

支持协同编著系统的协作机制研究^{*})

董轩明 徐光佑

(清华大学计算机系 北京 100084)

TP11

摘要 Cooperative mechanism is one of the crucial problems in CSCW area. This paper first define the "Task" to describe the basic unit of collaborative editing work and categorize the collaborative editing work into asynchronous and synchronous paradigms by analysing the time relations among tasks. Based on existing prototypes and results in documents, we details the cooperative mechanism to support asynchronous collaborative editing and synchronous collaborative editing respectively.

关键词 Computer supporting cooperative work, Collaborative editing, Cooperative mechanism, Human computer interaction.

“协同”一词经常使人想当然,认为只要使用了计算机支持的协同工作(CSCW)系统就能毫无困难地从事协作性的工作。实际上,协同工作是一项复杂的社会活动,由于社会身份不同、地理位置分散、工作时间各异以及需求、动机、手段等的千差万别,参与协同工作用户间的冲突是在所难免的,只能尽量充分利用 CSCW 系统中提供的协作制作以解决矛盾促进协同工作。

协作机制是 CSCW 需要解决的核心问题之一,通过协作机制可以将时间上分离、空间上分布而又相互依赖的多个协作个体的活动有机地联系起来,离开了协作机制, CSCW 系统只能是各组成部分毫无意义的简单堆砌,故 CSCW 系统的设计思路应遵循预定的协作机制展开。协作机制与 CSCW 系统间的这种密切关系使其与 CSCW 系统的具体应用背景息息相关,不能简单地将一类 CSCW 系统的协作机制生搬硬套到另一类系统中,应结合实际情况具体分析而作取舍。我们要讨论的是适用于协同编著系统的协作机制。

协同编著系统是 CSCW 最受欢迎的领域之一^[1],其主要内容是一组用户在协同编著系统的支持下对一组共享对象进行操纵以得到共同的文档,如图 1 所示。协同编著系统具有潜在的广阔应用前景,科学研究者可用其共同撰写研究报告和论文,软件工程师可用其共同编写源代码,医生可用其共同分析病人的病历并开出处方,作战军官可用其共同

制定作战计划,……等等。尽管在各种应用背景中共享对象以及对共享对象的操纵会不一样,但所需的协作机制却大致相同,这从已有的实验性系统^{[2]-[4]}中可见一斑,对这些协作机制作出系统的整理具有重要意义。

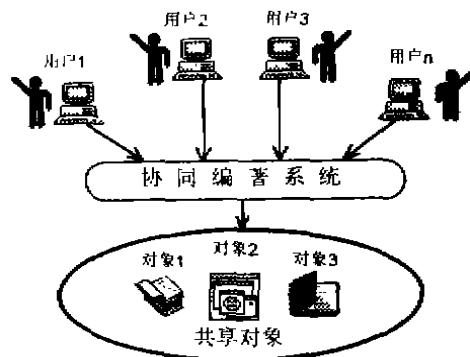


图1 协同编著系统示意图

1 任务

协同编著工作是一种在时间和空间上频繁变化的动态复杂过程,具有半结构化和非结构化的特征,从整体上很难分析清楚。比较可行的研究方法是先抽取出结构化程度较高、不含复杂协作过程的基本工作单元,然后通过对其具体的基本单元间微观关系的描述来揭示支持协同编著工作的协作机制。

从已有的文献^[7]来看,任务用来描述协同编著

^{*} 国家自然科学基金重点基金资助。董轩明 博士生,研究方向为分布式多媒体系统、管理信息系统、计算机网络。徐光佑 教授,博士生导师,研究方向为分布式多媒体系统、计算机视觉、人工智能。

工作的基本运行单位和控制管理单位是合适的,协同编著工作可看成由一系列有共同操纵对象的任务经协作机制连接而构成。任务的粒度有大有小,如大到实时语音讨论,小到改变某静态文本对象的一个字母,粒度较大的任务可由粒度较小的子任务构成。任务可由其属性定义,任务的属性一般包括:①执行人;运行该任务的协作用户;②起始时间;运行任务的预定或实际开始时间;③运行时间;预计任务的运行时间或实际运行时间;④期限;任务的计划完成日期,任务运行后,为实际完成的时间;⑤起始条件;在任务开始运行前必须满足的条件;⑥结束条件;任务结束时该条件应成立;⑦状态;表明任务目前的存在状态,如已经计划、正在运行、运行结束等。

具体任务可通过对上述属性的部分或全部赋值来定义。在计划任务时,属性为计划值,在任务的运行期间,属性则为实际值。

根据不同的协作机制,任务的描述可采用如下三种形式之一:

1. 能被任务调度系统解释的结构化数据。任务运行的时机到了,调度系统将通知任务执行人,并记录下任务的运行状况和结果。

2. 对参与协同编著工作用户有意义的描述性数据,不作调度用,如某段协同编著工作结束后生成的报告。

3. 作为系统中其他实体(如个人简介、文档等)的参考部分存放,一般分散在系统的数据库中,不集中存储。

单独的任务是体现不出协同编著工作特点的,只有当若干个相关的任务按一定关系相互联系起来时,才需要引入协作机制加以协调,以便克服多个协同编著工作用户间的冲突达到需共同努力才能完成的目标。下面我们对协同编著系统任务间的协作关系作出讨论。

2 协同编著工作模式的划分

协同编著系统应能支持两个或两个以上用户的协同工作,为方便研究,我们可取典型的有两个用户进行协同工作的应用情景,不妨假设分布在两地的用户 A 和 B 欲使用协同编著系统完成对文档 D 的编撰工作,用户 A 在计算机 C_a 上运行任务 T_a,用户 B 在计算机 C_b 上运行任务 T_b。

如果用户 A 和用户 B 分别操纵对象 Object1 和 Object2,而这两个对象并没有共同的内容,那么 A 和 B 的目标此时是不一致的,相互之间的协作关系较弱,我们暂不考虑这种情况。如果 A 与 B 在任务 T_a 与 T_b 中操纵的是同一对象 Object,我们可将任务

T_a 与 T_b 放在以时间为横轴以空间为纵轴的坐标系中,如图 2。不难发现,T_a 与 T_b 的联系基于时间轴可以分为两大类:① T_a 与 T_b 运行时间重叠;② T_a 与 T_b 运行时间不重叠。基于这一时间关系上的区别,我们可以将协同编著工作划分为异步协同编著工作和同步协同编著工作。

参与协作用户所运行的任务在时间上无重叠之处即为异步协同编著工作,其本质特征是参与协同编著工作的各用户没有意识到与其他用户实时交互的存在,具体表现为各用户在前台可以有自己控制的工作空间,相关任务大都在本地环境中运行,最后由系统将各参与协作用户所做的工作按一定的规则组合起来即得到最后的编著结果。另有一类协作情形,即前文所述的 A 与 B 各自编著不同的对象时,不管任务运行时间是否重叠,只要双方并没有意识到实时交互的存在,均可归为异步协同编著模式。

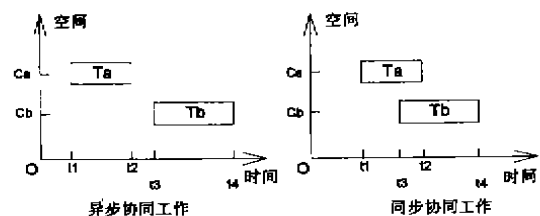


图 2 协同工作模式的划分

参与协作用户所运行的任务若在时间上有重叠之处则为同步协同编著工作,其本质特征是参与协同编著工作的各用户意识到与其他用户实时交互的存在,具体表现为用户在共同的工作时间段内有相同的逻辑工作空间(即操纵对象或人机交互配置等),相互之间也可以进行实时访问,包括通信和数据访问等。

实际上对文档完整的协同编著过程既包括异步协同编著工作,也包括同步协同编著工作。

3 异步协同编著工作中的协作机制

在异步协同编著工作中,比较流行的协作机制是建立一套形式化的语言来描述协作过程中的各任务,系统根据用户给定的描述结果来解释并协调和监督整个协同编著工作过程。利用这种协作机制的典型系统有 Coordinator、Domino、COSMOS、MacAll I、AMIGO 等,它们都提供了某种程度上的协同任务表示方法。一般这些系统都允许用户查阅协作任务表示中属于自己的那一部分以及相关的其他参与协作用户的任务表示,有的系统还能自动产生提示

信息或有关等待的条件及其任务的信息以触发用户启动新的任务。从目前已有的系统来看,异步协同编著工作模式的协作机制可归为四种^[8]:基于表格型,基于过程型,基于会话型,基于通信结构型。

基于表格型的协作机制将整个协同编著工作过程看成一张固定的表,而每个用户的每一个任务均是表格中的一行,或叫一个记录。参与协同编著工作的用户在开始工作前划分任务,并将任务按预计执行的先后顺序填入表中。

基于过程的协作机制认为系统的协同编著工作是可编程的处理过程,其中处理过程的开发本身由定义、设计、实现和测试等严格的步骤组成。这种方法首先应用在有关定义软件处理功能的协同工作中,认为软件处理过程可通过实现了的软件运行来描述。

基于会话的协作机制的原理是,人们通过会话协调其活动。许多已有系统(如 Coordinator 等)建立会话机制的基础是 speech act 理论,该理论认为人的行为是建立在一系列对话过程(如请求、确认、拒绝等)的基础上,对话过程按一定规则进行,如在得到“保证”前一定得有“申请”提出等。

基于通信结构的协作机制将任务的完成看成角色间相互通信而作用的结果,在 ITT 的方法^[10]中体现得比较典型。ITT 方法认为个人工作空间由一系列中心组成,每个中心代表用户负责的一个功能,而角色则负责中心内操作的具体实现,中心和角色可与其他中心角色相连以实现协同工作,中心和角色间的连接规则由交互角色来控制。

4 同步协同编著工作中的协作机制

在同步协同编著工作中,如果不对用户的工作进行协调,由用户自发地即兴编辑,B 修改 A 写好的对象,而 C 又删除 B 修改好的对象,这种高度耦合的工作方式最终是很难得到一个共同文档的,当然,那种只求获得新思想而不注重完整编辑结果的脑旋风(Brainstorming)式的协同编著系统例外。采用适当的协作机制可以使用户间冲突最密集的同步工作以更有效的方式进行,从已有的原型系统^{[2]-[4]}以及这些系统在使用过程中暴露出的问题来看,以下协作机制对同步协同编著工作是有积极作用的。

4.1 通信

丰富的通信系统可以增进参与协同编著工作用户间的沟通。协同编著系统中的通信机制从传输信号来说既可以是模拟型的,也可以利用计算机网络提供的数字通信功能,为方便系统的集成一般都采用基于计算机的数字通信方式。从传输的媒体种类

上大体上可分为三种:文本通信、语音通信和视频通信。其中,文本能精确地表达书面意见,便于保存,但通过这种方式不能全面了解具有丰富个性的协作对象。与此相对,语音和视频能建立现场情景和参加者的面对面(Face-to-Face)环境,语音、语调等发音信息和表情、手势、凝视等形象上一举一动的信息便于更准确更深刻地领会协作对象的真实想法。有了语音和视频信息,协作双方才觉得所面对的不是僵硬的、毫无感情的机器,而是活生生的可以互相理解的同类,可促进交流和提高协作效率。从交互模式上又可将通信分为异步通信和同步通信,同步通信意味着所有用户在同一时刻进行信息交流,异步通信如电子邮件等可供用户独立地使用,不需考虑到与其他用户的实时交互。

多种通信方式互为补充可以给用户提供足够的交流机会,但通信的不正当使用也会导致协作困难,如由于带宽不够引起的视频模糊不清和不连贯、语音含混不清以及不受人欢迎的冗长的毫无意义的发言等,但这些仅是因网络带宽和通信模式有待改进和提高而引起的附加问题,并非通信本身对协同编著工作具有直接的负面影响。

4.2 你见亦我见

协同编著系统所应提供的重要协作机制应有“你见亦我见(What You See Is What I See)”,即将同样的信息显示在分散于不同物理位置的多个监视器上并尽可能克服各种硬件的约束而使其内容的更改保持同步^[9]。良好的协同编著系统应使所有参加协作的用户对编著对象及工作环境获得一致的认识,这是协作的基础。在协同编著过程中,对用户来说感到为难的是意识到相互之间并没有看到同样的对象,这会使用户觉得为协作所付出努力不过是对牛弹琴,同步通信的优点也不可能得到充分发挥。因此,用户在进行信息交换及开始协同编著任务之前应首先想到,“你见亦我见?(Do You See Is What I See?)”。但这并不意味着各用户所看到的内容要完全相同,研究表明,协作用户有时希望对窗口位置、大小及其他本地特征有独立控制的可能,故 WYSIWIS 并不要求完全精确相同,可以在显示空间和显示时间方面有所松动。

4.3 远程指针

在并不完全相同地显示了众多对象的监视器上,如何把协作对象的注意力集中到某一局部这对增加协同编著工作的效率也有重要影响。在面对面环境的讨论中,参与协同编著工作用户间可以用手势、指指点点来阐明要讨论的对象,而在以计算机网络相连的分布式协作环境中,除能借助语音通信来

精确地指出在某段某行某列某个位置,还可用一种更好的可视化的办法即远程指针来辅助其他协作用户精确定位。在比较严格的远程指针机制中,当远程指针开始工作时,其它协作用户都只能停止他们目前所做的工作来消极地跟随,远程指针没有指到的其它对象也被冻结而只能观看。如果某些用户过于频繁地使用远程指针,则对其他用户可能就变成干扰了,改进的方法是用户可以定义自己的对远程指针的选择接收机制。

4.4 明确划定角色

仔细分析小组内工作划分对协同编著工作的影响后,可以得出如下结论:对参与协作用户的角色分工愈细,协同编著工作中的每个任务的完成就与愈少的成员相关,成员之间所面临的编著对象差别愈大,任务间的覆盖率将愈低,参与协作成员间的冲突也将随之减少,系统内聚力将愈强,整体将趋向于有序和一致。如果系统角色不清,划分任务时互相覆盖,则会造成协作成员间交互增多、责任不清等局面。由此可见,明确定义参与协作成员的角色内容,将大大减少协作成员间的冲突,是一种十分有效的协作机制。当然,具体角色的分配方法随应用系统的不同应有区别,从已有的原型系统我们可以看到:PREP系统给用户定义的角色为:合编者、审阅者、读者,DistEdit则将用户分成控制者和观察者两种角色。

4.5 设立领导

领导是一个特殊的角色,此处我们作特殊的讨论。如果在协作小组内有两个或更多的人具有同样大的影响和权力,而他们在如何解决问题方面又意见不合,那么协作将是非常困难的。这时出现一位具有无上权力的领导也许是解决问题的最好办法,绝大多数的冲突都可由他来具体排除,协作自然就可以顺利进行了。但领导的作用也不可这么简单地加以概括,如果领导是独裁型的,那么其他参与协作用户将会感到压抑并产生反抗情绪;如果领导是民主型的,则由于其放任宽松的态度可能会使冲突进一步扩大。由此可见,领导也不是解决冲突的灵丹妙药,其权力的设立取决于协作的类型,设计者应小心地引入领导角色。另外,虽然在任何时候都只能有一名领导,但领导并不一定固定地由某一个用户担当。目前大多数已有的协同编著系统均通过设置令牌来确立领导的地位,拥有令牌的用户具有领导的权力,令牌的传递按预先约定的规则进行。

4.6 保护隐私

在现场协同编著工作中,人的内心想法与外交辞令会有很大差别,每个人都有自己的隐私。协同编

著系统既然提供了参与协作用户在公共场所的活动机会,也应建立高度本地化的私有空间,即私有文档。同时,私有文档与公共文档之间应有方便可靠的转化渠道,如果用户愿意,他可以立刻将私有文档变成公共文档,如果公共文档中的某内容对用户有特殊的吸引力,他也可以将其拷贝到私有文档中保存。

5 结束语

协作机制的研究是一项跨学科的课题,需要来自计算机科学、行为科学、心理学、社会学、组织理论等学科研究者的共同努力。本文仅对支持协同编著系统的协作机制作了初步的探讨,值得指出的是,即使协同编著系统,其编辑的对象、实现的环境、用户的类别等因素对本文所述协作机制的使用及使用的程度均会产生较大影响,但引进协作机制的最终目的是促进协同工作和提高协同工作效率。

参考文献

- [1] S. M. Easterbrook et al., A Survey of Empirical Studies of Conflict, in CSCW: Cooperation or Conflict, Easterbrook, S. M., Ed., Springer-Verlag, London, UK, 1993
- [2] M. Leland et al., Collaborative Document Production Using Quilt, CACM, Sept., 1988
- [3] C. Neuwirth et al., Issues in the Design of Computer Support for Co-authoring and Commenting, Proc. Conf. on CSCW, Los Angeles, CA, U. S. A., 1990
- [4] M. Knister et al., DistEdit: A Distributed Toolkit for Supporting Multiple Group Editors, Same to [3]
- [5] L. Brothers et al., ICICLE: Groupware for Code Inspection, Same to [3]
- [6] A. Santos and B. Trutsch, Cooperative Multimedia Editing Tool for Enhanced Group Communication, Computer Communications, Vol. 17, No. 4, 1994
- [7] P. Hennessy et al., Distributed Work Management: Activity Coordination within the Euro-Coop Project, Computer Communications, Vol. 15, No. 8, 1992
- [8] C. A. Ellis et al., Groupware: Some Issues and Experiences, CACM, Vol. 34, No. 1, 1991
- [9] M. Stefik et al., WYSIWIS Revised: Early Experience with Multiuser Interfaces, ACM Trans. on Office Information Systems, Vol. 5, No. 2, 1987
- [10] A. W. Holt, Diplans: A New Language for the Study and Implementation of Coordination, ACM Trans. on Office Information Systems, Vol. 6, No. 2, 1988