

# 基于资源的计算机支持的协作式学习

李吉桂

(华南师范大学计算机科学系 广州510631)

**摘要** 本文首次提出了基于资源的计算机支持的协作式学习模式,所谓 CSCLBR 是指在网络环境下,通过学习角色的协作活动,实行以学习资源为主要表现形式的知识交互,和进行以知识获取为最终目的的资源重组,使学习者达到完成学习任务、获取知识的目的的学习模式。文中还进一步讨论了 CSCLBR 的结构、构建思路等,对设计和应用 CSCLBR 有重要的参考价值。

**关键词** CSCL, 资源, CSCW, CSCLBR

## Computer Supported Collaborative Learning Based on Resource

LI Ji-Gui

(Department of Computer Science, South China Normal University, GuangZhou 510631)

**Abstract** This paper firstly brings forward the model of CSCLBR (Computer Supported Collaborative Learning Based on Resource). CSCLBR is a model that based on the Internet. The learners cooperate for the interactions of knowledge and the resource reconstructions to fulfill learning tasks and knowledge acquirement. The paper further discusses the structure and construction of the CSCLBR, which contributes a lot for the design and application of the CSCLBR.

**Keywords** CSCL, Resource, CSCW, CSCLBR

## 1 前言

计算机支持的协作式学习 CSCL (Computer-Supported Collaborative Learning) 随着计算机网络技术的发展, 变得越来越具体和实用, 因而人们近来常称其为基于网络的协作式学习。一般而言, CSCL 是指利用计算机网络以及多媒体等相关技术, 由多个学习者针对同一学习内容彼此交互和合作, 以达到对学习内容有比较深刻的理解, 并获取相应知识的学习模式。互联网的发展推动了计算机支持的协作式学习的发展。

目前, 从协作学习所依据的对象和目的来看, CSCL 可以分为以下几类:

1) 基于项目的协作学习 (Collaborative Project-Based Learning, CPBL) 是协作学习的一种较具体的学习模式。这种模式的重点放在学习者解决问题、完成学习任务和获取知识的范围内, 同时允许学习者自治地构造自己的知识库, 并和其它学习者进行交流, 培养合作精神。CPBL 具有以下几个特点:

- (1) 学习者自己做出决定, 由教师提供一个完成任务的框架;
- (2) 项目中包含一些需要进行讨论的问题, 以便活跃学习者的思路;
- (3) 学习者独立使用和管理他们收集的信息;
- (4) 对学习者的获得的成果是可以评价的;
- (5) 学习者的学习情况是公开的。

目前, 国外已经有很多 CPBL 网站, 学习者通过参加项目, 并与其它学习者进行交流和协作, 最后达到学习目标。学习者可以根据自己的兴趣选择项目, 参加项目学习的时间也可以由学习者自己选择。

但是国内的 CPBL 还不是十分成熟, 特别是基于 Internet 的 CPBL。国内的网上教学网站主要是以单用户为主, 只是提供简单的交互性功能, 内容更新也不能适应要求。

2) 基于 Web 的协作学习 (Web-Based Collaborative Learning, WBCL) 是 CSCL 的扩展, 是一种利用 Internet 技术来支持的协作学习模式。它具有许多优点:

- (1) 可以充分发挥计算机网络的优点;
- (2) 可以增强学习者的学习兴趣;
- (3) 可以凭借协作使学习者更好地进行知识建构;
- (4) 可以培养学习者的信息能力、学习策略、社会交往技能;
- (5) 可以适用于远距离协作学习和异步、同步式的协作学习。

目前, 国外对基于 Web 的协作学习的研究比较多, 无论是在理论上还是实践上都有了很大发展, 因此也涌现了一批优秀的基于网络的协作学习支撑平台。在国内, 基于 Web 的协作学习还处于试验研究阶段。

3) 基于资源的计算机支持的协作式学习 (CSCLBR)。这是本文提出的、下文将深入讨论的一种计算机支持的协作式学习模式。

## 2 基于资源的计算机支持的协作式学习 (CSCLBR)

### 2.1 CSCLBR 的意义

基于资源的学习之提法早已有之, 但基于资源的计算机支持的协作式学习是一个新的概念。所谓基于资源计算机支持的协作式 (CSCLBR) 是指在网络环境 (Internet 环境) 下, 通过学习角色的协作活动, 实行以学习资源为表现形式的知识交互, 和进行以知识获取为最终目的的资源重组, 使学习者达

到完成学习任务、获取知识的目的的学习模式。具体地我们还可以从以下几方面进行描述,即 CSCLBR 具有以下特点:

- 1) 强调资源是协作学习的基础;
- 2) 指出资源的协作与交流(共享)既是协作学习的基本目的,也是基于目前的技术水平较现实的协作形式;
- 3) 可以将教师、学习者和其他角色泛化为各具特点(对资源的鉴别、获取和利用)的“资源”;
- 4) 各种角色的思维方法和学习方法大都通过对资源的利用表现出来,资源的利用是计算机网络可以传递的,这不仅反映了当前 CSCL 的实际情况,也指出了 CSCL 的重要研究方向。
- 5) 目前学习过程中可以进行的评测,多数是基于资源(例如知识库或本体)来进行的。
- 6) 资源(知识)的获取能力的提高,是协作学习的归宿,也是协作学习得以正常进行的前提条件。

## 2.2 CSCLBR 的结构

从组织结构上,从上到下基本上可分为“逻辑层”、“资源层”和“物理网络交互层”等3层:

1. 逻辑层 逻辑层主要包含协作学习的“学习模型”。目前主要从3个方面进行研究:1)从教育和学习理论角度进行研究;2)从计算机和网络技术方面进行研究;3)将上述两方面结合,侧重于技术上的可实现和在教学过程中的能实用。

以上3方面,1)的研究最为活跃。2)侧重于“视频会议”、“组播与交互”等方面模型的研究,与其直接相关的研究是 CSCW。3)的研究近来在“市场需求”的推动下,虽然吸引了不少开发者的投入,但由于“教育者”和“受教育者”观念和价值观的不同,特别是由于1)的研究在国内还很少见到令人信服的,证明其优越性的实验报告,从而影响研究的推广和深入。

2. 应用层 如图1所示,应用层可以进一步分为如下3层:

第1层:资源库:依赖于不同角色的自治资源库、共享资源库、Web 服务、……等等。

第2层:协作学习管理服务器:是各种智能主体(Agent)的集合,例如通信主体、协商主体、评测主体、各类资源重组主体……;多媒体处理服务器:含有 UI、媒体处理模块……。

第3层:客户端:多为 PC 终端。

3. 物理网络交互层 这里是指实现上述两层功能的支撑平台。例如 Internet、校园网、……和专用网(视频会议、同步和异步交互环境、资源重组环境……)。

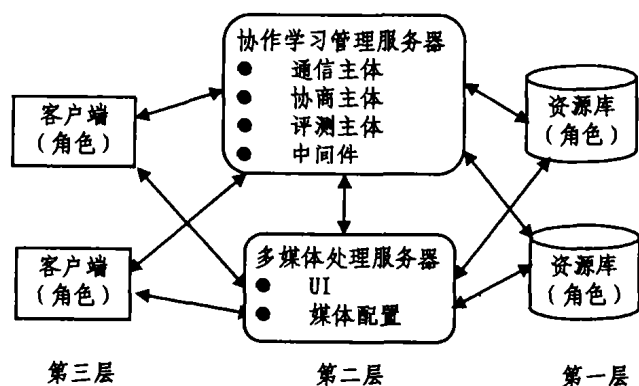


图1

## 3 CSCLBR 的构建思路

一般来说,可以遵循以下两种思路来构建 CSCLBR:

1) 对应于已有的资源库、CSCL 模式和相应软件,设计既能进行资源重组,又能适应 CSCL 模式需要的专用软件(中间件)。笔者主持的一个小组正面对广东高校的有关资源库,从事这方面的研究工作。

2) 从上述关于 CSCLBR 的论述出发,基于常见的 CSCL 模式,构建资源库和对应的应用软件。

以下对这两种思路分别给出进一步分析。

### 3.1 第一种基本思路

按照第一种基本思路,需要进行的主要工作有如下几项:

(1) 在现有的自治的资源库规范(标准)中,抽出共同的、合理的、符合实际的规范,按此规范将教育资源进行重新整合,转化为统一的格式。

(2) 在前面的基础上,确定资源的分类规则,按 CSCL 的需要建立领域知识库,供各类角色进行分类检索和查询。

(3) 根据学科、课程、角色分类,和协作学习模型,设计资源重组模块和角色交互软件。

(4) 根据 CSCLBR 模型的评测方法,设计评测软件,使 CSCLBR 的运行可以收敛。

从计算机软件技术的角度看,需要重点做好以下几项基础工作:

1) 资源数据网络传播方法和协议的标准化 重新规定一套新的网络标准和协议,不仅需要有一个权威机构来进行发布、推广和维护等工作,并且被接受和最终投入使用的时间周期和难度都将会很大。同时还必须考虑以后与国际接轨的困难。HTTP 协议已经被广泛应用,使用它作为资源数据的网络传输方式,可以不需要做任何额外的工作。XML 可以架构于 HTTP 协议之上,XML1.0 版本标准由 W3C (World Wide Web Consortium) 正式批准公布,现已成为一个被广泛接受的规范,所以使用 HTTP 和 XML 可以满足这方面的需要,并且可以降低实现成本和提高保密性。

2) 资源描述的标准化 XML 提供了切合实际的并清楚地描述和易于读写的格式,提供了标准化的结构,利用它们可以定义需要的标记,或者使用其他组织定义的最适合需要的标记组。由于 XML 定义的只是一套标记,所以标准的改变不会涉及到资源的具体结构,使用它来完成资源的描述更有利于实现资源重组。

3) 资源信息分类提取的标准化 目前分布式的教育资源在各自的信息结构、存储组织、发布方式、检索方法、查询约束条件等各方面多存在较大的差异。使用 XML 提供一套标准的资源描述方法的同时也解决了信息分类提取的标准化问题。

4) 资源发布、查询的标准化 按照 XML 定义的标准可以不用考虑资源库的类型、数据结构的复杂情况,而设计出通用的资源应用程序,因为应用程序将只针对建立的领域数据库进行操作,从而实现资源发布和查询的标准化。

如图2所示,教育资源的客户端在服务平台提出资源查询和搜索的要求,服务平台服务程序不再需要去处理复杂异构的教育资源数据库,而是在由教育资源转化过来的领域数据库上搜索,从而提高了搜索的效率和准确度。

5) 建立协作学习的智能主体(知识库(本体))

### 3.2 第二种基本思路

按照第二种基本思路,有关标准化的基础工作是与第一种思路相同的。

(下转第210页)

}

运行结果如下:

```
Please input n,L:520
Please input T[1,5]:3 6 8 9 13
j=1 10000 T[1]=0 T[2]=0 T[3]=0 T[4]=0 T[5]=0
j=2 1000 T[1]=0 T[2]=0 T[3]=0 T[4]=0 T[5]=0
j=3 1 T[1]=1 T[2]=0 T[3]=0 T[4]=0 T[5]=0
j=4 10000 T[1]=0 T[2]=0 T[3]=0 T[4]=0 T[5]=0
j=5 10000 T[1]=0 T[2]=0 T[3]=0 T[4]=0 T[5]=0
j=6 1 T[1]=0 T[2]=1 T[3]=0 T[4]=0 T[5]=0
j=7 10001 T[1]=0 T[2]=0 T[3]=0 T[4]=0 T[5]=0
j=8 1 T[1]=0 T[2]=0 T[3]=1 T[4]=0 T[5]=0
j=9 1 T[1]=0 T[2]=0 T[3]=0 T[4]=1 T[5]=0
j=10 10001 T[1]=0 T[2]=0 T[3]=0 T[4]=0 T[5]=0
j=11 2 T[1]=1 T[2]=0 T[3]=1 T[4]=0 T[5]=0
j=12 2 T[1]=1 T[2]=0 T[3]=0 T[4]=1 T[5]=0
j=13 1 T[1]=0 T[2]=0 T[3]=0 T[4]=0 T[5]=1
j=14 2 T[1]=0 T[2]=1 T[3]=1 T[4]=0 T[5]=0
j=15 2 T[1]=0 T[2]=1 T[3]=0 T[4]=1 T[5]=0
j=16 2 T[1]=1 T[2]=0 T[3]=0 T[4]=0 T[5]=1
j=17 2 T[1]=0 T[2]=0 T[3]=1 T[4]=1 T[5]=0
j=18 2 T[1]=0 T[2]=0 T[3]=0 T[4]=2 T[5]=0
j=19 2 T[1]=0 T[2]=1 T[3]=0 T[4]=0 T[5]=1
j=20 3 T[1]=1 T[2]=0 T[3]=1 T[4]=1 T[5]=0
```

#### 4.6 算法复杂性分析

##### (1) 时间复杂性:

由前面算法可知,在计算最优值  $C(j)$  时,有两次循环 for ( $j=1; j \leq L; j++$ ) 和 while ( $k > 1 \&\& \text{flag} == 0$ ), 若每次都执行循环体里面的 for ( $i=1; i < k; i++$ ), 即算法的最坏时间复杂度为  $O(L \times n^2)$ ; 若不执行循环体里面的 for ( $i=1; i <$

$k; i++$ ), 即算法的最好时间复杂度为  $O(L \times n)$ 。

在计算最优解  $P(i, j)$  时, 由于打印出来的是一二维数组, 所以多了一层循环, 因而最好情况下的时间复杂度为  $O(L \times n^2)$ , 而最坏情况下的时间复杂度为  $O(L \times n^3)$ 。

##### (2) 空间复杂性:

过程 coin 中, 计算  $C(j)$  时使用了一个长度为  $L$  的数组和若干个简单变量作为临时存储单元, 故空间复杂性为  $O(L) + O(1)$ , 即为  $O(L)$ 。同理计算  $P(i, j)$  时, 用了一个二维数组  $P[L][n]$  和如果简单变量作为临时存储单元, 故此时的空间复杂度是  $O(L \times n)$ 。

**结束语** 本文通过理论上的分析, 说明了贪心算法在解决找钱问题上的不足, 并进一步证明了该问题可用动态规划求解的最优子结构性质, 在此基础上给出了问题最优值和最优解的递归关系以及问题求解的具体算法, 最后对算法的时间和空间复杂性进行了分析和讨论, 算法的复杂度是比较令人满意的。实验结果验证了方法的有效性。

#### 参考文献

- 1 Katoen J P. Dynamic Programming Algorithm. <http://fmt.cs.utwente.nl/courses/adc/lec8.pdf> 2002. 10
- 2 Bellman R E. Dynamic Programming. Princeton University Press, 1957
- 3 余祥宣, 崔国华, 邹海明. 计算机算法基础. 武汉: 华中科技大学出版社, 2000
- 4 Dettinger M. Developing a Dynamic Programming algorithm. <http://www.aduni.org/courses/algorithms/handouts/Reciation-06.html> 2001. 2
- 5 Dawes R. Thoughts on Dynamic Programming. <http://www.cs.queensu.ca/home/cisc365/1998Dawes/dynprognotes.html> 1998
- 6 王晓东. 计算机算法设计与分析. 北京: 电子工业出版社, 2001

(上接第186页)

由于这里能够系统地进行设计, 就必须重点考虑以下几个问题:

1) 在资源库中建立跨学科的知识描述机制。基于传统的资源库, 常见的协作学习只是对应于某一领域知识的协作学

习, 系统的知识框架也是针对某一特定学科的。这就大量失去参加学习的角色(教师、学习者、泛化的角色)的个性, 使协作流于形式化、作品化。其主要原因之一, 是由于系统在设计时没有一个跨学科的知识描述机制。

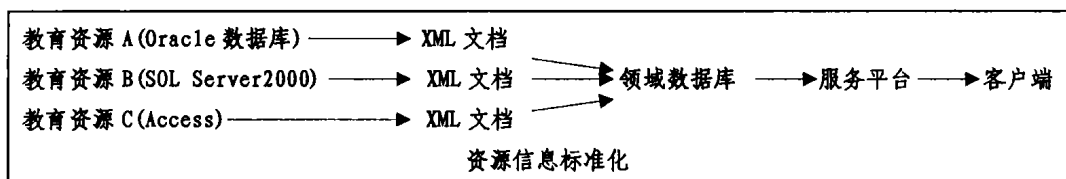


图2

2) 建立协同对象互操作语义视图。为了使协作学习具有个性化、避免形式化和作品化, 还应在协同学习环境里, 建立协同对象互操作语义视图。这是因为协作学习的角色可能分布在不同地方甚至是不同国家, 他们所用的物理环境也可能是异构的。因此, 这些对象之间就存在着语义差别, 使得对象之间的互操作变得困难。目前的研究大都是对多信息源采用统一的对象描述及视图来处理协作对象的互操作问题。在此基础上, 建立互操作语义视图, 可能是效率更高的思路。

3) 建立可以基于协同学习目标而进行资源重组的资源重组机制。这是有效利用现有资源、使协同学习真正实用的主要途径, 也是建立跨学科的知识描述机制和建立协同对象互操作语义视图的目的。

**结束语** 以上讨论了基于资源的计算机支持的协作式学习 CSCLBR 的描述、结构和实现思路, 并简要介绍了我们的

部分工作。CSCLBR 是一种新的探索, 特别是资源重组和寻求合适的 CSCL 模式更是今后必须面对的挑战。有关文献已经从“网格”、“主体”、“本体”、“对等网”……和学习理论等方面开展研究, 这将有力推动 CSCLBR 的研究和实际应用。

#### 参考文献

- 1 李吉桂, 李小文, 邬家炜. 计算机支持的协同学习(CSCL)系统的结构、工作模式和开发策略. 计算机科学, 1998, 25(4)
- 2 网格环境中资源发现机制的研究. <http://grid.cs.tsinghua.edu.cn/grid/paperppt/YF200312/Q1481.pdf>
- 3 网络异步-学习管理系统. <http://www.online-edu.org/ellkm/articles/ta/53.html>
- 4 王桂玲. CSCL 系统和工具的分类与比较. <http://www.online-edu.org/member/article/648.html>
- 5 黄荣怀. CSCL 的理论与方法. 北京师范大学