

低开销的基于位置主动信息服务系统研究与实现

刘远健 孟祥旭 王晓东 周兴铭
(国防科学技术大学计算机学院 长沙 410073)

摘要 通过实验和观察发现,现有的基于位置的信息共享系统中存在严重的空间冗余和内容冗余问题。这些冗余的存在极大地增加了系统的通信和计算开销,干扰了客户的个性化使用。提出冗余削减的按需服务机制,它由如下两部分组成:基于网格划分的信息索引机制(GIM, Grid-based Index Mechanism)实现按需的位置更新;基于分类的信息定制机制(CISM, Classification-based Information Selection Mechanism)使客户有权选择自己所需信息类别进行按需的信息共享。实验表明,信息分类按需定制机制可以极大地消减冗余信息共享带来的系统负载;信息索引机制可以节约大约70%的位置更新引发的通信开销,在信息分布极其不均匀的应用中性能提升更加明显。

关键词 位置相关,信息共享,无线网络,按需服务

中图分类号 TP301 文献标识码 A

Low Overhead Large Scale Location-based Information Sharing System

LIU Yuan-jian MENG Xiang-xu WANG Xiao-dong ZHOU Xing-ming
(School of Computer Science, National University of Defense Technology, Changsha 410073, China)

Abstract Frequent location updates from mobile clients make the server a bottleneck for severe communication and processing overhead in large scale location-based information sharing system. From our observation, implanted information is not distributed uniformly in geography, which leads to some blank zones. In existing systems, the client needs to update its location on the server periodically no matter whether any information needs to be shared, which brings extra communication overhead. We presented an Grid-based indexing mechanism(GIM), providing on-demand information request for mobile clients. In this mechanism, an information matrix is built in the server and synchronized to clients, in which each element indicates whether information is implanted in the associated zone. Client only needs to communicate with the server when the matrix indicates the requirement of the information sharing. The experimental results show that the scheme can eliminate about 70% communication overhead and works well especially for applications with uniformly distributed information.

Keywords Location-aware, Information sharing, Wireless networks, On-demand service

1 问题提出

基于位置的信息共享系统是无线移动应用的主要形式之一^[1-4]。通过GPS、GSM或者无线局域网定位等方式,移动客户可以获得自身位置信息,并通过与信息服务器之间的交互,进一步获得与其位置相关联的共享信息。

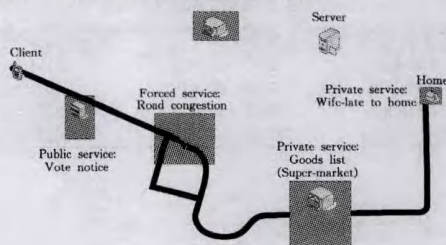


图1 基于位置的信息共享应用场景

图1描述了一个典型的基于位置的信息共享应用场景。客户在回家的路上将经过拥塞路段、超市等区域,并会收到一些与其所在位置相关的信息,比如道路拥塞提醒、超市促销货物清单和一些亲友设置的私人信息。

通过实际应用测试,可以发现上述基于位置的信息共享方法存在两方面问题:一是系统中存在大量的空间冗余,从而导致移动客户端频繁向服务器作无意义的位置更新;二是系统中存在部分共享信息的内容冗余,从而导致客户端接收大量并不需要的共享信息。这两类冗余给系统造成了极大的通信和计算开销,降低了系统的可用性。

1.1 空间冗余

观察:信息的分布在地理上是不均匀的,从而导致了热点区域和空白区域的存在。

正如我们所知,人们的日常活动往往表现出一定的局部

到稿日期:2012-04-04 返修日期:2012-07-13

刘远健(1988-),男,硕士生,主要研究领域为无线网络安全、基于位置的服务系统,E-mail:lyj880818@qq.com;孟祥旭(1982-),男,博士生,主要研究领域为无线网络、基于位置的服务系统;王晓东(1973-),男,研究员,硕士生导师,主要研究领域为移动计算、数据库系统、无线网络安全等;周兴铭(1938-),男,教授,博士生导师,主要研究领域为高性能计算、移动计算。

性,例如通常会集中于某些特定的区域,如办公室、超市、医院、银行等场所,需要分发的信息一般也同这些区域相关联;私人信息则更加具有局部性,大多数信息与住所、办公室、医院、商场等位置相关。因此共享信息的分布同样也表现出相应的局部性(见图2),在某些热点区域,信息相对密集,而其它区域则不存在共享信息,表现为连续的空白区域。

当前基于位置的主动信息共享系统中,要求移动客户在服务器上实时更新其位置信息,并针对每次更新,由服务器判断客户所在区域是否需要信息分发。这种策略是以服务器实时跟踪移动客户的运动轨迹为基础的。但是,频繁的位置更新将导致客户端设备的高能耗,同时给服务器带来极大的通信和处理压力,使服务器成为整个系统的瓶颈^[5]。基于位置估计^[13]的信息共享策略可以在某种场景减少移动客户位置更新的频度,但只适用于客户运动速度和方向变化不大的场景。因此,客户的位置更新带来的通信和处理开销成为限制系统大规模应用的障碍。

由于空白区域的存在,我们认为客户频繁的位置更新是不必要的。这些不必要的位置更新带来的通信冗余是一种空间信息分布不均造成的冗余,称其为位置更新的空间冗余。

1.2 内容冗余

当前基于位置的信息共享系统中,主要以移动客户的位置为信息共享的判断依据,忽略了客户对于信息内容的主观需求。由于没有提供客户对共享信息的个性化选择机制,而是采取盲目的共享机制,每个客户必须接受所有满足位置关系的信息。这样的机制既导致了无关信息对客户的干扰,同时也因为不必要的信息分发增加了系统的通信开销。这种冗余表现为共享信息内容对于客户的冗余,称之为内容冗余。对于每个客户来讲,都应该具有按照需求选择共享信息的功能。

本文针对基于位置的信息共享系统中存在的位置冗余和内容冗余,研究具有冗余削减能力的按需服务信息共享机制,以提高系统效率,改善系统的可用性。本文第2节详细阐述冗余削减策略及其具体实现策略;第3节为数学模型建立及分析;第4节是演示系统实现及性能分析;第5节为相关工作描述;最后是总结及工作展望。

2 冗余削减的按需信息共享策略

位置更新的空间冗余导致大量不必要的系统开销。本文提出了基于网格划分的信息索引机制(GIM, Grid-based Index Mechanism)来实现按需的位置更新。服务器为每个客户建立共享信息矩阵并且同步到客户端,矩阵中的每个项表示它所对应的物理区域是否有信息需要共享。仅当客户进入有内容需要共享的区域时,才按需更新当前位置到服务器,进而决定是否信息需要下载。

盲目地分发客户不需要的信息必定带来冗余的开销。但是,对成千上万的信息一一进行选择也是难以实现的。因此,本文提出了基于分类的信息定制机制(CISM Classification-based Information Selection Mechanism)来按照信息的发布者 and 共享对象将信息进行分类,客户基于分类选择自己所需的共享信息。

2.1 基于网格的索引机制(GIM)

信息页(Information page)是一个包含信息的需要共享的对象,它可以是任何形式,如一个网页、一段视频、一个短消息、一个语音提示等。信息页的触发区域(Trigger zone)是同此信息页相关联的一个物理区域,当有客户进入该物理区域时(即满足了信息页共享的物理位置关系),服务器将发送此信息页给该客户,实现基于位置的主动信息共享。这个区域可以由信息发布者划定的任意形状的物理范围。为了计算方便,系统采取矩形区域来划定信息页的触发区域(见图2)。

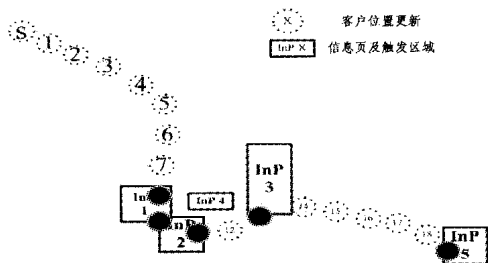


图2 客户路径及信息页示意图

GIM是通过减少不必要的通信次数来减少空间冗余导致的系统开销。此机制将通过在客户端增加很少的计算和存储开销来减少位置更新所带来的通信开销。与当前基于位置的信息共享系统不同,客户代替服务器来判断何时需要下载共享信息页,从而实现客户按需进行位置更新和信息页的下载。

以图2所示为例,实线矩形区域为信息页的触发区域,其它区域为空白区域。一辆汽车在沿着虚线轨迹行进的途中,传统机制需要在每一个虚线点处进行位置更新(将自己当前位置传送给服务器查找是否有信息页需要共享)。实际上,只有在实线点的位置更新才有意义。很明显,客户知道当前所在的位置是否有信息页需要共享是减少位置更新冗余的关键。要减少冗余的位置更新,客户就需要知道信息页的分布情况,从而自主地进行判断,按需进行位置更新和下载信息。

地理位置坐标系适合建立每个信息页的触发区域,但不易于存储和共享。本文引入了网格划分的思想,将每个客户的活动区域划分成网格(网格的每个划分区域称为一个网格项),边长为 L 。我们经常将信息页同某个特定的对象相关联,如一座大楼、一个广场或者一段公路,所以做如下假设:所有触发区域的尺度都处在近似数量级。

研究表明,共享信息触发区域的边长受到信息提供者习惯、心理、信息内容等多种独立因素的影响。在大规模应用中,可以假定信息页触发区域的边长符合高斯分布。在高斯分布中均值、中值、众值相等。因此在本系统中,将 L 值设定为所有信息页触发区域边长的中值,使边长为 L 的网格划分能同尽量多的触发区域边长近似^[14]。

客户的活动区域在客户进入系统的初始化阶段被划分成 $m \times n$ 个网格项。服务器在本地为每个客户建立如下索引结构:

Local-Vector: Map(GridID, ObjectID(Trigger-Zone))

这里 GridId 是网格项的编号, ObjectID 是信息页的标志号。如图3所示,图中第29号区域(第五列第二个网格项)同第一个信息页相关联。触发区域 $((x_1, y_1), (x_2, y_2))$ 由一个

长方形的左上顶点和右下顶点确定。则这个向量数据为:

$$\langle 29, \text{InP1} \langle (x_1, y_1), (x_2, y_2) \rangle \rangle$$

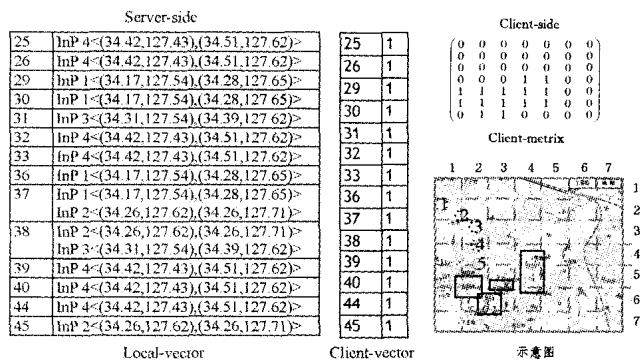


图3 网格项索引及信息页矩阵

x 和 y 分别为节点的经纬度。下一步,我们将本地的 ObjectID 映射到 $\{0,1\}$ 值域,用变量“IsorNo”来记录此网格项所覆盖的区域是否有信息需要共享。

Client-Vector: Map<GridID, IsorNo>

客户端向量需要同步到客户设备上,同时,服务器端也将进行网格划分的边长值 L 及客户的活动区域坐标传输给客户端,使得客户端可以同服务器端进行同样的网格划分。客户端根据客户向量(Client-Vector)很容易建立自己的信息共享矩阵(见图3右上)。信息共享矩阵表现为多维 0-1 矩阵,在客户端可以以数组的形式存储。因为每个变量只需要保存一个布尔值,所以整个向量只需要 $m \times n$ 个字节进行存储。这种机制将极大地减少系统的通信开销,因为只有客户进入的区域标记为 1 时,才向服务器更新自己当前的位置。

如图3右下示意图所示,一辆汽车沿着“1-2-3-4-5……”的路线前进,当在第一段路获得一个新的位置数据时,本地存储的标志向量表明当前位置没有信息需要共享,因此不需要向服务器更新自己的位置。汽车只有进入标志为 1 的 30 号网格区域时,才下载服务器本地向量(图3左侧红箭头所指的项)中保存的触发区域集合。汽车进入某个信息的触发区域时,在客户端便可以判断哪一个信息页满足了触发条件,从而向服务器请求下载此信息页。由此例可知,信息索引机制可以极大地减少不必要的位置更新带来的通信开销。

2.2 基于分类的信息定制机制(CISM)

为了避免非授权客户共享信息,同时减少冗余信息共享带来的开销,我们根据信息的发布者及使用者将信息页进行如下分类。

强制信息页:每个客户必须接收的信息,比如地震警报、交通阻塞等由政府机构发布的强制性信息。

可选择信息页:客户可以选择是否接收的信息页,如超市的打折信息、股票金融信息、兴趣论坛等。可选择信息页按照信息服务对象继续进行二级类别划分:如商场折扣信息、财经要闻、体育动态等。只有一部分客户才会对某类信息感兴趣而选择共享。由于可选择信息页的发布者甚广,因此可选信息页是三类信息页中数目最多的类别。其下的二级分类才是客户选择的具体对象。信息页选择机制也主要体现在对可选信息页中冗余部分的剔除。

个人信息页:这些信息页为特定客户上传及共享的信息

页,只有所有者才能够进行共享、编辑和指定共享权限。每个客户都可以有自己有权编辑和共享的信息页。

每一个客户都有权利按需选择自己需要共享的信息集合。因此,客户共享一个由各种类型信息组合的信息页集合,它包括所有的强制信息页、自己选择的可选信息页和自己特有的个人信息页。通过此机制,客户具有了定制共享信息集合的能力,减少了不必要信息下载共享带来的开销和无关信息的干扰。

2.3 信息共享的流程图

本节将具体描述信息共享的流程(见图4),同时,详尽地讨论新的信息页加入和信息页编辑操作之后系统需要进行的操作。

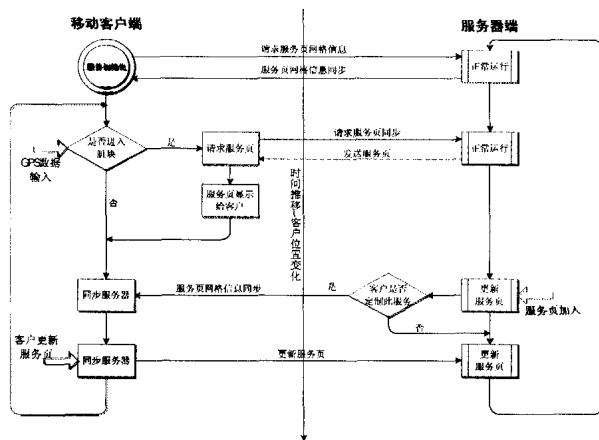


图4 信息共享流程图

主动信息共享

在客户登录服务器进行信息共享之前,需要进行初始化工作。首先,客户提交自己的预定活动区域和需要共享的感兴趣的信息页集合。服务器接收这些信息之后,将为此客户计算出客户端信息共享向量(Client-Vector,计算方法见2.1节),并且发送给该客户。

客户端 GPS 接收模块接收到客户的当前位置坐标后,需要根据信息共享向量的内容自己来判断是否发送信息的共享请求。客户查找共享向量中的值,如果当前位置所在网格项中有信息需要同步,则请求服务器发送与此网格项相关联的信息页的触发区域集合。下一步,客户判断自己是否进入了某个信息页触发区域,如果进入,则请求服务器共享此信息页。如果判断当前区域无信息需要共享,则客户端不进行任何动作,继续运行。

信息页更新操作

信息页的更新包括在服务器端执行信息页的添加、编辑和删除操作。在这些操作中,只有出现如下两种情景时,服务器才需要同客户端进行通信。第一种情况是,新加入的信息页触发区域覆盖了以前没有信息页植入的网格项(即客户向量中,该网格项的 IsorNo 值由 0 变为 1 时),此时,必须修改服务器本地向量和客户端共享向量,修改客户信息共享矩阵,以防止漏掉该信息的共享。另一种情况是,新加入的信息页触发区域所覆盖的网格项为客户当前所在的网格项,此时,必须对客户共享向量进行更新,以防止信息页漏掉共享。而其它的修改、删除等操作,都不需要告知客户:若客户请求信

息页共享时发现信息已经删除或者修改,则只需发送最新的版本或者告知其信息页已删除即可。

由上分析可知,只有在极少情况下,信息页的更新才需要进行客户同服务器的通信操作。

3 数学分析

最小化客户端的通信开销对减少整个系统的通信开销及增加服务器的容量都是非常重要的。建立数学模型来分析客户同服务器进行通信的频率。客户同服务器进行通信主要有3个目的:(1)请求下载与当前网格项相关联的信息页的触发区域集合;(2)请求信息页;(3)通过一个命令(如 $set[2,3]=0$ 或者 1)更新客户信息共享矩阵的值。因此在一个时间单位中总的通信次数可以计算如下:

$$C_{total} = C_{zone} + C_{message} + C_{update}$$

C_{zone} 表示在一个时间单位内进行触发区域集合同步的次数; $C_{message}$ 表示在一个时间单位中进行信息页请求的次数; C_{update} 表示在一个时间单位中信息页更新引发的通信次数。下面将分别对 C_{total} , $C_{message}$ 和 C_{update} 进行分析。

3.1 触发区域集合及信息页的请求次数

假设共有 T 个客户与服务器相连。活动区域被划分成 $M \times N$ 个网格项,每个项的边长为 L 。平均每个客户有 U 个私人信息页、 W 个可选信息页和 R 个强制信息页。首先计算平均每个客户需要执行的通信次数。所有信息页的触发区域(见图6左图红色区域)所覆盖的面积为 s ,整个活动区域的面积为 S 。我们定义 $r=s/S$ 为覆盖率,用来表示所有信息页覆盖活动区域的比率,并且用 $r \times (M \times N)$ 表示有信息植入的网格项个数。假设客户运动在局部时间内是规则的,如单位时间中运行速度和方向是固定的,平均速度为 V ,则客户在单位时间内穿过的网格项个数可以简化为 $2v/(1+\sqrt{2})L$ (假设在一个区域中运行的平均距离为边长和对角线的算术平均值)。为了简化分析,设定信息页的触发条件为“进入”,即客户进入到信息页的触发区域时就进行内容的共享。因此,单位时间进入有信息页植入区域的次数为:

$$C_{zone} = 2vr/(1+\sqrt{2})L$$

因为 L 取值为所有信息页触发区域边长的均值,所以我们认为触发区域通信的次数同信息页个数相同(即每次触发区域下载对应一次信息页下载,当一个网格项中多个信息页重叠时,可以一次完成多个信息页下载)。则

$$C_{zone} = C_{mess}$$

3.2 更新同步引发的通信次数

正如2.3节所述,只有在新加入一个信息页且植入一个空白网格项时才进行更新同步操作,引发通信。这个概率是极其小的。则单位时间内总的通信次数可以粗略表示为:

$$C_{total} = 4vr/(1+\sqrt{2})L + e$$

在单位时间内加入新信息页且覆盖空白区域的概率很低,因此 e 的值可以省略。

3.3 同实时更新位置方法的比较

为了比较,我们考虑实时更新位置方式:移动客户周期性地向服务器更新位置信息,更新频率为 q 。使用 $C'_{total} = C'_{location} + C'_{mess}$ 来表示单位时间总的通信次数,这里 $C'_{mess} = C_{mess}$,因为这两种方法需要共享的信息数目相同。所以单位时间通信开

销次数可以表示为:

$$C'_{total} = 2vr/(1+\sqrt{2})L + q$$

重要的是,系统必须保证每一个共享信息都不能遗漏,因此,位置信息的更新间隔 $t=1/q$,必须短于 l_{min}/v ,以保证最小的信息触发区域内都有一次位置更新, l_{min} 表示最小的触发区域的边长,简单表示为:

$$q > (v/l_{min})$$

分析采用索引机制可以节省的通信次数的比例:

$$S_{save} = 1 - C_{total}/C'_{total}$$

$$\text{且, } C_{total}/C'_{total} < (4rl_{min}/(2rl_{min} + (1+\sqrt{2})L))$$

因此,

$$S_{save} > ((1+\sqrt{2})L - 2rl_{min})/((1+\sqrt{2})L + 2rl_{min})$$

在一般情况, l_{min} 应小于中值 L 。我们定义变量 $\alpha = l_{min}/L$ 表示触发区域的差异。值域为 $(0,1]$ 。同时覆盖区域比率 r 的值域也为 $[0,1]$ 。上式可以表示为:

$$S_{save} > ((1+\sqrt{2}) - 2r\alpha)/((1+\sqrt{2}) + 2r\alpha)$$

如图5所示,在最坏的情况下,即 α 和 γ 的值为0时,可以节省约30%的通信次数。如图9所示,在校园的实测中,当 α 约0.18且 r 约0.22时,可以节约70%的通信次数,与数学模型分析结论相符。

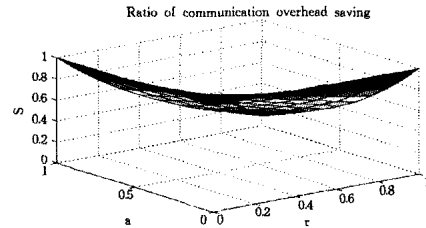


图5 开销节省的边界值

在现实世界中,最小触发区域的边长应该只是中值的百分之几。也就是说, r 的值将非常小,通过数学分析,采用索引机制可以节省大概80%的通信次数。

4 演示系统及性能分析

4.1 测试系统的构建

基于索引机制,我们建立了一个基于位置的主动信息共享演示系统(LAISS)。在演示系统中 demo 运行在一个微机工作站上。微软的 SQL Server2005 数据库及管理系统用来存储和管理信息页。客户端软件的设计是基于 Windows mobile 6.0,这个平台的软件很容易移植到其它的 windows CE 版本。在我们的实验中,手机自带 GPS 接收模块,其它的位置获取手段很容易通过串端口与手机互联。WiFi 局域网作为我们通信的手段。其它的有线网络、3G 网络等通信方式也可在更加广泛的应用中作为通信手段。

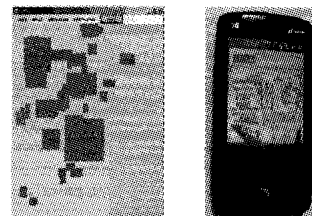


图6 服务端及客户端界面

如图 6 所示,服务器端软件同时也实现了客户管理、信息页编辑、通信功能模块。客户端实现了 GPS 数据接收、逻辑判断和信息显示模块。下一步将加入远程信息管理等功能。

4.2 索引机制性能测试

整个演示系统运行在校园的北校区,邀请了 10 名志愿者协助我们进行系统可用性的测试。其中有 5 名学生、2 名老师和 3 名行政人员。我们要求每个客户提交 5 个信息页。测试的活动区域为学校的北校区,大概有 30 万平方米的面积(500m×600m)。一个客户端驾驶摩托车沿图 6 右图红色轨迹行驶,GPS 数据的接收频率调整为每秒接收一次。我们收集了实验中的统计数据:网格页的平均边长、信息页的覆盖率和通信的次数。覆盖率是一个统计变量,即所有信息页触发区域所覆盖活动区域的比例。图 6 左图显示的是有 50 个信息页加入时,信息页覆盖的区域(红色部分)。

如图 7 所示,当客户端运行速度约 5m/s 时,传统方法中客户需要同服务器通信 140 次,而采用 LAISS 方法只需要通信 40 次,大约消减了 70% 的通信次数。图 7 下方的两条曲线分别表示网格项触发区域的更新次数和信息页的下载次数,它们随着信息页的逐次加入而增加,且触发区域的更新次数在所有更新中所占的比例缓慢减少。原因是越来越多的信息页触发区域开始重叠,同时所有触发区域的总覆盖区域的增加变缓。由图 8 可知,触发区域的更新次数是同覆盖率紧密相关的。

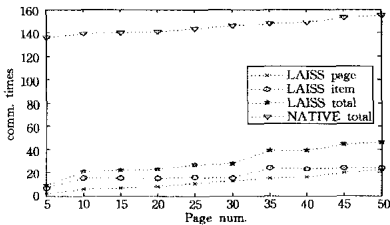


图 7 传统方法同 LAISS 方法的通信次数

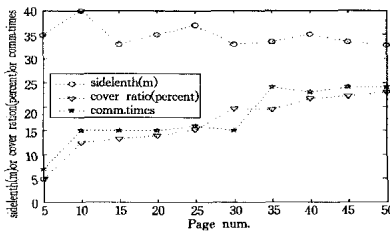


图 8 覆盖率、项边长和更新次数

如图 8 圆点线所示,信息页触发区域边长的均值并没有急剧变化,这也在一定程度证实了“在实际应用中触发区域的边长变化不大,大多在同一个数量级”的假设。比较下方两条曲线可以得出结论:总的通信次数同所有信息页的覆盖率拥有相同的演变趋势,因为更多的信息页将导致触发次数的增加和覆盖面积的增大。同时,我们注意到两条曲线的斜率接近于 0.4,这意味着平均有 2.5 个信息页触发区域重叠。斜率值随着记录的增多逐渐变缓,表明更多的信息页将互相重叠。

4.3 信息分类机制性能测试

在上面的测试中,我们认为所有的信息页都被所有的客

户共享。但是,实际上只有一部分信息页是强制性的,大多数为可选择的,并且少部分是私人信息页。为了测试信息分类机制的性能,假设老师的信息页为强制性信息页,每个学生可以选择另一个人的信息页作为可选信息页。在信息页数目为 50 时,重新运行此演示系统。如图 9 所示,如果采取信息的分类机制,60% 的多余通信请求将节省下来。相反,在传统方法中,信息页共享数目的减少并没有导致其总的通信次数的减少,因为在传统方法中,客户端与服务器的通信大多是由位置更新引发的。

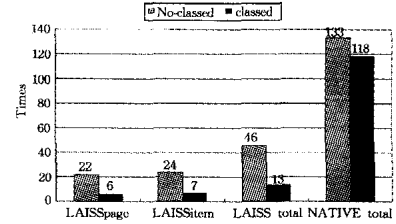


图 9 通信次数的比较

上面的实验结果表明,信息分类与索引机制相结合可以极大地减少通信开销。

4.4 计算及存储开销分析

计算开销分析

1. 服务器端计算开销:服务器计算开销主要表现为初始化阶段索引建立的计算开销,而其中的主要计算为对客户选择信息页的遍历开销。对于客户选定的信息页需要进行两次遍历,第一次是为了计算所有信息页的中值,第二次是为了建立触发区域的索引。每一次触发区域与索引区域的重叠判断所需的计算量是相同的。由此可知,服务器的计算开销应同信息页的数量成正比。如图 10 所示,测试中记录了信息页数目从 0 到 50 的初始化时间开销(服务器端接收到客户活动区域数据的代码之后,在生成“client-vector”的代码处加入时间监控代码进行测量,服务器处理器型号为 AMD 双核 3600+)。

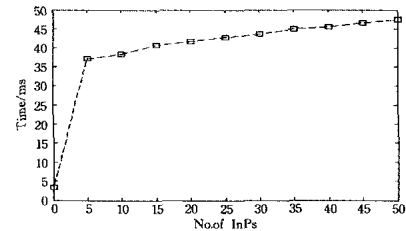


图 10 服务器端计算时间开销

由图 10 可知,采取矩形表示触发区域时,除去数据库连接建立时间,平均每个信息页的索引建立时间约为 0.3ms。初始化时延可容忍为 3s 时,每个客户可以计算约 3 万个信息页的索引向量。在一个城市级的应用中,对于大多数客户来说 3 万个共享信息量是足够的。同时,信息分类机制和活动区域设定方式的使用,使客户可以自主减少自己的活动范围及所需共享信息的数量,以加快初始化速度。客户定制区域的面积及共享信息数量的减少,使得大多数客户的初始化时延是可容忍的。

值得注意的是,客户接收到位置更新之后,进行共享信息

匹配查找的计算全部从服务器端移到了客户端进行,从而极大地减少了服务器运行过程中的通信和计算压力。在企业级应用中,服务器的瓶颈不是计算复杂性,而是同时支持的连接个数。从这个角度讲,位置更新次数的减少可以极大地提升服务器容量。

2. 客户端计算开销:所有客户端都进行相同的计算,即当接收到位置信息后,判断当前的坐标位于哪一个网格项中(根据活动区域和划分边长计算所得),接下来对客户矩阵进行查找(一次访存即可实现),判断当前网格区域是否存在信息页。由此可知对于客户端来讲,接收到任何位置更新之后,所进行的计算开销是相同的。在我们的测试中(在测试程序的位置更新处理函数入口处和是否更新函数的返回代码处加入时间监测代码,ARM 处理器的主频为 220mhz),每一次位置判断计算只需约 10ms 时间。可见对于大多数移动设备来说计算开销是可以接受的。

存储开销分析

1. 服务器存储开销:服务器存储的开销随着服务客户的增加而增加。前阵列式存储设备在企业服务器中的广泛应用,使得存储开销已经不能成为非多媒体应用的瓶颈。

2. 客户端存储开销:在演示系统中客户端程序自身占用的空间为 2.38MB。即使建立 1k×1k 的网格矩阵,需要的存储区间也只有 1MB。因此,当前的智能手持设备完全可以提供足够大的存储空间。

5 相关工作

我们的工作主要是为了在实时的基于位置信息的信息共享系统中减少不必要的位置更新和内容传递带来的通信开销。与我们相关的工作有 ActiveCampus^[1]、GeoNotes^[2]、位置相关的查询(LDQs)^[13]和移动对象信息管理^[12]等。我们的工作主要聚焦于基于位置的信息共享系统中支持冗余削减的按需服务机制研究。Ying 和 Toby^[5]的工作与我们的最相似,他们提出了如何建立基于位置的服务系统的详细方法,同时提出了减少开销的一些策略。他们将客户与一个驻扎区域相关联。当一个客户移动时,系统监测客户位置与自己驻扎区域中的信息页触发区域的关系来决定是否下载相关信息。在他们的方法中,当客户移动时,服务器必须实时地计算客户的驻扎区域。这种方式在一定程度上减少了 GPS 数据更新带来的开销,但频繁的客户驻扎区域重计算带来极大的通信和计算开销,尤其当客户数量较多、移动速度较快时,系统开销难以容忍;同时,客户区域的频繁更新使客户端的计算量增大,对客户端的性能提出了较高要求。此外,他们没有考虑不同客户对于信息页共享的个性化需求,而是默认所有信息页在所有客户间的共享,从而导致了大量无关信息的共享,浪费了系统资源,降低了系统效率。

结束语 本文介绍了采用信息分类和索引机制来减少基于位置的主动信息共享系统的通信开销,并通过开发简单的原型系统 LAISS 验证了上述机制的有效性。实际测试表明:

与传统方法相比,我们的策略可以极大地减少由空间冗余和信息冗余导致的系统开销,在信息分布较不均匀的应用中性提升更加明显。在下一步工作中,将进行大规模的系统实测,得到系统进行商用所需的经验数据,并针对现有不足研究系统的改进策略。

参考文献

- [1] Abowd, Atkeson, Hong, et al. Cyberguide: A mobile context-aware tour guide[J]. *Wireless Networks*, 1997(3): 421-433
- [2] Cheverst K, Davies N, Mitchell K, et al. Developing a context-aware electronic tourist guide: some issues and experiences[C]// *Proceedings of the CHI'00*. ACM Press, 2000: 17-24
- [3] Persson P, Fagerberg P. Geonotes: A real-use study of a public location-aware community system[R]. Technical Report SICS-T~U2002/27-SE. SICS, Sweden, 2002
- [4] Griswold W G, Shanahan P, Brown S W, et al. Activecampus: Experiments in community-oriented ubiquitous computing[J]. *IEEE Computer*, 2004, 37(10): 73-81
- [5] Cai Ying, Xu T. Design, Analysis, and Implementation of a Large-scale Real-time Location-based Information Sharing System[C]// *MobiSys'08*. Breckenridge, Colorado, USA, June 2008
- [6] Smailagic A, Kogan D. Location sensing and privacy in a context-aware computing environment[J]. *IEEE Wireless Communications*, 2002, 9(5): 10-17
- [7] Driver C, Clarke S. Hermes: Generic designs for mobile, context aware trails-based applications [C] // *Workshop on Context Awareness at MobiSys*. Boston, 2004
- [8] Williamson G, Stevenson G, Neely S, et al. Scalable information dissemination for pervasive systems: implementation and evaluation[C]// *MPAC 2006*. Melbourne, Australia, November 2006
- [9] Tokuda H. Challenges in Creating New Context-aware Ubiquitous Services, E-Commerce and E-Services [C] // *CEC-EEE 2007*. 2007
- [10] Chang J-W, Lee H-J. Context-Aware Architecture for Intelligent Application Services in Ubiquitous Computing[C] // *Semantic Computing*. ICSC 2007. Sept. 2007: 275-281
- [11] Kotz D, Essien K. Analysis of a campus-wide wireless network [C] // *Proceedings of the Eighth Annual International Conference on Mobile Computing and Networking*. 2002: 107-118
- [12] Shaffer J, Siewiorek D, Smailagic A. Analysis of Movement and Mobility of Wireless Network Users[C]// *ISWC 2005*. 2005: 60-69
- [13] Lam K, Ulusoy O, Lee T S H, et al. An Efficient Method for Generating Location Updates for Processing of Location-Dependent Continuous Queries[C]// *7th International Conference on Database Systems for Advanced Applications, DASFAA'01*. Hong Kong, China, April 2001: 218-225
- [14] Jones K S. A statistical interpretation of term specificity and its application in retrieval[J]. *Journal of Documentation*, 1972, 28: 11-20