,用户与教育服务之间也有相应的关系。教育服务由教育服务提供者提供,提供者在描述其提供的教育服务时,对教育服务的功能和质量属性值进行了初始化输入,这些属性值是教育服务请求者调用教育服务的依据之一,把教育服务质量属性的初始输入数据称为教育服务提供者的服务质量承诺。

当教育服务使用者使用某个教育服务后,对其服务质量有了直接的体验,教育服务使用者可以决定是否对该教育服务进行推荐,如果选择推荐,则在教育服务使用者和推荐的教育服务之间产生服务推荐关系。

定义 5-5 服务提供或推荐关系。教育服务提供者及其提供的教育服务之间有提供关系,提供者提供的关于教育服务质量的信息是其对教育服务质量的承诺;教育服务推荐者及其推荐的教育服务有推荐关系,推荐者提供的关于教育服务质量的推荐值是其对教育服务质量的认可程度。

在服务提供关系和服务推荐关系中,统一使用推荐度来表示提供者对教育服务质量承诺的信心度以及推荐者对教育服务推荐的信心度。承诺越好、推荐度越高,对教育服务质量的信心越大。

5.2.3 具有信任和推荐关系的教育服务网络模型

教育服务网络中,用户之间的直接交互以及用户和教育服务之间的提供、推荐关系构

成了教育服务网络的社会关系网络。

1. 信任关系和推荐关系构成的教育服务网络模型

教育服务网络中,参与直接服务交互的用户之间逐步形成信任和被信任的服务信任关系,没有直接服务交互的用户之间可能产生好友信任关系。

如图 5-1(a)所示,用户 A 多次在服务内容 M_1 、 M_2 上使用了 B 提供的教育服务,发生了服务交互,产生了从 A 到 B 的关于服务内容 M_1 、 M_2 的服务信任关系,用虚线箭头表示 A 对 B 的这些服务信任关系。多个用户(如 C、D、F)与 A 有相似的服务交互经历(如 C 与 A 一样与 B 发生了基于服务内容 M_2 的服务交互),经系统推荐,A 选择 C、D、F 作为自己的好友,用实线箭头表示 A 与这些好友的好友信任关系。由这些服务信任关系以及好友信任关系及其信任对象构成用户 A 的个人信任关系网络。

教育服务网络中的所有用户的个人信任网络连接起来,构成教育服务网络的全局信任关系网络,如图 5-1(b)所示。结合图 5-1(a)和图 5-1(b),可以看到一个可能的关系情况:A 与 D 存在服务信任关系,而又因 A 和 D 同时都与 E 有服务信任关系,因此,A 又选择 D 作为自己的好友,即 A 和 D 之间既有服务信任关系,也有好友信任关系。同时,D 也选择 A 作为好友,如此,A 与 D 之间有双向的好友信任关系。

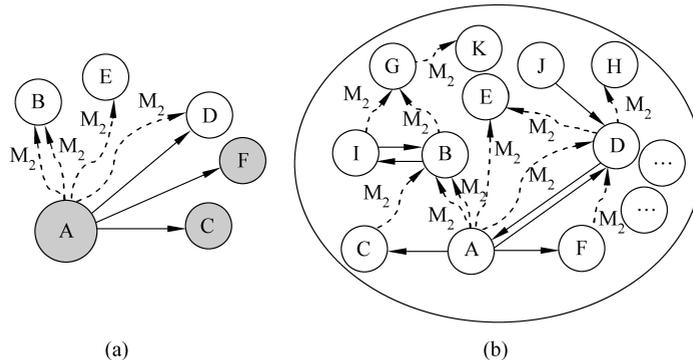


图 5-1 用户 A 的个人信任关系网络和教育服务网络的全局信任关系网络

教育服务网络中的实体除了教育服务的用户外,还有教育服务本身。教育服务网络中,用户既可以是教育服务提供者,也可以是教育服务请求者和使用者。用户作为教育服务提供者,提供教育服务的描述,特别是质量描述。可以把教育服务提供者的提供行为看成推荐行为,即提供者按教育服务的质量描述推荐自己提供的教育服务。作为教育服务使用者,用户对自己使用过的教育服务进行评价,并可以以其感知的质量推荐该教育服务。提供和推荐行为导致用户和教育服务之间产生提供、推荐关系。

在教育服务网络全局信任关系网络的基础上,增加教育服务用户与教育服务的提供、推荐关系,构成完整的教育服务网络的交互网络模型。如图 5-2 所示, S 是所有教育服务的集合, U 是教育服务网络用户的集合,用粗点线箭头表示用户与教育服务之间的提供、推荐关系,箭头由用户指向教育服务,表示用户对教育服务的提供、推荐。在教育服务网络中,用户和教育服务是相对独立的实体集合,用户之间构成信任关系网络,用户与教育服务之间存在由提供、推荐关系构成的推荐网络。

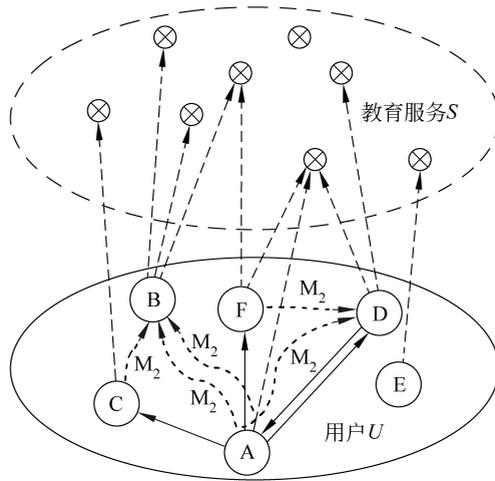


图 5-2 用户之间的信任关系及用户与教育服务之间的推荐关系

进一步地,把图 5-2 描述的各种关系构成的网络表示成一个有向图 $G=(N, E)$,其中 N 是所有教育服务网络实体的集合, E 是所有关系的集合。节点集 $N = \{n | (n \in U) \vee (n \in S)\}$, 包含用户集合 U 和教育服务集合 S ; 边集 E 是信任关系(服务信任关系, 好友信任关系)和提供、推荐关系的集合, $E = \{e | (e \in Rec) \vee (e \in Tru) \vee (e \in Fri)\}$ 中, Tru 和 Fri 表示用户对用户的服务信任关系和好友信任关系, Rec 表示用户对服务的提供、推荐关系。

$Tru = \{(A, B, M, T_{A \rightarrow B}^M) | (A, B \in N), (A \neq B), (T_{A \rightarrow B}^M \in (0, 5])\}$ 是用户 A 和另一用户 B 之间的服务信任关系的描述, $T_{A \rightarrow B}^M$ 表示 A 对 B 提供服务内容 M 的服务能力的信任度, 服务信任度取值为大于 0 的实数, 最高为 5, 由系统依据 A 、 B 间的交互情况进行维护。

$Fri = \{(A, B, P_{A \rightarrow B}) | (A, B \in N), (A \neq B), (P_{A \rightarrow B} \in (0, 5])\}$ 是用户 A 和另一用户 B 之间的好友信任关系的描述, $P_{A \rightarrow B}$ 表示 A 对 B 提供推荐的推荐信任度, 推荐信任度取值为大于 0 的实数, 最高为 5, 其初值由系统依据 A 、 B 共同交易和评分情况给出, 建立好友信任关系后由施信者 A 依据对 B 的推荐信任进行值的维护。

$Rec = \{(A, X, (recc_{AX}, QoS_{AX})) | (A \in U), (X \in S), (recc_{AX} \in (0, 5]), (QoS_{AX} \in [0, 5])\}$ 表示用户 A 对教育服务 X 的提供、推荐关系, $recc_{AX}$ 表示用户 A 对教育服务 X 的推荐度, 反映用户 A 对教育服务 X 推荐的意愿的强烈程度, QoS_{AX} 表示 A 对教育服务 X 服务质量的评价(当用户是教育服务 X 的使用者时)或承诺(当用户是教育服务 X 的提供者时)。推荐度的取值是大于 0 的实数, 最高为 5。

2. 教育服务网络的用户层视图和服务内容子图

图 5-2 展示了整个教育服务网络信任和推荐关系拓扑图的一部分, 实际上, 这个图是庞大而复杂的。如果集中维护网络的各种关系和属性, 工作量将是巨大的。因此, 采取网络节点各自维护自己的用户层视图的方法来简化拓扑关系的维护工作。

图 5-3 展示了用户 A 的私有用户层视图。 A 维护自己的用户层视图, 包括提供、推

荐关系和服务、好友信任关系,以及自己的评价和得到的评价的相关数据。分布式的信息存储,防止了因网络的动态性造成的单点失效、性能瓶颈和负载不均衡等问题,但也可能出现恶意用户篡改信息的行为和因此出现的问题。当网络中的某个用户提出可信教育服务推荐的查询请求时,搜索进程将沿着该用户的两种关系的关系链进行可信教育服务的搜索和评估。

另一个有用的子图是关于某个教育服务内容(如 M_2)的关系网络子图,图 5-4 所示的服务内容子图中,所有关系的建立都是基于特定教育服务内容 M_2 。

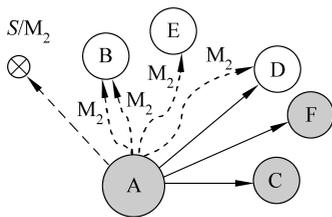


图 5-3 用户 A 的信任和推荐关系的用户层视图

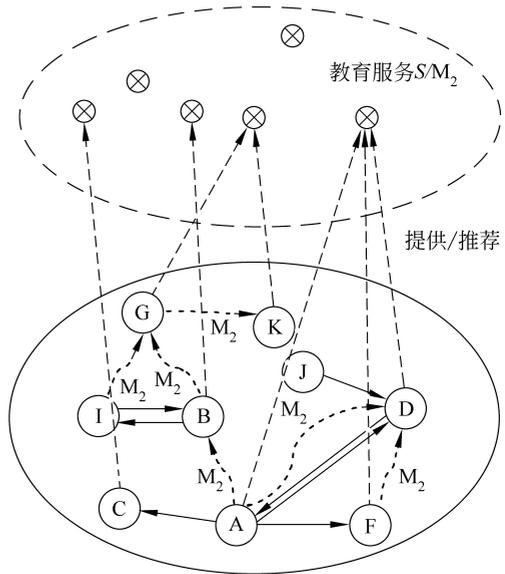


图 5-4 教育服务网络的一个关于服务内容 M_2 的子图

实际教育服务网络中,网络节点间的连接密度远没有图 5-4 所示的那样稠密,并且网络节点的连接分布呈幂律分布:大部分节点拥有很低的连接数,少数节点拥有非常高的连接数。教育服务网络社会关系网络的稀疏性及不均匀性是网络平台常见的问题,需要使用特定的方法解决这些问题。

5.2.4 社会化网络特征

具有信任关系和提供、推荐关系的教育服务网络具有一些典型的社会化网络性质,其实体(节点)关系的连接度呈幂律分布,新用户总是优先选择连接度高的用户或教育服务,而使少数对象获得极高的连接度,并且在各种度数层级,节点度数始终呈现幂律分布或无尺度分布特点^[10]。

(1) 用户节点的入度。教育服务网络中,用户节点 A 的服务信任关系的入度的意义是:有多少用户曾经与 A 发生过服务交互,并对 A 作为服务提供者的角色产生了服务信任。服务信任关系入度相对较大的用户节点,表示该用户被较多用户信任,隐含其在相应

教育服务提供能力方面有较高信誉。相应地,用户节点 A 的好友信任关系入度表示有多少用户把 A 加为好友,产生推荐信任。

(2) 用户节点的出度。教育服务网络中,节点 C 的出度的意义是: C 有多少可以信任的“好友”,这些“好友”曾与 C 发生教育服务交互或具有相似的教育服务经历, C 愿意相信他们并把他们作为好友。当“好友”作为提供者时, C 考虑其服务信任,当“好友”作为推荐者时, C 考虑其推荐信任。出度的大小反映了 C 可以选择的具有直接信任的教育服务提供者或推荐者的数量。

(3) 对象节点的连通。教育服务网络中,对象节点间以信任关系或推荐关系相连。在信任网络中,通过“好友”以及“好友”的“好友”,信任沿着信任关系组成的信任链传递,使更多的用户之间有信任关系,再由用户与教育服务之间的提供、推荐关系,定位到用户提供、推荐的教育服务。信任和推荐关系构成的教育服务网络是一个小世界网络,依据六度空间理论,通过信任传递和提供、推荐关系,教育服务网络中的用户节点理论上可以全连通,进而通达所有教育服务。

5.3 基于社会网络关系的服务信任生成

5.3.1 “去中心化”教育服务网络的信任生成模式

“去中心化”教育服务网络中典型的行为包括请求、提供、评价等服务交互行为以及包括加好友、推荐等的社交行为。这些行为形成的交互记录、确立的服务信任关系、好友信任关系、推荐信任关系共同构成具有社会网络特征的教育服务网络。在该网络中,包括用户之间的社交网络以及用户、服务之间的服务网络。通过网络中节点关系的确立,形成直接服务信任和推荐信任;通过网络的连通特性的运用,可以获得超越直接信任的间接信任关系,进而在教育服务网络中形成更多的关系;通过网络节点出度、入度的聚合性质,可以汇聚用户节点所有信任关系的综合信任,形成用户节点的信誉。

信任关系连成的信任关系网络与好友关系连成的社交网络一起,是服务信任生成的所有资源。通过基于上下文的聚合计算,获得应用场景所需的服务信任、人际信任。基于这种社会网络关系的信任生成模式如图 5-5 所示。

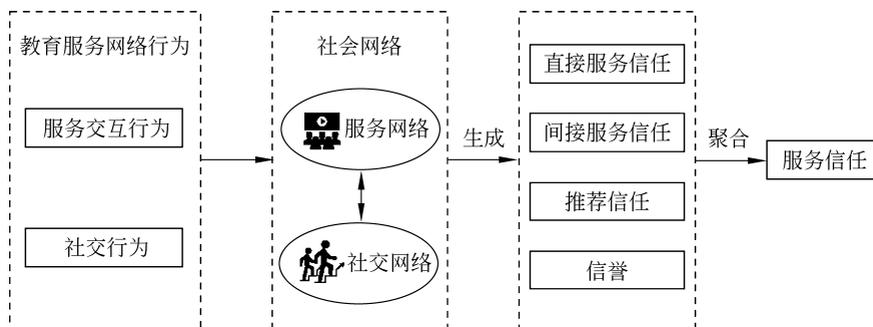


图 5-5 基于社会网络关系的信任生成模式

5.3.2 服务信任和服务信誉的计算模型

1. 推荐度

推荐度和教育服务 QoES 是提供、推荐关系的两个主要参数,分别表示用户对教育服务推荐的信心指数和感知(或承诺)的教育服务的质量。在提供、推荐关系中,当用户是教育服务的提供者,每条推荐边上的推荐度初值由用户自己设置,推荐边上教育服务的 QoES 初值是用户作为教育服务提供者对服务质量的承诺;当用户是教育服务的推荐者,推荐边上的推荐度值是其对教育服务使用后的满意程度,相应的 QoES 值是其体验到的教育服务质量评分。

定义 5-6 服务体验 QoES。设用户 i 使用教育服务 l 后,依据服务感受对教育服务 l 的 QoES 评价是一个二元组: $\epsilon_{i,l} = (Q, f)$, 其中, Q 和 f 分别定义如下:

- Q 是教育服务 l 的 QoES 参数集合。QoES 参数包括教育服务的可用性、教育性、知识性、技术性等服务质量参数,记为 $Q = \{q_1, q_2, \dots, q_n\}$ 。其中, $|Q| = n$ 表示教育服务 l 有 n 个 QoES 参数。
- $f: Q \rightarrow [0, 5]$ 是对教育服务 l 的 QoES 评价函数。对于 $\forall q_k \in Q, f(q_k) = \delta_k, \delta_k \in [0, 5], \delta_k$ 表示用户 i 对教育服务 l 的第 k 个 QoES 参数 q_k 的评价值。

定义 5-7 服务承诺 QoES。若用户 i 推荐自己提供的教育服务 l , 则对提供的教育服务的 QoES 有一个承诺值。同定义 5-6, 教育服务承诺 QoES 也是一个二元组: $\epsilon_{i,l} = (Q, g)$, 其中, $g: Q \rightarrow [0, 5]$ 是对教育服务 l 的 QoES 承诺函数。对于 $\forall q_k \in Q, g(q_k) = \rho_k, \rho_k \in [0, 5], \rho_k$ 表示教育服务提供者对教育服务 l 的第 k 个 QoES 参数 q_k 的承诺值。

定义 5-8 推荐度。推荐度表示用户 i 对教育服务 l 的推荐信心指数。记为 $\text{Recc}_{i,l}$, 则

$$\text{Recc}_{i,l} = \begin{cases} \varphi_r \times \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n \rho_k^l, & \text{当用户 } i \text{ 是教育服务 } l \text{ 的提供者} \\ \varphi'_r \times \frac{\sum_{k=1}^n \delta_k^l}{\text{MAX}(\sum_{k=1}^n \delta_k^m)}, & \text{当用户 } i \text{ 是教育服务 } l \text{ 的使用者} \end{cases} \quad (5-1)$$

公式(5-1)中,当用户 i 是教育服务 l 的提供者时,推荐度与 i 对教育服务 l 的 QoES 承诺值相关;当用户 i 是教育服务 l 的使用者时, i 对教育服务 l 的推荐度和用户 i 对教育服务 l 的 QoES 评价与用户 i 对所有使用的教育服务 m 的 QoES 评价的最大值的比值相关。使用修正系数 φ_r 和 φ'_r , 用户 i 可以对推荐度进行一定的按需修正,修正系数 φ_r 和 φ'_r 的修正结果有最高值和最低值的限制,即 $\text{Recc}_{i,l} \in (0, 5]$, 默认情况下, $\varphi_r = 1, \varphi'_r = 5$ 。

用户 i 对所有使用过的教育服务 m 的 QoES 评价的最大平均值总是以 $\text{MAX}(\sum_{k=1}^n \delta_k^m)$ 参数的形式存放在用户 i 的私有数据列表中,并随着用户 i 的活动而动态更新。根据现实语义,推荐度不等于 0, 否则,该提供、推荐关系将不存在。