

一种面向个性化网络学习的协同学习任务生成方法

刘 均, 李人厚, 郑庆华

(西安交通大学电子与信息工程学院, 710049, 西安)

摘要: 提出了一种面向个性化网络学习的协同学习任务自动生成方法. 该方法以学习目标与学习小组中学习者的个性特征为输入, 通过基于学习者认知水平的协作成员分组和基于耦合度的协同学习模式分配, 生成符合学习者群体个性特征的协同学习任务, 从而有效地解决了网络学习中个性化学习与协同学习相结合的问题. 该方法已在实时教学系统中进行了测试, 结果表明, 相对无指导的协同学习, 根据此方法所生成的学习任务的协同学习可有效提高学习效率.

关键词: 协同学习; 协同学习任务; 耦合度

中图分类号: TP31 **文献标识码:** A **文章编号:** 0253 - 987X(2004)08 - 0800 - 04

Generating Method of Collaborative Learning Task for Personalized Network Learning

Liu Jun, Li Renhou, Zheng Qinghua

(School of Electronics and Information Engineering, Xi an Jiaotong University, Xi an 710049, China)

Abstract: An auto-generating method of collaborative learning task for network learning was proposed. Regarding the learning goal and learners' personality characteristics as inputs, the method can generate collaborative learning tasks based on the grouping of learners' cognitive-level and assigning of collaborative learning pattern' coupling degree. The method can effectively solve the issue of the integration of collaborative learning with personalized learning in network learning, and was tested in our interactive synchronous real-time tele-teaching system. The results show that the collaborative learning based on the task generated by the proposed method is more effective than the collaborative learning without supervisor.

Key words: collaborative learning; collaborative learning task; coupling degree

协同学习是指学习者以群体形式为获得个人与群体的习得成果而进行合作的学习方式. 在协同学习中, 学习者的知识建构可以被整个群体所共享^[1], 即由整个群体共同完成对所学知识的意义建构. 相对于个体学习, 协同学习可有效提高学习者的学习效率. 为了将协同学习应用于网络教育, 人们提出了计算机支持的协作学习(CSCL)理论与技术, 它主要研究网络环境下的学习者针对特定学习目标的协同学习^[2]. 目前, 国内外已构建了若干 CSCL 应用系统, 如 British Columbia 大学的 Web CT, 加拿大 Simon Fraser 大学的基于 Web 的教学工具 Virtual-U 等. 然

而, 上述系统只是一些协同学习的支撑系统, 仅在一定程度上解决了网络环境中学习者的交互问题, 在具体应用中还存在以下问题: 缺少学习任务自动生成机制, 无法很好地指导与控制学习者的学习过程; 未考虑协同成员的个性化属性, 这会影响少数个体的习得成果.

针对上述问题, 本文提出了一种面向个性化网络学习的协同学习任务生成方法, 该方法是将学习目标与学习小组中学习者的个性特征作为输入, 生成符合学习者群体个性特征的协同学习任务.

收稿日期: 2003 - 10 - 15. 作者简介: 刘 均(1973~), 男, 博士生; 李人厚(联系人), 男, 教授, 博士生导师. 基金项目: 国家自然科学基金资助项目(60103022; 60373105).

1 基本概念

定义1 构成学习资源各层次的元素为学习单元.学习资源可分为学科、专业、课程、块、可分配单元以及知识点6个层次,各层学习单元集合分别记为 $R_1 \sim R_6$.层与层之间以及同层内部的学习单元存在隶属、前序、平行3种知识关系.学习者对学习单元的状态有“不能学习”、“未学习”和“通过要求”3种类型.

定义2 一组学习单元的认知要求为学习目标.每个学习单元的认知要求作为一个子目标,可用(学习单元,认知要求,阈值函数)三元组形式来描述.

定义3 对某个或某组学习子目标采用的协同学习策略为协同学习模式,主要包括竞争、辩论、合作以及角色扮演4种类型^[3].

定义4 针对学习目标的一系列有序的学习活动为学习任务.

定义5 针对某个或某些子目标采用某种协同学习模式进行学习的过程为学习活动.

定义6 在学习活动中,学习者完成协同学习模式所赋予角色职责的过程为事件.事件可分为协同学习与协同学习控制2种类型.

2 协同学习任务的形式化描述

下面从任务、活动和事件3个层次对协同学习任务进行形式化描述.

(1)学习任务可用学习目标、参与协同学习的学习者集合以及学习活动集合构成的三元组来描述,即

$$(Objective, \{Learner\}, \{Activity\}) \quad (1)$$

学习者需要访问的学习单元可用学习目标来描述,它是所有学习子目标中学习单元的集合.

(2)学习活动可用序号、协同学习模式、学习子目标集合、事件集合以及事件关系集合构成的五元组来描述,即

$$(Number, Learning Mode, \{Subobjective\}, \{Event\}, \{Relation\}) \quad (2)$$

学习活动的执行顺序由序号确定,从一个学习活动进入下一个学习活动的条件为是否完成当前学习活动中的所有子目标.

(3)协同学习类事件可用事件ID、事件类型、学习者与角色构成的二元组集合、学习子目标集合以

及所使用交互模式(如视音频、电子白板等)集合构成的五元组来描述,即

$$(Event ID, Event Type, \{Learner, Role\}, \{Subobjective\}, \{Interaction Mode\}) \quad (3)$$

(4)事件关系可用事件关系类型及事件ID集合构成的二元组来描述,即

$$(Event Relation Type, \{Event ID\}) \quad (4)$$

事件之间具有先序、同步和互斥3种关系.

3 协同学习任务生成方法

在学习任务形式化描述的基础上,提出了如图1所示的协同学习任务生成方法.该方法包括学习者分组、确定学习资源、分解学习单元、分配学习模式以及生成事件序列.

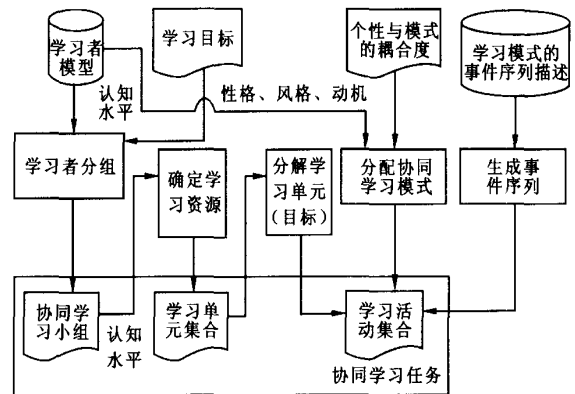


图1 协同学习任务生成方法

3.1 学习者分组

学习者分组的基本思路为:分别求解出学习目标所涉及的可分配单元集合和每个个体学习者“未学习”的可分配单元集合;采用布尔型向量描述学习者对学习目标中可分配单元的认知情况,并根据认知向量对学习者进行聚类.

(1)求解学习目标所涉及的可分配单元集合.设与学习目标 G 直接相关的学习单元集合为 $R_0 = \{r_i\}$;又设 $|R| = n$ 已考虑到学习单元间的隶属关系,对于可分配单元或其以上级别的 r_i ,涉及到的学习单元集合应为 $R_0 = \bigcup_{i=1}^n INCLUDE(r_i) \quad R_0$, 其中的 $INCLUDE(r_i)$ 为 r_i 的隶属集,是直接间接隶属于该单元的所有学习单元的集合;对于可分配单元以下级别(即知识点级别)的 r_i ,涉及到的学习单元集合(可分配单元级)应为 $R_0 = \left\{ r_j \mid (r_j, i, r_i) \left[r_i \left(R_0, R_6 \right) \right] \right\}$, 显然 $R_0 \subseteq R_5$.

通过上述分析,学习目标 G 所涉及的可分配单元集合应为 $\bar{R}_0 = \begin{pmatrix} R_0 & R_s \\ & R_0 \end{pmatrix} R_0$.

(2) 求解学习者学习目标中“未学习”的可分配单元集合. 设学习者 s 在学习资源中的“未学习”的学习单元集合为 R_s , 则在学习目标 G 中“未学习”的可分配单元集合为 $\bar{R}_s = \bar{R}_0 \cup R_s$.

(3) 建立针对学习者认知情况的布尔型向量. 向量的每一维表示学习者对某个可分配单元的学习状态, 若某一维数值为 1, 则表明对应学习单元状态为“未学习”, 否则为“不能学习”或“已通过要求”. 设 $\bar{R}_0 = \{ \bar{r}_k \}$, $|\bar{R}_0| = m$, 对于第 k 维的数值可由布尔表达式 $\bar{r}_k \in \bar{R}_s$ 确定.

(4) 针对学习者认知水平的学习者聚类. 对于二元变量构成的向量, 相似度的计算不能采用针对区间标度的方法, 否则会误导聚类结果^[4]. 应该采用简单匹配系数方法来计算由对称二元变量构成的向量相似度. 考虑到聚类结果数目的不确定性, 可用层次聚类方法 (AGNES), 并定义某个向量与簇的相似度为该向量与簇内所有向量相似度的算术平均值.

在学习者分组的基础上, 根据聚类中心确定该组学习者应学习的可分配单元, 进而将每个可分配单元对应地分配到各个学习活动中, 从而实现学习单元的分解.

3.2 确定学习模式

根据可分配单元适合的学习模式与学习者的性格、动机、风格等因素, 确定每个学习活动的协同学习模式以及学习者的角色. 下面引入学习者与角色耦合度的定义.

定义 7 学习者的个性特征与角色要求的匹配程度为学习者与角色的耦合度.

角色要求 r 用以二元组为元素的向量来描述, 二元组由个性属性 p 与属性值 v 构成, 即 $((p_1, v_1), (p_2, v_2), \dots, (p_m, v_m))$. 设学习者 l 对应属性、属性值构成的向量为 $((p_1, v_1), (p_2, v_2), \dots, (p_m, v_m))$, 则学习者 l 与角色要求的耦合度 $c(l, r) = \left[\frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \frac{1}{b_i^2} (v_i - v_i)^2 \right]^{1/2}$, 其中的 b_i 为属性 p_i 值的域长度, 显然 $c(l, r) \in [0, \dots, 1]$.

在学习者与角色耦合度的基础上, 借鉴 Moreno 的社会测量法思想, 进一步提出了协作学习小组与协作学习模式的耦合度. 该耦合度可定义为: 在某个协作学习模式中, 所有合法的角色匹配所导致的学习者平均耦合度的最小值. 设协同学习小组 L 中有 h 个学习者, $L = \{ l_1, l_2, \dots, l_h \}$; 学习者参与的学习

模式 M 中有 q 种角色, 模式 M 的角色集合 $O = \{ o_1, o_2, \dots, o_q \}$, 每个角色 o_j 在模式 M 中的合法个数区间为 $[\min_{M,j}, \dots, \max_{M,j}]$. 设 $LO \subseteq 2^L \times O$ 是一个由学习者与角色所构成的二元组的集合. LO 是合法的角色分配, 当且仅当满足

$$\forall (l_i \in L) (\exists o_j ((l_i, o_j) \in LO)) \\ ((l_i, o_k), (l_i, o_j) \in LO) \implies (o_j = o_k)$$

若 $\forall (o_j \in O)$, 有 t 个 $l (l \in L)$ 满足 $(l, o_j) \in LO$, 则 $t \in [\min_{M,j}, \dots, \max_{M,j}]$.

设 $C \subseteq 2^L \times O$ 为所有合法的角色分配集合, 则协同学习小组 L 与学习模式 M 的耦合度为

$$C(L, O) = \min_{LO} \left[\frac{1}{h} \sum_{(l_i, o_j) \in LO} c(l_i, o_j) \right]$$

基于协同学习小组与学习模式的耦合度, 又提出了学习模式确定算法, 步骤如下.

Step1: 设协同学习小组为 L , 初始耦合度 $C = 1$.

Step2: 在适合当前可分配单元的学习模式集合中寻找未匹配的模式; 若不存在, 转向 Step4.

Step3: 设找到的学习模式为 M , 若 M 的角色集合 R 与 L 存在合法的角色匹配, 则计算 $C(L, O)$, 并令 $C = \min(C, C(L, O))$, 转向 Step2.

Step4: 若 $C = 1$, 即不存在适合当前学习小组的协同学习模式, 则寻找与 L 相似程度最小的协同学习小组, 并与之合并, 根据合并后的 L , 重新确定学习模式; 若 $C < 1$, 则使得 $C(L, O) = C$ 成立的 M 为协同学习小组 L 应采用的学习模式.

3.3 生成事件序列

在确定学习目标、学习模式和成员角色的基础上, 结合协同学习模式事件序列的模板可生成完整的学习任务. 下面是竞争学习模式事件序列的模板.

(1) 初始化学习活动 (0, Initialize Activity, {Learner, Role}, {Sub-goal}) 用于设置学习模式以及学习活动中的成员、角色、资源, 其中的 $\{Learner, Role\}$ 为参与竞争学习的学习者及角色构成的二元组集合.

(2) 改变学习资源 (1, Change Resource, {Learner, {Sub-goal}}) 用于改变成员的学习资源或子目标, 其中的 $\{Learner, {Sub-goal}\}$ 表示学习者以及应完成的学习目标构成的二元组的集合.

(3) 个体学习

(2, Individual, Learner₁, Competitor, {Sub-goal₁}),

(3, Individual, Learner₂, Competitor, {Sub-goal₂}),

...



(i , Individual, Learner $_{i-1}$, Competitor, {Sub-goal $_{i-1}$ }) 表示 $i-1$ ($i-3$) 个竞争者进行个体学习, 个体学习事件的关系为 parallel(2, 3, ..., i).

(4) 指导者发言 ($i+1$, 4. Summarize, Learner $_{i+1}$, Instructor, {Interaction Mode}) 表示指导者最后发言总结.

在事件序列模板的基础上, 通过设置相应的学习者、角色和学习目标, 可生成学习活动的事件序列与事件关系.

通过上述过程所生成的学习任务, 在学习资源分配上, 符合协同学习小组中学习者的认知能力, 在各个学习活动的学习模式分配上, 符合学习者的个性特征. 基于该任务, 可较好地实现网络环境下群体学习者的个性化协同学习.

4 结 论

协同学习可有效地提高学习者的效率, 而现有的 CSCL 应用还缺少学习任务的生成机制, 未能实现协同成员的个性化学习等. 本文提出的面向个性化网络学习的协同学习任务生成方法实现了基于学习者认知水平的协作成员分组、基于耦合度的协同

学习模式和角色分配. 采用此方法生成的协同学习任务, 可较好地实现网络环境下群体学习者的个性化协同学习. 学习任务生成方法已在基于 IP 网的师生协同交互环境 Smart-RealClass 中进行了试验, 结果表明, 采用该方法生成的学习任务的协同学习能更有效地提高学习效率.

参考文献:

- [1] Chen Q, Liu R, Zhang J. Creating a constructive environment for learners to explore word problem solving [A]. International Conference on Computers in Education, Beijing, 1998.
- [2] Gerardo A. A collaborative learning environment based on intelligent agents [J]. Expert Systems with Applications, 1998, 14(1-2):129-137.
- [3] 黄荣怀, 张玉洁. 基于网络的协作型教学系统模型 [A]. Global Chinese Conference on Computers in Education, 1999, Macao.
- [4] Han Jiawei, Kamber M. Data mining: concepts and techniques [M]. San Francisco: Morgan Kaufmann Publishers, 2001.

(编辑 苗 凌)

科技日报头版报眼报道我校重大发现

西安交通大学多学科材料研究中心主任、金属材料强度国家重点实验室长江学者客座教授任晓兵博士通过多年研究, 发现了基于全新原理的巨大电致变形效应, 同时研究开发出对环境无污染的无铅压电材料. 这种效应是普通压电效应的 40 倍, 能使电致应变效应提高一个数量级以上, 国际学术界和业界人士认为这种效应的发现是铁电材料领域的重大突破, 有可能引发其实际应用的革命. 任晓兵这一重大研发成果已于 2 月 2 日在国际权威英文杂志《自然》材料分册 (Nature Materials) 上发表. 值得注意的是, 产生这一巨大电致应变的材料是对环境无害的钛酸钡基材料, 这一重大发现为开发对环境无害的高性能电致应变材料提供了重要新途径. 任晓兵的研发成果发表后, 在国际学术界和工业界引起强烈反响: 压电材料研究领域的国际权威、美国宾州州立大学 Uchino 教授在论文电子版登出两天即向任晓兵教授致电祝贺, 称之为“美妙”的论文; 日本科学界重要报刊《科学新闻》等在头版首要位置详细介绍了这一成果; 《日本工业新闻》、《日经产业新闻》等日本工业界主要报纸也报道了这一成果; 世界多家公司向任晓兵发送电子邮件询求详细信息或要求合作生产新材料.

近 10 年来, 任晓兵在相变、铁电材料等领域发表论文 70 余篇, 多次应邀在大型国际学术会议上作专题报告. 这一重大研究成果是在西安交通大学长江学者研究基金、国家自然科学基金委员会海外青年学者合作研究基金和日本 21 世纪先驱基金的资助下完成的.

(来源:《科技日报》2004 年 2 月 7 日)