

一种多维策略的移动协同群组形成模型

王卫红^{1,2}, 曹玉辉^{1,2}, 覃征¹, 史哲文¹

(1. 西安交通大学电子与信息工程学院, 710049, 西安; 2. 河北经贸大学信息技术学院, 050061, 石家庄)

摘要: 针对移动、协同计算中缺乏群组形成模型的问题, 提出了一种多维策略的移动协同群组形成模型(FMCGM). 首先定义了论域 U 和移动协同群组 G , 并构造了 G 的网络空间模型. 依据 G 中成员之间的关系, 将移动协同群组划分为实体型群组(WG)和兴趣型群组(IG), 以此抽取影响WG、IG形成的主要因素, 并以这些因素为基础构造多维因素空间, 进而将移动协同群组的形成问题归结为参与协作的移动用户在因素空间上的相似性判定问题, 从而构造出FMCGM模型, 最后给出了该模型的案例. 实验表明, 该模型能处理移动协作群体的复杂性、动态性问题, 从而保证移动协同服务支撑平台具有较强的协作支撑能力.

关键词: 移动计算; 协同计算; 协同群组

中图分类号: TP393 **文献标识码:** A **文章编号:** 0253-987X(2007)08-0894-05

Multi-Dimension Policy for Formulation Model of Mobile Collaborative Group

Wang Weihong^{1,2}, Cao Yuhui^{1,2}, Qin Zheng¹, Shi Zhewen¹

(1. School of Electronics and Information Engineering, Xi'an Jiaotong University, Xi'an 710049, China; 2. College of Information and Technology, Hebei University of Economics and Business, Shijiazhuang 050061, China)

Abstract: Aiming at the issue of lacking the formulation model for the mobile collaborative group in mobile computing and collaboration computing, a novel model named FMCGM (Formulation Model for Mobile Collaboration Group) was provided based on a multi-dimension policy. Firstly, the domain U and mobile collaborative group G were defined, and a network space model of G was constructed. According to the relation among members in G , the mobile collaborative group was partitioned as two types, i. e. world group and interest group. Then, the main factors which influence the formulation of mobile collaborative group were taken out, and were taken as radix to construct the multi-dimension factor space. Farther, the issue of formulation of mobile collaborative group came down to the similarity criterion issue in the factor space of all mobile users participating collaboration, and the FMCGM model was constructed. At last, the research instance was given. The experiment indicates that the model can manage the complexity and dynamism of the mobile collaborative group, and thereby the SMCSP platform would have stronger supporting ability for the mobile users collaboration.

Keywords: mobile computing; collaboration computing; collaboration group

群组作为群体协作的基本形式, 在社会科学领域中已有很多研究^[1-3], 但因研究侧重点的差异, 使得研究成果难以直接指导移动协同应用.

移动计算环境下的用户群体协作研究主要包括

多用户协作协议^[4-7]、移动用户群体协作的团队行为研究^[8]以及通过个人设备感知来支撑群组协作^[9]等, 这些研究大多集中于移动用户协作协议、协同感知等方面. 目前, 有关移动协同原型系统的服务比较

简单,用户群体明确、单一,也没有充分考虑用户群体的复杂和多样性,如移动协同编辑系统^[10]、会议系统^[11]等。

就复杂的移动协同应用而言,用户群体是移动的、复杂多样的,移动用户参与协作的兴趣以及参与各种协作任务的权限都存在着很大差异,因而构建复杂移动协同群组具有重要的意义。

针对上述问题,本文提出了一种多维策略的移动协同群组形成模型——FMCGM。

1 移动用户协作的网络空间模型

为了探究移动协同群组的形成,首先给出其形式化定义。

定义1 设 U 表示所有移动用户个体组成的论域,定义在 U 上的二元关系为 $\mathcal{R}:U \times U$,则移动协同群组

$$G = (M, R) \quad (1)$$

式中: $M \subseteq U$ 表示群组中所有的协作个体集合; $R \subseteq \mathcal{R}$, 表示所有参与协作的个体之间存在着相互作用关系,即 $R: M \times M$, 其中 $M = \{m_i \mid i = 1, 2, \dots, N\}$, m_i 是参与协作的个体成员, N 是 G 内的协同成员数。

由定义1可知: $\mathcal{R}$ 是定义在 U 上的二元关系 $\mathcal{R}(u_i, u_j)$, 且满足 $\forall u_i, u_j \in U$; R 是定义在 M 上的二元关系 $R(m_i, m_j)$, 且满足 $\forall m_i, m_j \in M$ 。

Wellman^[12]指出:“当计算机网络将人们联系在一起时,就形成了一个社会网络”。因此,协同群组的本质就是一个计算机支持的社会网络,该网络节点代表群组中的成员,并用节点间的链接线表示群组成员间的联系,如图1所示。

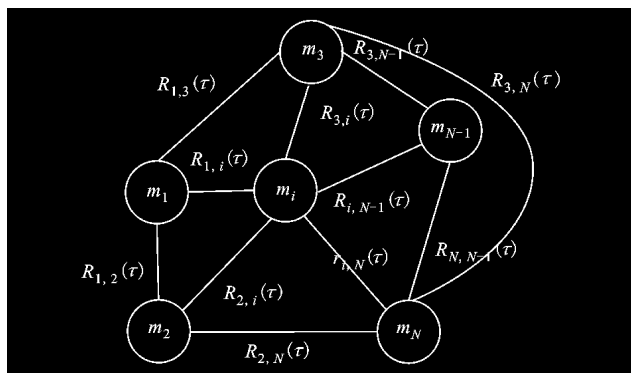


图1 移动协同群组空间网络结构

m_i 与 m_j 之间的协作关系是随时间持续、动态变化的,这一点正是移动计算环境下协作动态性的具体体现。

由此可知, R 反映了个体成员之间的复杂关系。若将 R 划分为逻辑关系和物理关系,则:① m_i, m_j 之间相互作用的逻辑关系 $r(r \subseteq R)$ 是多种多样的,如现实社会中的组织关系、虚拟社区中的依赖关系等;② m_i, m_j 之间相互作用的物理关系 $r'(r' \subseteq R)$ 也是多种多样的,如协作者之间借以支持彼此协作的移动终端设备是多种多样的,协作者所处地理区域是不同的。

通常, r' 与 r 存在映射关系,并在 r 中加以体现。例如,终端设备(智能手机、PDA、移动PC机等)性能的差异,致使设备的运行速度、存储空间以及显示能力等存在差异,其支持的功能也有所不同,所以 m_i 的服务功能相应地存在较大的差异;又如, m_i 所处的地理区域不同,其形成的移动协同群组的性能也是不尽相同的。

2 移动协同群组的类型划分

依据 R 的实际情形,可将移动协同群组分为实体型移动协同群组和兴趣型移动协同群组,分别记为 W_G 与 I_G 。

定义2 W_G 是以现实世界中的组织关系或人际关系为基础的协同群体。

以现实世界中组织关系为基础的有协同警务,以现实世界中人际关系为基础的有校友录等^[13]。

定义3 I_G 是指一个以个体兴趣为基础的动态协同群体,对某一主题感兴趣的多个个体可形成一个协同群组,并围绕共同兴趣主题进行协作。 I_G 中的成员彼此间可能是互不相识的,甚至是毫不相干的^[14]。

由上述可知,虽然 W_G 与 I_G 都是移动协同群组,但 W_G 与 I_G 的成员关系紧密程度存在一定的差异。 W_G 主要受实际社会规约关系的影响,较少考虑个体的兴趣、爱好等因素,故其形成相对简单,只要现实世界中存在对应的实际社会组织关系即可,且组织结构也相对稳定,个体成员具有明确的任务、角色。 I_G 的形成比较复杂,影响因素也比较多。 I_G 不仅能体现协同过程的社会性和参与性,而且能更好地体现出移动计算环境、移动用户协同的动态性特征。因此, I_G 的形成将作为本文重点探讨的问题。

3 FMCGM 模型构造

首先分析影响移动协同群组形成的主要因素,抽取这些因素,并将其作为 FMCGM 模型的维度。移动用户依据多个维度上的特性,从而构造出基于

多维策略的 FMCGM 模型。

3.1 影响 I_G 形成的主要因素

当移动用户通过交流、协调等手段,并依据自身兴趣与其他用户组成 I_G 型移动协同群组时,该用户潜在的兴趣、能力等个性与其他协作者是相近的,因此影响该群组形成的主要因素如表 1 所示。

表 1 影响移动协同群组形成的主要因素

符号	语义
W	社会实际组织关系
I	移动用户的兴趣
C	移动用户完成任务的能力
S	移动用户依托的应用所提供的服务

需要强调的是:表 1 中的 W 是出于对 FMCGM 模型完备性考虑而引入的,它仅影响实体型群组。

3.2 FMCGM 模型

以 I, C, S 为基构建三维因素空间 $\Omega_{I,C,S}$, 则移动用户 u 在 $\Omega_{I,C,S}$ 中的坐标为 $u(u_I, u_C, u_S)$ 。这样,每个移动用户均对应 $\Omega_{I,C,S}$ 中的一个点。

至此,本文得出如下结论:移动协同群组的形成问题,可归结为所有可能参与协作的移动用户在 I, C, S 因素上的相似关系的定性判定和定量计算问题。因此,FMCGM 模型可表达为

$$M_{\text{FMCGM}} = (U, \Delta, \mathcal{L}, \xi, F, T) \quad (2)$$

式中: Δ 为因素集; $\mathcal{L}$ 为移动用户个性化信息集; ξ 为移动用户个性化信息的量化规则; F 为相似性判断算法; T 为时间。其中, $\Delta = (W, I, C, S)$, T 可体现群组的动态性, $\mathcal{L}$ 需从移动协同应用的工程实践来获得, F 可以通过各种智能计算方法来实现。

4 工程案例分析与实验

4.1 移动协同群组模式的生成

(1) 移动用户个体化信息获取及量化。

案例 15 个移动用户,通过各自所持移动终端设备(2 个移动 PC、5 个 PDA、8 部手机),使用移动协同服务支撑平台提供的移动协同警务、协同对弈(多人对弈)、协同商务(协同股票)、协同学习(协同标绘)等服务,其中包含即时消息、图像浏览、共享白板、多媒体交互等常见的基本功能,这些功能可以通过 MIDlet 程序、WML 页面、Applet 等方式来实现。此外,案例中移动用户的个性化信息记录在用户模板、用户访问日志之中。

依据案例得到的移动用户的个性化信息如表

2、表 3 所示。表 3 中的每个用户对各种服务的感兴趣程度,是根据记录各种服务的统计结果获得到的。

表 2 移动用户所持设备信息

移动用户	所持设备	移动用户	所持设备
u_1	移动 PC	u_9	PDA
u_2	手机	u_{10}	手机
u_3	手机	u_{11}	移动 PC
u_4	PDA	u_{12}	PDA
u_5	PDA	u_{13}	手机
u_6	手机	u_{14}	手机
u_7	手机	u_{15}	PDA
u_8	手机		

表 3 移动用户对平台服务的感兴趣程度

移动用户	平台所提供的服务			
	移动协同警务	协同对弈	协同商务	协同学习
u_1	✓	—	—	—
u_2	✓	—	—	—
u_3	—	一般	很感兴趣	感兴趣
u_4	✓	—	—	—
u_5	—	感兴趣	很感兴趣	一般
u_6	—	很感兴趣	感兴趣	不感兴趣
u_7	—	感兴趣	很感兴趣	不感兴趣
u_8	✓	—	—	—
u_9	—	感兴趣	一般	很感兴趣
u_{10}	—	一般	感兴趣	很感兴趣
u_{11}	—	很感兴趣	不感兴趣	一般
u_{12}	—	感兴趣	不感兴趣	很感兴趣
u_{13}	—	一般	感兴趣	不感兴趣
u_{14}	—	一般	很感兴趣	一般
u_{15}	—	不感兴趣	不感兴趣	一般

FMCGM 模型中的量化规则 ξ 为:①设协同警务服务为 1、协同对弈为 2、协同商务为 3、协同学习为 4;②兴趣级别分为 4 个等级,很感兴趣为 3、感兴趣为 2、兴趣一般为 1、不感兴趣为 0;③移动用户完成任务的能力以移动用户所持便携设备的能力来标识,携移动 PC 机为 3、携 PDA 为 2、携手机为 1;④使用移动协同警务服务的群组应为实体型群组,如公安部门等。因而,依据社会规约关系,移动用户或

者是实体型群组中一员的兴趣值约定为 3,否则兴趣值约定为 0.

综上所述,各参数取值如表 4 所示.

表 4 案例中移动用户及其相应指标值

移动用户	设备类型	设备对服务的支撑能力				移动用户对服务的兴趣度			
		①	②	③	④	①	②	③	④
u_1	移动 PC	3	3	3	3	3	—	—	—
u_2	手机	1	3	2	1	3	—	—	—
u_3	手机	—	3	2	1	0	1	3	2
u_4	PDA	2	3	3	2	3	—	—	—
u_5	PDA	—	3	3	2	0	2	3	1
u_6	手机	—	3	2	1	0	3	2	0
u_7	手机	—	3	2	1	0	2	3	0
u_8	手机	1	3	2	1	3	—	—	—
u_9	PDA	—	3	3	2	0	2	1	3
i_{10}	手机	—	3	3	1	0	1	2	3
u_{11}	移动 PC	—	3	3	3	0	3	0	1
u_{12}	PDA	—	3	3	2	0	2	0	3
u_{13}	手机	—	3	2	1	0	1	2	0
u_{14}	手机	—	3	2	1	0	1	3	1
u_{15}	PDA	—	3	3	2	0	0	0	1

从案例信息可得,一个实体型群组模式为 $G_1 = \{x_1, x_2, x_4, x_8\}$,其余的 11 个移动用户可依据 I 、 C 、 S 数据的相似性进行判定.

(2) 相似性判定算法. 依据案例中各用户对服务的支持能力及用户的兴趣度进行相似性判定,算法描述如图 2 所示. 相似度阈值为 1 的实验结果如图 3 所示.

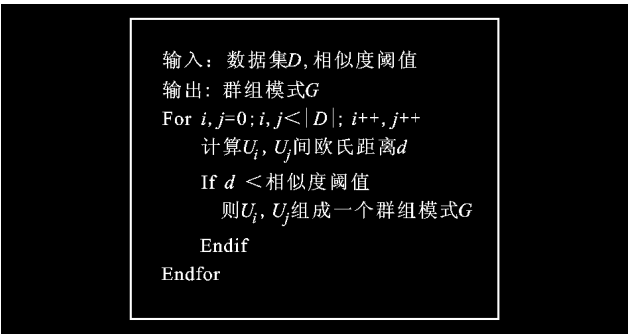


图 2 相似性判定算法

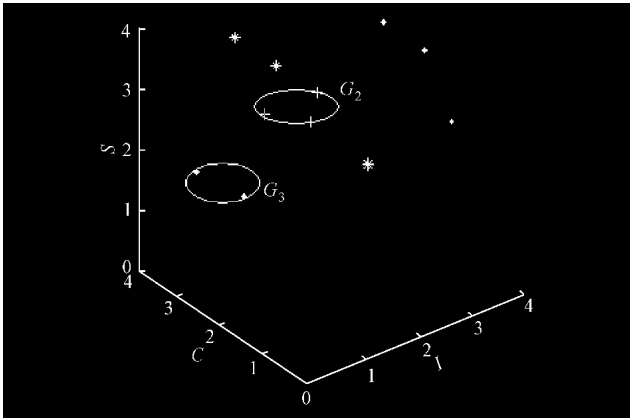


图 3 相似度阈值为 1 的实验结果

4.2 案例结果分析

实验结果显示:① $\{x_6, x_7, x_{11}\}$ 构成一个协同群组模式,记为 G_2 ;② $\{x_{12}, x_9\}$ 构成一个协同群组模式,记为 G_3 . 从中看出, G_2 、 G_3 是具有相同设备能力、对相同服务都非常感兴趣的移动协同用户组成的 2 个兴趣型群组. 这一点符合人们日常行为逻辑,因此这 2 个群组模式具有语义的正确性.

此外, G_1 是一个具有 4 个移动协同用户的实体型群组,受社会组织规则约束,警务人员在执行警务任务时,不能任意使用其他服务,非警务人员也不能随意参与警务活动,因此 G_1 的组织结构是相对稳定的. 当警务人员在公务之余使用其他服务时,因不再受某些社会组织关系的约束,此时他们的身份等同于其他普通移动用户,参与的移动协同群组也不必是实体型群组.

由案例还可看出,对于复杂的移动协同应用,其参与协作的协同成员是高度动态变化的,协作者的协作目标是多样化的,协作者的便携设备也存在很大的差异. FMCGM 在建模过程中充分考虑到了这种多样化、动态性和差异性,可为复杂应用提供组织、管理移动用户协作的有效方案. 较之移动协同写作^[10]、移动协同休闲^[11]等其他应用,该模型的应用平台显示出更强大的移动、协作支撑能力.

5 结 论

在移动协同中,协同群组的形成及构建支撑其实现的应用是研究中的重要问题. 由于参与群组协作的用户个体具有高度的动态性,移动协同用户借以参与群组协作的便携设备也具有较大的差异性,所以移动协同应用的构建和普及面临着更为严峻的挑战. 本文针对已有研究中缺乏移动协同群组形成模型的问题,提出了多维策略的移动协同群组形成

模型——FMCGM. 利用所提模型已构建出移动协同服务支撑平台,该平台目前已通过专家鉴定. 进一步完善该模型、实现模型的理论性验证是下一步的研究内容.

参考文献:

- [1] Luff P, Heath C. Mobility in collaboration [C]//Proceedings of ACM Conference on Computer Supported Cooperative Work. New York: ACM Press, 1998: 305-314.
- [2] Hackman J, Kaplan R. Interventions into group processes: an approach to improve the effectiveness of groups [J]. Decision Science, 1974, 5(3): 459-480.
- [3] Gigone D, Hastie R. The common knowledge effect: information sharing and group judgment [J]. Journal of Personality Social Psychol, 1993, 65(5): 959-974.
- [4] Weiser M. The world is not a desktop [J]. Interactions, 1994 (1): 7-8.
- [5] Weiser M. Some computer science issues in ubiquitous computing [J]. Communications of the ACM, 1993, 36(7): 74-83.
- [6] Laneman J N, Wornell G W. Distributed space-time coded protocols for exploiting cooperative diversity in wireless networks [J]. IEEE Transactions on Information Theory, 2003, 49(10): 2415-2425.
- [7] Laneman J N, Wornell G W, Tse D N C. An efficient protocol for realizing cooperative diversity in wireless networks [C]//IEEE International Symposium on Information Theory. Piscataway, USA: IEEE, 2001: 294.
- [8] Tambe, M. Towards flexible teamwork [J]. Journal of Artificial Intelligence Research, 1997, 7: 83-124.
- [9] Holmquist L E, Falk J, Wigström J. Supporting group collaboration with inter-personal awareness devices [J]. Journal of Personal Technologies, 1999, 3 (1/2): 13-21.
- [10] Li Yushun, Shi Meilin. Mobile collaboration writing [C]//14th IEEE Proceedings on Personal, Indoor and Mobile Radio Communications. Piscataway, USA: IEEE, 2003: 849-853.
- [11] Brown B, Chalmers M, Bell M, et al. Sharing the square: collaborative leisure in the city streets [C]//Proceedings of European Conference on Computer-Supported Cooperative Work. Paris: Springer, 2005: 427-429.
- [12] Wellman B. An electronic group is virtually a social network: cultures of the Internet [M]. Mahwah, USA: Lawrence Erlbaum, 1997: 179-205.
- [13] Bannon L J. Issues in computer supported collaborative learning: computer supported collaborative learning [M]. Berlin: Springer-Verlag, 1995: 267-282.
- [14] Wenger E. Communities of practice: learning, meaning and identity [M]. New York: Cambridge University Press, 1998.

(编辑 苗凌)