

## 基于空间公平的混合发言权控制策略\*

崔修涛<sup>1+</sup>, 吕钊<sup>1</sup>, 顾君忠<sup>1</sup>, 薛梅<sup>2</sup>

<sup>1</sup>(华东师范大学 计算机科学与技术系, 上海 200062)

<sup>2</sup>(上海电力学院 计算机信息工程学院, 上海 200090)

### A Spatial Fairness Based Fuzzy Floor Control Policy in Location-Aware Collaborative Environment

CUI Xiu-Tao<sup>1+</sup>, LÜ Zhao<sup>1</sup>, GU Jun-Zhong<sup>1</sup>, XUE Mei<sup>2</sup>

<sup>1</sup>(Department of Computer Science and Technology, East China Normal University, Shanghai 200062, China)

<sup>2</sup>(College of Computer and Information Engineering, Shanghai University of Electric Power, Shanghai 200090, China)

+ Corresponding author: Phn: +86-21-52510047, Fax: +86-21-52510047, E-mail: tassos\_cui@126.com, <http://www.ica.stc.sh.cn>

Cui XT, Lü Z, Gu JZ, Xue M. A spatial fairness based fuzzy floor control policy in location-aware collaborative environment. *Journal of Software*, 2007,18(Suppl.):102-108. <http://www.jos.org.cn/1000-9825/18/s102.htm>

**Abstract:** The environment changes of the each part of the cooperative region are the key contexts for location-based collaboration. It's important for users in different parts to have a spatial-fair opportunity to use shared resources such as communication channels in location-based collaborative system. So the floor control policy must consider the spatial fairness. Firstly, a floor quad-tree is put forward to record the spatial distribution of historical floor assignment and then floor index is constructed to judge the spatial priority of users' floor requests. Secondly, a spatial fairness based floor sorting algorithm is proposed to sort the floor requests. Finally, a spatial fairness based fuzzy floor control policy is presented and verified by simulation. The conclusion is that the policy can reduce the spatial unfairness of floor-assignment times and longest-waiting time.

**Key words:** location based collaboration; spatial fairness; fuzzy; floor control

**摘要:** 在基于位置的协作过程中,用户分散在协作区域的不同位置,及时了解协作区域各个位置的上下文对协作的顺利进行具有很重要的影响.因此,用户在使用交互协作系统进行信息交互时,必须考虑到用户的发言权在空间上的公平性,使得协作区域中不同位置的用户均有公平的机会报告本地的上下文变化.而现有的发言权控制策略没有考虑发言权在空间上的公平性.首先,提出了发言权四叉树记录历史发言权分配的空间分布情况,并据此构建了发言指数判断用户发言权请求的空间优先权.然后,提出了一种基于空间公平的发言权请求排序算法,并把这种算法应用到发言权混合控制策略中,提出了基于空间公平的混合发言权控制策略.最后,通过仿真实验验证了此策略减少了发言权分配方面的空间不公平性以及最长等待时间.

**关键词:** 基于位置的协作;空间公平性;混合;发言权控制

---

\* Supported by the Shanghai Research Programs of China under Grant No.035115038 (上海市科技公关项目)

Received 2007-09-15; Accepted 2007-11-25

随着定位技术和 CSCW 技术的发展及广泛应用,地域分散的人们可以共同完成一项与位置相关的任务,我们把完成这个任务的过程称为基于位置的协作。

基于位置的协作的一个显著特点就是人们的群体活动发生在一定的地理区域内,称为协作区域。在协作过程中,人们分散在协作区域的不同位置,并根据各自位置和协作区域的上下文进行任务分配和任务协调,这就需要协作者及时报告所在位置的上下文变化。如在消防员救火过程中,火场作为消防员的协作区域,为了安全和快速完成任务,需要火场中不同位置的消防员即时报告、交流火情变化情况,以便相互配合与支援。

因此,人们在使用交互协作系统进行信息交互的过程中,要考虑发言权在空间分布上的公平性,即保证协作区域中不同位置的协作者都有公平的发言机会,而不至于出现协作区域有些位置的协作者一直占有发言权,其他位置的协作者得不到发言的机会。因此,开展基于位置的协作,需要一种基于空间公平的发言权控制策略。

## 1 研究现状

发言权控制是交互协作系统用来对共享资源进行管理的一种技术,其核心思想最初来自 Turn-Taking,即说话人与听话人交换角色的过程,发言权是交互协作系统中对共享的多媒体资源访问、操作的临时权限<sup>[1]</sup>。发言权控制的主要任务是预测、避免、解决用户之间对共享资源访问、使用所造成的冲突。发言权控制不同于传统的并发控制(concurrency control)和访问控制(access control),它是以用户为中心的概念,并支持交互,其目标不仅是让用户能够安全地操作共享资源,更重要的是让用户最大程度地进行协作,发言权控制可分为控制机制和控制策略两方面<sup>[2-8]</sup>。

控制机制是处理所有用户间的低层控制流和事件同步,反映出的是偏向系统的观点,常见的有令牌申请、令牌传递、时间戳、行为驱动等;控制策略决定了发言权的请求与准许,并决定发言权分配的顺序,策略较多的反映出用户的观点,同时也依赖于所需交互的程度,但有些策略只适用于特定的机制。

控制策略从发言权分配方式来看,可以分为两类:请求方式和时间周期方式。

请求方式有立即响应和请求队列。立即响应是指当发言权处于空闲状态时,所有想获得发言权的用户都可以向发言权的控制者(会议主席)发送请求,但只有一个用户可以获得发言权,其他用户的请求不予保存。当获得发言权的用户释放了发言权,发言权再次处于空闲状态时,新一轮的请求竞争又开始了。请求队列则是指系统专门用一个队列来保存用户的请求,当一个用户释放发言权后,排在队列最前面的用户就可以获得发言权,而无须再次请求。

时间周期方式是指每个用户从获得发言权到释放发言权的时间是系统事先定好的,用户不能超时使用,如果超过规定时间,系统会自动将发言权分配给下一个用户。

从发言权分配顺序,我们可以把发言权控制策略分为单一策略和混合策略,单一策略是指采用单一的排序算法对用户的发言优先权进行排序,如:先来先服务,后来先服务,短任务优先,最长时间未得到服务者优先等等。每种算法都有优缺点,一旦选择一种,在系统运行过程中,就无法按照用户的要求进行改变<sup>[9,10]</sup>。针对单一策略的局限,文献[11]提出了一种混合策略,此策略先分别使用多种排序算法对用户进行排序,然后根据用户和交互的需求,灵活设置各种排序算法在总排序算法中的权重,并重新排序。混合策略比单一策略更合理、更公平。

从以上分析可以看出,发言权控制策略比较强调发言权的公平性,包括发言时间长短的公平、长短任务之间的公平,等待时间的公平等。但还没有考虑发言权在空间分布上的公平,因此本文提出了基于空间公平的发言权请求排序算法,并把此算法应用到混合发言权控制策略中,提出了基于空间公平的混合发言权控制策略。

## 2 基于空间公平的请求排序算法

要实现基于空间公平的发言权请求排序,首先得构建一个描述协作区域内历史发言权分配的空间分布的发言四叉树。

2.1 发言权四叉树

本文采用区域四叉树<sup>[12]</sup>的方法,对协作区域进行分割,形成若干子区域,并记录每个子区域历史获得发言权的总数,形成一棵反映协作区域内历史发言权分配在空间分布的区域四叉树,我们称其为发言权四叉树.

如图 1 所示,把协作区域进行 3 次分割,形成如图 2 所示的发言权四叉树.

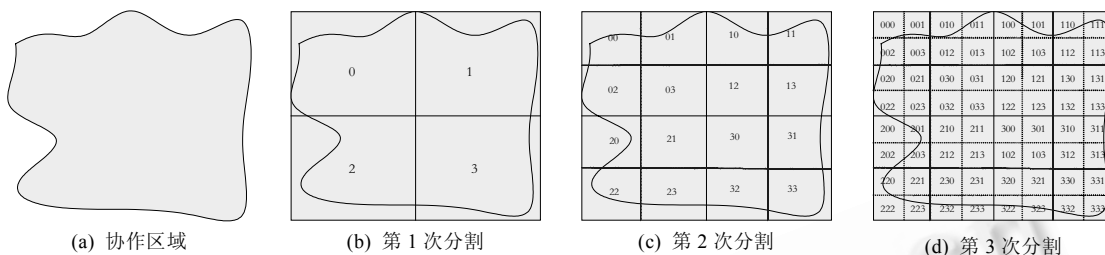


Fig.1 Division of cooperative region

图 1 协作区域分割示意图

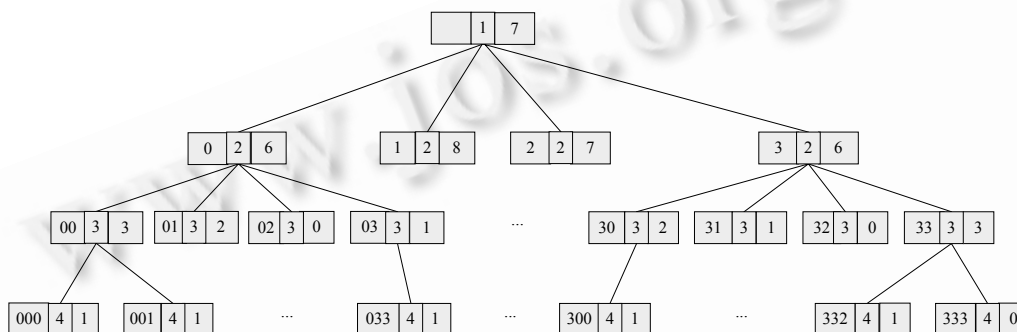


Fig.2 The floor quad-tree

图 2 发言权四叉树示意图

设  $T(depth, N)$  为发言权四叉树,其中  $depth$  为树的深度,  $N$  为节点的集合;  $n(index, level, Value, fn, CN)$  为发言权四叉树的节点,其中  $Index$  为节点的索引号,如 10,23,330 等,  $level$  为此节点深度,  $value$  为此节点代表的区域中已申请成功的发言请求数目;  $fn$  为此节点的父节点,  $CN$  为此节点的下级子节点集合.

发言权四叉树具有以下性质:

性质 1. 非叶子节点所代表的子区域包含此节点所有子节点代表的子区域.

推论 1. 在节点  $n$  所代表的子区域里的用户,一定在节点  $n$  的父节点所代表的子区域里.

推论 2. 在协作区域中的用户一定在  $depth$  个节点所代表的子区域里.

性质 2. 非叶子节点的值等于其下一级子节点的值之和,

$$N.Value = \sum_{cn \in CN} cn.Value.$$

推论 3. 节点  $n$  的值大于等于其所有子节点的值.

2.2 发言指数

根据推论 2,用户存在于多个子区域中,因此判断用户发言空间优先权不能仅仅根据某个子区域的历史发言数,而需要综合考虑其所在的每个子区域的历史发言总数.同时,发言的空间优先权首先要考虑大的子区域之间的空间公平性,然后再考虑小的子区域之间的空间公平性,所以我们设计了一种能够反映不同层次子区域的历史发言情况的指数,称为发言指数.

设发言权四叉树  $T$  的叶子节点  $l, k_i$  为  $l$  的第  $i$  层父节点的值,  $d$  为树的深度,则叶子节点  $l$  所代表的子区域的

发言指数为

$$p = k_2^{(d-1)} + k_3^{(d-2)} + \dots + k_{d-2}^3 + k_{d-1}^2 + l.value, \text{ 即 } p = \sum_{i=2}^{d-1} k_i^{(d-i+1)} + l.value.$$

发言指数越高说明在用户所在子区域申请成功的发言权的次数就越多,那么从空间公平性考虑,其申请发言权的优先权就越低.

发言指数具有以下性质:

**性质 3.** 对于发言权四叉树  $T$  的两叶子节点  $l_a, l_b, k_{ai}, k_{bi}$  分别表示  $l_a, l_b$  第  $i$  层父节点的值,均为非负整数, $d$  为树的深度, $p_a, p_b$  分别表示两叶子节点的发言指数,则

$$\text{如果 } \exists j < d, (\forall x < j, k_{ax} = k_{bx}) \wedge (k_{aj} > k_{bj}), \text{ 则 } p_a > p_b.$$

证明:用数学归纳法可证明如下不等式成立:

$$(k_{bj} + 1)^{d-j+1} > k_{bj}^{d-j+1} + k_{bj}^{d-j} + \dots + k_{bj} \quad (1)$$

因为  $k_{aj} > k_{bj}$ , 且均为非负整数,即

$$k_{aj} \geq k_{bj} + 1 \quad (2)$$

由式(1)、式(2)可得

$$k_{aj}^{d-j+1} > k_{bj}^{d-j+1} + k_{bj}^{d-j} + \dots + k_{bj} \quad (3)$$

因为  $k_{a(j+1)}^{d-j} \geq 0, \dots, k_{a(d-1)}^2 \geq 0, l_a.value \geq 0$ , 即

$$k_{aj}^{d-j+1} + k_{a(j+1)}^{d-j} + \dots + k_{a(d-1)}^2 + l_a.value \geq k_{aj}^{d-j+1} \quad (4)$$

由式(3)、式(4)可得

$$k_{aj}^{d-j+1} + k_{a(j+1)}^{d-j} + \dots + k_{a(d-1)}^2 + l_a.value > k_{bj}^{d-j+1} + k_{bj}^{d-j} + \dots + k_{bj} \quad (5)$$

根据发言权四叉树推论 3,  $k_{bj} \geq k_{b(j+1)} \geq \dots \geq k_{b(d-1)} \geq l_b.value$ , 则

$$k_{bj}^{d-j+1} + k_{bj}^{d-j} + \dots + k_{bj}^2 + k_{bj} > k_{bj}^{d-j+1} + k_{b(j+1)}^{d-j} + \dots + k_{b(d-1)}^2 + l_b.value \quad (6)$$

由式(5)、式(6)可得

$$k_{aj}^{d-j+1} + k_{a(j+1)}^{d-j} + \dots + k_{a(d-1)}^2 + l_a.value > k_{bj}^{d-j+1} + k_{b(j+1)}^{d-j} + \dots + k_{b(d-1)}^2 + l_b.value \quad (7)$$

因为  $\forall x < j, k_{ax} = k_{bx}$ , 则

$$k_{a2}^{d-1} + k_{a3}^{d-2} + \dots + k_{aj}^{d-j+1} + k_{a(j+1)}^{d-j} + \dots + k_{a(d-1)}^2 + l_a.value > k_{b2}^{d-1} + k_{b3}^{d-2} + \dots + k_{bj}^{d-j+1} + k_{b(j+1)}^{d-j} + \dots + k_{b(d-1)}^2 + l_b.value \quad (8)$$

由发言指数定义得

$$p_a = k_{a2}^{d-1} + k_{a3}^{d-2} + \dots + k_{aj}^{d-j+1} + k_{a(j+1)}^{d-j} + \dots + k_{a(d-1)}^2 + l_a.value \quad (9)$$

$$p_b = k_{b2}^{d-1} + k_{b3}^{d-2} + \dots + k_{bj}^{d-j+1} + k_{b(j+1)}^{d-j} + \dots + k_{b(d-1)}^2 + l_b.value \quad (10)$$

由式(8)~式(10)可得

$$p_a > p_b. \quad \square$$

发言指数的性质反映了父节点的值对叶子节点的发言指数值的影响是随父节点的层数的增加而减小的. 判断两个叶子节点的发言指数大小只需从上至下判断它们的父节点的值的大小,一旦判断出大小,这个大小关系就是发言指数的大小关系;反之,继续判断下去.

### 2.3 排序算法

当有多用户申请发言时,我们使用发言指数来保障发言权在协作区域的空间公平性,具体步骤如下:

1. 从根节点出发,计算每个用户所在的叶子节点.
2. 计算每个用户所在叶子节点的发言指数.
3. 根据用户所在叶子节点的发言指数大小对发言者进行排序,指数小的说明叶子节点代表的区域的历史

发言次数少于其他区域,在此区域申请发言权的申请者具有最大优先权,因此在发言指数较小区域内的申请者排在队列前面.

4. 当某个用户获得发言权后,对其所在的叶子节点以及此叶子节点所有父节点的值加 1,表示此区域申请成功的历史发言数目增加一次.

例如,当前有 4 个用户  $U_1, U_2, U_3, U_4$  申请发言,根据他们的坐标计算出,  $U_1$  在 001 号叶子节点,  $U_2$  在 033 号叶子节点,  $U_3$  在 300 号叶子节点,  $U_4$  在 333 号叶子节点, 4 个叶子节点的发言指数分别为  $p_{001} = 6^{(4-2+1)} + 3^{(4-3+1)} + 1 = 118$ ;  $p_{033} = 6^{(4-2+1)} + 1^{(4-3+1)} + 1 = 110$ ;  $p_{300} = 6^{(4-2+1)} + 2^{(4-3+1)} + 1 = 113$ ;  $p_{333} = 6^{(4-2+1)} + 3^{(4-3+1)} + 0 = 117$ . 因此,对  $U_1, U_2, U_3, U_4$  的排列为

$U_2$	$U_3$	$U_4$	$U_1$
-------	-------	-------	-------

### 3 基于空间公平的混合策略

当然,仅使用基于空间公平的请求排序算法对发言申请者排队是不够的,因为:一方面,当有两个发言申请者在同一叶子节点中时,他们的发言指数相同,无法判断谁的优先级更高;另一方面,也要考虑发言权在时间上的公平,需要加入最长等待优先策略,还有为了系统的实时性,我们需要加入先来先服务、最短任务优先等策略.

于是,提出了兼顾空间、时间公平和其他系统需求的混合策略.混合策略中的每种策略具有不同权重,用于表示系统及用户的需求.各排队策略的权重和服务时间在系统运行过程中是可以改变的,这样,系统就能根据最新情况随时调整策略,使发言权控制更公平、更灵活、更具交互性.

#### 3.1 策略描述

假设系统中考虑  $M$  种排队策略,并为每一种策略设置权重  $W_k$  且权重和为 1,见公式(11),系统中共有  $N$  个用户  $U_1, U_2, \dots, U_n$ , 当系统选择策略  $k(1 \leq k \leq M)$  时,假设申请队列如下:

$U_2$	$U_3$	$U_5$	$U_1$	$U_6$	$U_4$	...
-------	-------	-------	-------	-------	-------	-----

$$\sum_{k=1}^m W_k = 1 \tag{11}$$

我们用  $Seq_k^i(1 \leq k \leq M, 1 \leq i \leq N)$  表示  $U_i$  在第  $k$  种策略队列中的位置,如  $Seq_k^1 = 4, Seq_k^2 = 1, Seq_k^3 = 2, \dots$ , 用  $Qseq^i$  表示用户  $U_i$  在队列中的最终排序,计算如下:

$$Qseq^i = \sum_{k=1}^m Seq_k^i \times W_k.$$

当系统中某种或某几种策略暂时不被考虑时,它们的权重可以设置为 0.

#### 3.2 实例

例如,混合策略由 5 种单一策略组成,分别是空间公平、先来先服务、后来先服务、短任务优先、最长时间未得到服务者优先,它们的权重如下:

$$W_1 = 0.5, W_2 = 0.2, W_3 = 0, W_4 = 0.1, W_5 = 0.2.$$

空间公平策略,  $W_1 = 0.5$ , 队列如下:

$U_2$	$\frac{U_3}{U_5}$	$U_1$	$U_6$	$U_4$	...
-------	-------------------	-------	-------	-------	-----

由于用户同在一个叶子节点所代表的区域里,发言指数一样,所以排序并列第二.

先来先服务,  $W_2 = 0.2$ , 队列如下:

$U_1$	$U_2$	$U_3$	$U_4$	$U_5$	$U_6$	...
-------	-------	-------	-------	-------	-------	-----

短任务优先,  $W_4 = 0.1$ , 队列如下:

$U_3$	$U_2$	$U_4$	$U_1$	$U_6$	$U_5$	...
-------	-------	-------	-------	-------	-------	-----

最长等待优先,  $W_5 = 0.2$ , 队列如下: $U_1$

$U_1$	$U_5$	$U_6$	$U_2$	$U_3$	$U_4$	...
-------	-------	-------	-------	-------	-------	-----

根据公式(2), 计算如下:

$$Qseq^1 = 3 \times 0.5 + 1 \times 0.2 + 4 \times 0.1 + 1 \times 0.2 = 2.3, \quad Qseq^2 = 1 \times 0.5 + 2 \times 0.2 + 2 \times 0.1 + 4 \times 0.2 = 1.9,$$

$$Qseq^3 = 2 \times 0.5 + 3 \times 0.2 + 1 \times 0.1 + 5 \times 0.2 = 2.7, \quad Qseq^4 = 5 \times 0.5 + 4 \times 0.2 + 3 \times 0.1 + 6 \times 0.2 = 4.8,$$

$$Qseq^5 = 2 \times 0.5 + 5 \times 0.2 + 6 \times 0.1 + 2 \times 0.2 = 3, \quad Qseq^6 = 4 \times 0.5 + 6 \times 0.2 + 5 \times 0.1 + 3 \times 0.2 = 4.3.$$

根据计算, 最后的排队顺序为

$U_2$	$U_1$	$U_3$	$U_5$	$U_6$	$U_4$	...
-------	-------	-------	-------	-------	-------	-----

#### 4 仿真验证

为了对基于空间公平的混合发言权控制策略的空间公平性进行验证, 我们假设了这样一个场景, 10 个用户均匀分散在协作区域内开展协作活动, 在活动过程中, 用户的位置不断发生变化, 我们把协作区域分割两次, 第 1 次分割形成 0,1,2,3 四大区域, 再对每个大区域进行分割, 一共形成 16 个小区域, 分别标记为 00,01,02,03,...,33, 形成深度为 3 的发言权四叉树, 最开始各个节点的值都为 0, 我们分别采用基于空间公平的混合策略和混合策略分别对发言申请进行处理, 都包含了立即响应策略, 即发言权的申请队列长度为 1, 系统不保存用户的申请, 且系统中每个用户的优先级、任务大小都假定相同, 在固定的时间内, 每个用户都发出 100 次发言请求, 每个用户每次发言申请时的位置都随机在不同叶子节点中变化, 每个用户获得发言权后进行操作的时间也是固定的, 设定为 3 秒, 我们分别统计每个子区域成功获得发言权的总次数以及它们最长的等待时间, 表 1 为测试结果.

Table 1 Test data

表1 测试数据

区 域		0				1				2				3			
		00	01	02	03	10	11	12	13	020	21	22	23	30	31	32	33
总测试数		237				260				302				201			
		78	61	45	53	61	70	65	64	100	56	86	60	70	43	56	32
申请 成功 数	空间公平的 混合策略	29				30				32				28			
		8	8	6	7	7	8	8	7	009	7	8	8	8	7	7	6
	混合策略	22				35				43				19			
		11	5	3	4	8	10	9	8	015	8	12	8	7	4	5	3
最大 等待 时间	空间公平的 混合策略	15				14				13				14			
		13	14	13	15	12	13	14	13	013	11	12	12	13	14	12	14
	混合策略	27				22				18				30			
		8	9	27	19	7	22	10	19	008	18	15	9	10	16	20	30

通过对比数据来看, 虽然用户的发言申请数目在空间分布上不均衡, 但是利用基于空间公平的混合策略使得各个子区域的发言权的获得数目相对均衡, 使得在不同子区域的用户拥有相同的发言机会反应本子区域的情况; 同时也降低了各个子区域获得发言权的最大等待时间, 使得用户可以较快地反应个子区域的变化.

#### 5 结 论

从基于位置的协作应用的需求出发, 在混合控制策略基础上, 提出了一种基于空间公平的发言权混合控制策略, 具体贡献如下:

- 首次提出发言权需要考虑空间分布上的公平性;

- 提出了发言权二叉树,用来记录历史发言权在空间上的分布情况,并利用发言权二叉树构建了发言指数,作为用户发言的空间优先权的标准,然后提出了基于空间公平的发言权请求排序算法.
- 把基于空间公平的发言权请求排序算法加入到发言权混合控制策略中,提出了基于空间公平的混合发言权控制策略.
- 通过仿真实验获得的对比数据验证了此策略的空间公平性.

**致谢** 在此,我们对对本文的工作给予支持和建议的同行表示感谢.

#### References:

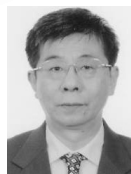
- [1] Chen L, Harper M, Franklin A, Rose TR, Kimbara I, Huang ZQ, Quek F. A multimodal analysis of floor control in meetings. In: Proc. of the MLMI, Vol.6. 2006.
- [2] Dommel HP, Garcia-Luna-Aceves JJ. Floor control for multimedia conferencing and collaboration. Multimedia Systems, 1997,5(1): 23-38.
- [3] Dommel HP, Garcia-Luna-Aceves JJ. A novel group coordination protocol for collaborative multimedia systems. In: Proc. of the IEEE Int'l Conf. on Systems, Man and Cybernetics. San Diego, 1998. 1225-1230.
- [4] Dommel HP, Garcia-Luna-Aceves JJ. Efficacy of floor control protocols in distributed multimedia collaboration. Cluster Computing, 1999,2(1):17-23.
- [5] Shih TK, Deng LY, Liao IC, Huang CH, Chang RC. Using the floor control mechanism in distributed multimedia presentation system. In: Proc. of the Distributed Computing Systems Workshop. 2001. 337-342.
- [6] Katrinis K, Parissidis G, Plattner B. Activity sensing floor control in multimedia collaborative applications. In: Proc. of the 10th Int'l Conf. on Distributed Multimedia Systems (DMS 2004). 2004.
- [7] Banik SM, Radhakrishnan S, Tao Z, Sekharan CN. Distributed floor control protocols for computer collaborative applications on overlay networks. In: Proc. of the Int'l Conf. on Collaborative Computing: Networking, Applications and Work Sharing. 2005.
- [8] El-Fishawy S. Floor control management in speakerphone communication sessions. Google Patents, 2006.
- [9] Kausar N, Crowcroft J. General conference control protocol. In: Proc. of the 6th IEE Conf. on Telecommunications 1998. 1999. 143-150.
- [10] Gao X, Sheng SB, Gu GQ. Analysis on floor control for multimedia conferencing systems. Chinese Journal of Computers, 2001, 24(8):845-852 (in Chinese with English abstract).
- [11] Qian Y, Hou YB. A fuzzy floor control policy for interactive and cooperative system. In: Proc. of the 2nd Int'l Workshop on Autonomous Decentralized System. Beijing, 2002. 147-150.
- [12] Jiang J, Han G, Chen J. Navigation Geographic Database. Beijing: Science Press, 2003 (in Chinese).

#### 附中文参考文献:

- [10] 高旭,沈苏彬,顾冠群.多媒体会议系统的发言权控制协议研究.计算机学报,2001,24(8):845-852.
- [12] 蒋捷,韩刚,陈军.导航地理数据库.北京:科学出版社,2003.



崔修涛(1976—),男,四川绵阳人,博士生,主要研究领域为 CSCW, GIS.



顾君忠(1949—),男,教授,博士生导师,主要研究领域为 CSCW, 分布式数据库.



吕钊(1970—),女,博士,副教授,主要研究领域为 CSCW, 移动工作流, Web 数据集成, 数据挖掘.



薛梅(1977—),女,博士,讲师,主要研究领域为信息安全.