

基于主动数据库的移动 P2P 查询处理

胡国玲

(华东理工大学 信息科学与工程学院, 上海 200237)

(linder@ecust.edu.cn)

摘要:提出了一个基于主动数据库的移动代理构造及管理系统模型。它采用主动数据库中的事件—条件—活动(ECA)规则来定义代理的逻辑结构并利用其触发器机制来实施代理的执行和管理,不仅大大简化了支持即时或连续查询的 P2P 系统的体系结构而且通过主动数据库的安全机制能确保从自治数据库中获取信息的安全性和有效性。给出了移动 P2P 系统中节点的体系结构,代理的结构、管理与生存周期并给出了一个应用实例。

关键词:P2P 数据交换系统;查询处理;移动代理;主动数据库

中图分类号:TP392 **文献标识码:**A

Query processing in mobile P2P system based on active database

HU Guo-ling

(School of Information Science and Engineering,

East China University of Science and Technology, Shanghai 200237, China)

Abstract: In this paper, a system model of mobile agent construction and management was presented. It uses ECA rules of Active Database to define the logic structure of the agent and uses the trigger mechanism of Active Database to manage and execute the agent. By this means not only the architecture of the P2P system supporting instant and contiguous query is significantly simplified, but also the security and efficiency of information are guaranteed through the security mechanism of the Active Database. The architecture of a mobile P2P system node was firstly presented, followed by the structure, management and life cycle of the mobile agent and lastly an application instance was given.

Key words: P2P data exchange system; query processing; mobile agent; active database

0 引言

低功耗无线电通信技术、嵌入式计算技术、卫星传感器技术及集成电路技术的飞速发展和日益成熟使得移动 P2P 系统成为可能。移动 P2P 系统是由移动主机和无线通信网络构成的 P2P 系统。它通过直接交换实现对等计算机(称为对等体)间的资源和服务共享,具有自组织性、自适应性、容错性高等特点。其应用所处的环境在结构、内容和负载上都表现出极强的动态特征。随着节点的不断移动,系统的拓扑结构和各节点中所包含的数据内容通常会频繁地变化。这种特征需要一种具有灵活性、主动性、自主性的处理技术与之相配,而移动 Agent 技术正是具有这种功能特点的理想技术,如当使用移动 Agent 进行查询处理时可以将发现机制和搜索策略封装在移动代理中以简化 P2P 系统的查询处理机制。因此目前大部分关于移动 P2P 的研究工作都是基于移动代理的。例如:文献[1]给出了 P2P 环境下移动代理的适宜性和节点组织;文献[2]中作者强调移动代理不仅可以增进有效性而且可以使分布式的信息检索更加健壮和易于实现;文献[3]介绍了利用移动代理来实现从各种数据源收集相关信息的复杂查询,文中不仅介绍了如何使用移动代理,还给出了通过本地处理来减少网络流量的具体方法。

然而,采用移动代理进行移动 P2P 查询处理时也会出现一些性能和可扩展性方面的问题。系统中的每个节点需要存放、执行和交换大量的功能类似的面向数据操作的移动代理,

如何对移动代理实施有效管理成为一个需要解决的问题。基于此,本文提出了一个基于主动数据库(ADBMS)的移动代理构造及管理系统模型。它采用主动数据库的事件—条件—活动(ECA)规则来定义代理的逻辑。这样,代理的(部分)逻辑便可以以一种可说明的,面向数据的方法定义:触发代理活动的事件可以在规则的事件部分说明,条件部分可以说明代理活动激活的附加要求,移动代理的执行和增、删、改等维护操作均借助于主动数据库的相应机制完成,从而大大提高系统的有效性,可扩展性,便携性和安全性。

本文的主要贡献在于提出了基于主动数据库的 P2P 体系结构,并提出了基于 ECA 规则的移动代理的构造方法及其运行管理机制。主要优点在于:

1) 通过主动数据库中的触发器机制定义移动代理的逻辑并借助于主动数据库的相应机制来管理系统中大量的移动代理可以大大减少冗余的代理代码,提高系统的可扩展性,便携性,安全性和优化处理;

2) 由于移动代理的大部分操作是数据库操作和事件监控,因此通过主动数据库管理系统的触发器机制可以有效地执行移动代理的任务;

3) 数据安全性问题可以交由 ADBMS 来处理。ECA 规则的安全机制可以借由 ADBMS 的安全机制来实现从而可以直接为每个移动代理指定权限;

4) 通过传输 ECA 规则而不是应用代码可以有效地实现移动代理的迁移。特别是当构成代理的规则是规则模式的实

例时,只需传递规则的模式名和实例化参数即可。

1 基于主动数据库的 P2P 系统体系结构

本节给出基于主动数据库的移动 P2P 系统的体系结构。它可以有效地支持 P2P 系统的可扩展性和有效性。P2P 系统中每个节点的体系结构如图 1 所示。

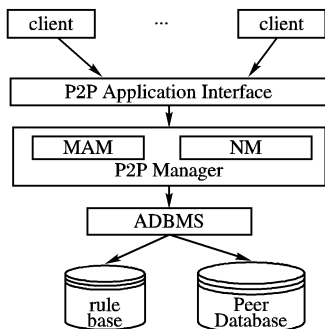


图 1 P2P 系统的节点结构

每个节点由主动数据库管理系统 ADBMS, P2P 管理器和 P2P 应用接口构成。其中 ADBMS 用来存储和管理用户数据和构成移动代理的 ECA 规则。ADBMS 能监控数据库内部和外部世界的各种事件并能根据所支持的权限和优先级评估和激活相应的 ECA 规则,进而实现移动代理的功能。同时借由 ADBMS 的安全机制可以为宿主代理的 ECA 规则设置一定的存取权限,从而保护数据库不受假代理的损害。

P2P 管理器用来管理与该对等体相关联的信息,它包括两个功能部件:邻居管理器(Neighbor Manager, NM)和移动代理管理器(Mobile Agent Manager, MAM)。

NM 通过使用通信网络来实现对等体与其邻居节点之间的通信。该模块封装了发现和建立新邻居和废除现有邻居的算法。该算法可以由 NM 模块内部、其他节点请求、MAM 或 ADBMS 触发。NM 的另一个主要任务是从邻居节点收发移动代理。该任务需与 MAM 协作完成。

MAM 主要负责移动代理的接收和分派,即负责存储和激活接收到的和向其他节点派出的移动代理。移动代理的激活需通过 ADBMS 激活相应的 ECA 规则。移动代理的分派需首先构造合适的包含代理代码(ECA 规则)和状态数据的包,然后通过 NM 模块协调它们的传输。MAM 也负责管理存放在数据库中的代理元信息。如, MAM 负责检验接收到的代理的合法性并对其 ECA 规则设置适当的权限。

P2P 应用接口负责用户与 P2P 管理器之间的通信。用户通过它开发 P2P 应用系统并管理其本地数据。对每个用户请求, P2P 应用接口都会产生相应的移动代理并交由 MAM 进行管理。

2 基于主动数据库的移动查询代理

本节阐述基于主动规则的移动代理的结构及其基于主动数据库的组织和管理。其优越性在于:

(1) 移动代理本身无需设置专门的机制来存储和维护与其自身相关的规则和代码,所有关于规则的处理机制均由主动数据库统一管理和维护,从而大大压缩了移动代理的代码,有助于其在移动 P2P 网络中的迁移。

(2) 通过主动数据库可以对移动代理实施更为有效的管理。比如,可以有效地实现代理的版本管理;合并搜寻同样信息的代理规则从而避免系统中大量冗余规则的出现。

(3) 主动数据库可以为移动代理的执行提供有力保证。规则的执行(优先级,耦合和消耗模型等)完全转移到 ADBMS 中, ADBMS 可以对其进行进一步地优化处理。

2.1 移动代理的结构

P2P 系统中的移动查询代理的执行可分为两个阶段: 1) 寻找并迁移到能够提供所求信息的目标节点上; 2) 从目标节点上获取信息并将其传回查询端。由此可将构成移动代理的主动规则分成两组: M_规则组即迁移/配置/管理规则组和 R_规则组即信息检索规则组。

M_规则组主要负责移动代理的迁移、配置和管理。具体来说,它利用对等体的数据库中的信息和代理存活期间所获得的历史数据实现各种资源搜索策略,进而将移动查询代理传送到能提供所需数据的节点上。为了完成路由任务,它首先调用 NM 模块的功能以发现新的邻居节点,然后调用 MAM 模块将代理迁移到所选的对等体上。当移动代理到达存放所需信息的节点时,它还需负责配置信息检索规则组,这包括向目标节点的数据库中插入或激活适当的规则,该功能可以通过调用目标节点的 MAM 来实现。同时,它还需负责代理的自我管理。这包括对生命周期的管理(克隆和自我中止),错误处理等等。

R_规则组主要负责实现信息的检索。即根据查询的定义,在目标节点的数据库中收集信息并将查询结果传回源节点。

每个移动代理可以形式化地定义为一个 4 元组 $\langle \text{MAID}, \text{M_RULE_LIST}, \text{M_DATASET}, \text{R_RULE_LIST}, \text{R_DATASET}, \text{MAX_HOP_COUNT} \rangle$ 。其中:

MAID 为代理的唯一标识;

M_RULE_LIST 为由偶对 $\langle \text{RULE_ID}, \text{PRIORITY} \rangle$ 构成的规则序列,它构成移动代理逻辑的 M_规则组。其中 RULE_ID 标识 ECA 规则, PRIORITY 标识其优先级;

M_DATASET 为与 M_RULE_LIST 相关的控制数据集,包含初始参数,代理状态信息和代理所收集或导出的数据等;

R_RULE_LIST 为由偶对 $\langle \text{RULE_ID}, \text{PRIORITY} \rangle$ 构成的规则序列,它构成移动代理逻辑的 R_规则组;

R_DATASET 为信息检索规则所使用的信息检索数据集。信息检索数据集包含查询的参数信息;

MAX_HOP_COUNT 为移动代理资源搜索的最大跳数。

由于移动代理的所有数据结构均建立在主动数据库的基础上,因而数据集中的元素均为存储于 DBMS 中的数据元素。由上述移动代理执行的两个阶段可知, M_规则的执行优先级一定大于 R_规则。

每个规则可形式地描述为:

```

On <event expression>
( if <condition expression> )
Then <action expression>
( Else <action expression> )
  
```

即一个规则是一个三元组 $\langle \text{事件}, \text{条件}, \text{活动} \rangle$ 。即 $\text{RULE} ::= (\langle \text{EVENT} \rangle, \langle \text{CONDITION} \rangle, \langle \text{ACTION} \rangle)$ 。其语义为一旦特定的特定的事件发生且特定的条件出现,则执行特定的活动。

2.2 移动代理的管理

每个端点的数据库中都存在一张代理配置表 MA_RULES_DEPLOY_TABLE, MAM 通过该表实施对代理的配置管理。其结构为:

MA_RULES_DEPLOY_TABLE (MA_ID, RULE_ID, PRIORITY)

其中 MA_ID 标识规则所属的移动代理。RULE_ID 是代理所包含的规则标识。PRIORITY 标识该规则在代理中的执行优先级。ADBMS 的规则机制将会监控对该关系的插入、删除和修改并按照优先级触发相应的规则。

当用户向 P2P 系统提交一个查询请求或一个代理请求创建一个新代理时, MAM 便创建一个代理, 它将一直存在于系统中直到完成查询任务为止。移动代理的生命周期如图 2 所示。

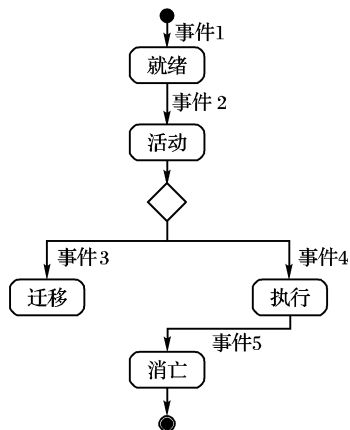


图2 移动代理的生命周期

当 MAM 根据用户的请求创建了代理的所有规则并通过 ADBMS 将其存储于规则库中时(事件 1)移动代理便处于就绪状态。

MAM 将移动代理的优先级最高的 M_规则插入代理配置表, 当 ADBMS 监测到 MA_RULES_DEPLOY_TABLE 表中插入了一条新记录时, 便根据其优先级评价其 M_规则的条件并触发规则中活动的执行(事件 2), 此时代理便处于活动状态。

当代理的 M_规则发现其所在节点没有所求信息时, 它便向 MAM 申请创建一个新的代理用以迁移到其他节点上, MAM 将为其构造相应的代理规则代码和状态数据包, 然后通过调用 NM 模块协调其传输(事件 3), 此时代理处于迁移状态。当一个移动代理迁移到一个新的节点时, 新节点的 MAM 将负责其所有运行状态的管理。

当代理的 M_规则发现其所在节点存在所求信息时, 便通过 MAM 激活其 R_规则(向代理配置表中插入 R_规则记录以便 ADBMS 触发其规则体的执行)。R_规则开始执行查询和数据收集工作, 然后将查询结果发送回查询端(事件 4)。此时, 代理处于执行状态。

当代理执行完其查询任务或其搜索操作达到其最大跳数时, 便通过 MAM 激活其 M_规则组中的消亡规则(事件 5)。此时代理处于消亡状态。一个代理的消亡由消亡规则中的生存期或其他逻辑定义。代理消亡后其所有规则和数据集都将从数据库和规则库中删除。

3 应用实例

假定城市中大部分汽车都有由 GPS、导航器、汽车传感器、小型 ADBMS、和一个 P2P 系统构成的驾驶辅助系统。GPS 检测汽车的地理位置, 导航器模块根据该地理位置信息来标识汽车所在的路段。导航器模块中包含一个电子地图, 它将所有道路分成若干段并给每个段赋予一个唯一的标识(SID)。汽车传感器每隔一定的时间间隔便采集一次关于汽

车速度、交通密度等要被监控的参数, 它们均存储在 ADBMS 的关系 Traffic 中:

Traffic(timestamp, SID, speed, dist, engine_on)

其中, timestamp 为传感器采集数据的时间; SID 标识当前汽车所在的路段; speed 和 dist 为上一次数据采集时间到本次数据采集时间内的平均速度及与其他车辆之间的平均车距; engine_on 标识汽车的引擎是否工作。

ADBMS 检测下列简单事件:

SEGMENT_CHANGE(new_seg, new_tuple): 当汽车行驶到另一路段时该事件发生, new_seg 为新路段标识(SID), new_tuple 为在 Traffic 中插入的元组。

SPEED_CHANGE(speed_diff, new_tuple): 当 Traffic 中 speed 的值与上一个采集时间点的速度值之差超过一定的阈值时, 该事件发生。速度的差值插入到表 speed_diff 中。

DIST_CHANGE(dist_diff, tuple): 当 Traffic 中的平均距离 dist 的值与上一个采集时间点的距离之差超过一定的阈值时, 该事件发生。距离的差值插入到表 dist_diff 中。

此外, MAM 模块还提供下列操作元语:

NOTIFY_FOR_LEAVE(dest): 通知 MAM 相应的移动代理将会迁移到满足查询条件 dest 的节点上。

NOTIFY_FOR_SEND(p1, ..., pn, node_id): 通知 MAM 向源节点送回查询结果。

DEPLOY(MA_id, rule_id, priority): 用规则 rule_id 配置代理 MA_id。

当驾驶员需要查询某个路段(如 3 号)的交通状况时, 他便通过 P2P_Interface 向系统提交一个查询, P2P 系统便会产生一个移动代理以完成下列主要功能:

- 1) 寻找在 3 号路段的汽车节点;
- 2) 查询该节点中 Traffic 关系以得到所需的交通信息并判断是否出现交通堵塞(如当平均速度改变超过 20km 时或当平均距离低于 4m 时便可判定为交通堵塞);
- 3) 当其中一个节点无法提供所需信息时迁移到其他多个适合的节点收集信息;
- 4) 将查询结果返回给提出查询的节点(源节点)。

由此, 这个代理需如下规则:

M_a:

ON Inserted into MA_RULES_DEPLOY_TABLE

If 0 <> (select count(*) from Traffic where timestamp = LAST_TS and segment = 3)

Then

DEPLOY(my_id, M_b, 1);

DEPLOY(my_id, M_c, 2);

DEPLOY(my_id, R_a, 3);

DEPLOY(my_id, R_b, 4)

Else delete from MA_RULES_DEPLOY_TABLE where MA_ID = my_id and rule_id = M_a;

DEPLOY(my_id, M_c, 1);

LEAVE(my_id);

M_b: ON SEGMENT_CHNG(newsegment, t) Then delete from MA_RULES_DEPLOY_TABLE where MA_ID = my_id;

LEAVE(my_id);

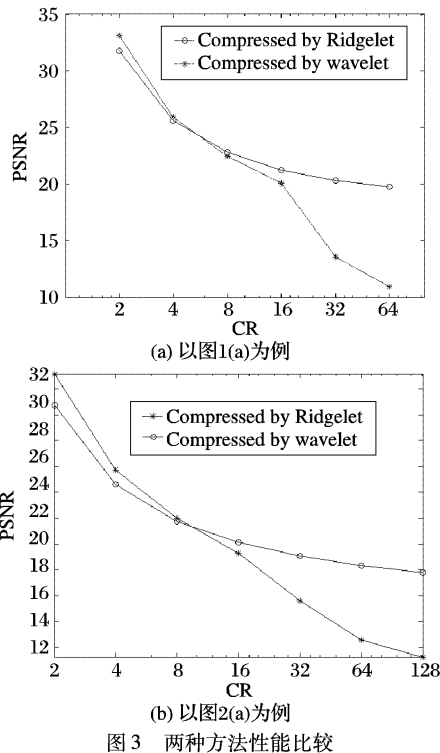
M_c: ON LEAVE(my_id)

If MA_ID = my_id and DETECT(3) is TRUE

Then delete from MA_RULES_DEPLOY_TABLE where MA_ID = my_id;

(下转第 1134 页)

用脊波进行压缩,压缩效果(PSNR 和视觉效果)非常好,尤其在压缩率比较高的场合更为适用。



5 结语

本文根据脊波在表示线性奇异性上的优势,提出了适用

于低码率、方向性较强的图像的压缩方法,对噪声的敏感性较小波等工具弱,可适用于方向信息比较丰富、受到较强噪声干扰的 SAR 图像压缩。

参考文献:

- [1] BOUSTANI AE, BRUNHAN K, KINSMER W. A review of current raw SAR data compression techniques[A]. Proceedings of the IEEE Canadian Conference on Electrical and Computer Engineering[C]. Toronto, ON, 2001.
- [2] KUPERMAN GG, PENROD TD. Evaluation of compressed synthetic aperture radar imagery[EB/OL]. [Http://www.ece.utexas.edu/~bevans/courses/ee381k/projects/fall98/arслан-valliappan/report.pdf](http://www.ece.utexas.edu/~bevans/courses/ee381k/projects/fall98/arслан-valliappan/report.pdf), 2006 - 10 - 10.
- [3] 李弼程, 罗建书. 小波分析及其应用[M]. 北京: 电子工业出版社, 2003.
- [4] (美) 崔锦泰. 小波分析导论[M]. 程正兴, 译. 西安: 西安交通大学出版社, 1995.
- [5] 陈逢时. 小波变换理论及其在信号处理中的应用[M]. 北京: 国防工业出版社, 1998.
- [6] MVOGO J, MERCIER G. A combined speckle noise reduction and compression of SAR images using a multiwavelet based method to improve codec performance[EB/OL]. [Http://www.perso-iti.enst-bretagne.fr/~mercier/articles/s03pl224_mvogo.pdf](http://www.perso-iti.enst-bretagne.fr/~mercier/articles/s03pl224_mvogo.pdf), 2006 - 10 - 10.
- [7] CANDES EJ. Ridgelets: theory and applications[D]. Stanford University, 1998.
- [8] DO MN, VETTERLI M. Orthonormal finite ridgelet transform for image compression[EB/OL]. [Http://www.lcavwww.epfl.ch/publications/publications/2000/DoV00b.pdf](http://www.lcavwww.epfl.ch/publications/publications/2000/DoV00b.pdf), 2006 - 10 - 10.

(上接第 1091 页)

```

NOTIFY_FOR_LEAVE(3);
Else If MA_ID = my_id Then SLEEP 60; LEAVE(my_id)
R_a: ON SPEED_CHNG(20Km/h, speedchange, t) Then NOTIFY
_FOR_SEND(t.speed, t.dist, 11011)
R_b: ON DIST5_CHNG(1, distchange, t) If t.dist < 4m Then
NOTIFY_FOR_SEND(t.speed, t.dist, 11011)

```

其中:

LAST_TS:存储在 Traffic 关系中最后插入的元组时间戳的值。

my_id:拥有该规则的代理标识。

LEAVE:触发其迁移规则的外部事件,该外部事件由 P2P 层支持。

DETECT(3):检测是否存在位于第 3 路段的节点。

当一个移动代理到达一个顶点之后,相应的 M_a 便被以最高的优先级插入到 MA_RULES_DEPLOY_TABLE 表中。该规则随后便由 ADBMS 的触发器机制触发执行,如果条件为真,规则 M_a 便从 MA_RULES_DEPLOY_TABLE 表中删除,其他 4 个规则: M_b, M_c, R_a, R_b, 便被插入到 MA_RULES_DEPLOY_TABLE 表中。规则 M_b 负责管理代理,即确保节点仍然在所要求的路段上,否则迁移规则 M_c 便被触发,移动代理迁移到其他节点。R_a, R_b 负责通过传感器所收集的信息监控交通状况并将查询结果传回用户所在的节点(其 node_id 为 11011)。

4 结语

本文提出了一个借助主动数据库技术中的 ECA 规则来

实现和管理移动代理的 P2P 系统模型。它采用主动数据库的事件—条件—活动(ECA)规则来定义代理的逻辑结构并利用其触发器机制来实施代理的执行和管理从而简化了 P2P 系统和代理的结构,大大提高了移动代理管理的有效性。文中给出了移动 P2P 系统中节点的体系结构,代理的结构、管理与生存周期。下一步的工作是系统功能和结构的进一步优化,尤其是对于一组完成类似任务的代理的部署和配置的进一步优化。

参考文献:

- [1] KOUBARAKIS M. Multi-Agent Systems and Peer-to-Peer Computing: Methods, Systems, and Challenges[A]. Proceedings Cooperative Information Agents(CIA 2003)[C]. Helsinki, Finland, 2003. 27 - 29.
- [2] BREWINGTON B. Mobile agents in distributed information retrieval[A]. Intelligent Information Agents[C]. New York: Springer-Verlag, 1999.
- [3] DAS S. ACQUIRE: Agent - based Complex Query and Information Retrieval Engine[A]. Proceedings of the first international joint conference on Autonomous agents and multiagent systems[C]. 2002. 565 - 566.
- [4] ILARRI S, MENA E, ILLARRAMENDI A. A Mobile Agents Based Architecture for the Distributed Processing of Continuous Location Queries in a Wireless Environment: Performance Evaluation[A]. Workshop of Intern. Conference on Extending Database Technology[C]. Crete, Greece: Springer, 2004. 355 - 364.
- [5] NG WS, OOI BC, TAN KL. A Self-Configurable Peer-to-Peer System[A]. Proceedings of the 18th International Conference on Data Engineering[C]. San Jose, CA, USA, 2002. 272.