基于MTPF的车联网中汽车位置管理策略

摘要：本文从车联网拓扑结构出发，根据复杂情况，将车联网拓扑分为城镇复杂结构和非城镇简单结构。通过理论分析和仿真表明，本管理策略在提高系统稳定性的同时减小了位置管理的开销。

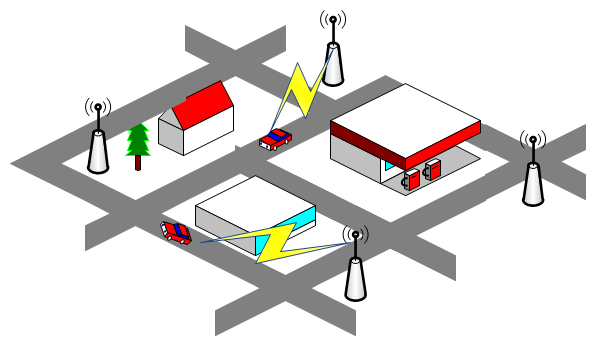
# 0 引言

车联网是指装载在车辆上的电子标签通过无线射频等识别技术，实现在信息网络平台上对所有车辆的属性信息和静态、动态信息进行提取和有效利用，并根据不同的功能需求对所有车辆的运行状态进行有效的监管和提供综合服务。在车联网中，汽车位置管理一直是一个重要的部分。

当前车联网建设主要由汽车厂商依托电信运营商，利用运营商网络建设，为GPS+GPRS+GIS结构。例如通用汽车产品采用的OnStar系统，丰田公司的G-Book系统等。

# 1 改进后的车联网网络拓扑模型

在城镇环境中，交通道路系统极其复杂，为典型的网状拓扑结构，车连网络而非城镇环境中，交通道路系统简单，车联网络的建设与布局相对单一如图1图2所示。在城镇网络中，道路结构复杂多变，车联网络拓扑成网状结构，可用蜂窝小区组成的二维模型。非城镇网络中，道路结构较为简单，车联网基础设施沿着道路两侧架设，网络模型抽象为一维模型。



# 2 车联网中位置管理策略

传统位置更新主要采用静态位置管理方案【18】和动态位置管理方案，静态位置管理方案主要应用在2G和3G网络中，拥有一系列例如两个区域来回运动造成的“乒乓效应”。动态位置管理方案是针对这一系列弊端而提出的，一般采用基于时间、基于距离、基于运动的更新策略。三种策略基于时间的更新策略最简单，只需要设置一个时间计数器即可，当车辆终端在网络中驻留时间达到时间阈值即发起一次位置更新；基于距离的更新策略性能最优越但是现实中由于不知道网络具体拓扑结构，难以实现，需要知道当前蜂窝小区距离上一次更新小区间距离，达到距离阈值则发起一次位置更新；基于运动的更新策略只需要穿越小区数目达到运动阈值则需要发起一次位置更新，可以很好消除乒乓效应。

对当前基于运动的位置更新策略中，采取方案为当移动终端在小区间运动时，称为位置区内穿越，运动计数器达到运动阈值时即发起一次VLR更新；当在位置区间运动时，当穿过位置区边界时即发起一次VLR和HLR更新。在寻呼方案里采用了并行寻呼策略，即有寻呼到达时，对移动终端最后一次更新所在小区为中心，M个小区为半径同时发送消息进行更新。此类更新策略对于新兴的车联网并不适用。

本文提出了一种基于城乡二元网络拓扑结构、基于运动阈值的一步前向指针位置更新，可预测方向性寻呼的位置管理策略。

（展开算法描述）

# 3 位置更新算法分析

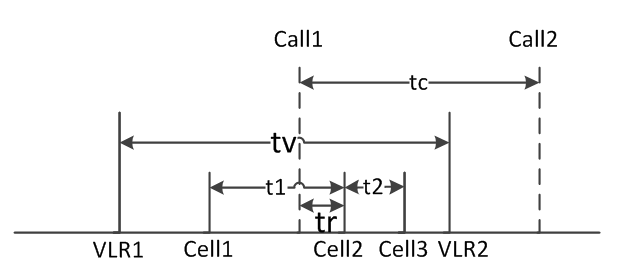


图3-1所示为寻呼时序图。其中为两次寻呼间的时间间隔；为在位置区内驻留时间；为小区内驻留时间，其中i=1,2,……M-1；为上次寻呼结束到车辆终端穿越下个小区的时间间隔，即剩余时间。

假设服从速率为λ的指数分布，而服从速率为ξ的任意分布。、、、分别为、、、的概率密度函数，其拉普拉斯变换分别为、、、。

由文献【6】中Renewal theory定理，可以得到

(1)

在城镇网络拓扑中，假设一个位置区含有n环小区，位置区内含有小区总数：

(2)

在非城镇网络拓扑中，假设一个位置区含有n环小区，此处左右对称位置小区为同一环，位置区内小区总数为：

(3)

根据文献【5】中所提出的流体模型，可计算出穿越小区边界速率。定义v、s、a、vr分别为车辆终端的平均速度、闭合区面积、闭合区周长和穿越闭合区的速率，有

vr= (4)

城镇网络拓扑中小区和位置区均为正六边形，而非城镇网络拓扑中小区和位置区均为矩形。

小区驻留速率即穿越小区边界速率，定义穿越城镇网络中小区边界速率和穿越非城镇网络中小区边界的速率，可以得到车辆终端分别位于城镇网络中和非城镇网络中在一个位置区中的驻留速率和，

通过计算可以得到

(5)

(6)

有 (7)

（8）

令和分别为车辆终端在城镇网络和非城镇网络中穿越小区边界时同时穿越位置区边界时的概率，

有 （9）

(10)

定义、表示城镇网络拓扑中车辆终端在位置区内部穿越时概率、车辆终端穿越小区边界同时穿越位置区边界时概率，则

(11)

(12)

定义、表示非城镇网络拓扑中车辆终端在位置区内部穿越时概率、车辆终端穿越小区边界同时穿越位置区边界时概率，则

(13)

(14)

根据上面描述的位置管理算法，车辆终端在两种网络拓扑中位置更新过程相同，以下采用通用分析方法。

（貌似可以不要这个驻留时间分析）假设车辆终端在穿越位置区边界时已经穿越了k个小区，即车辆后总段在第k+1次穿越小区边界时同时穿越了位置区边界

根据文献[6]可以得到

(7)

(8)

则

(9)

(10)

## 3.1 位置区内更新开销分析

当车辆终端在位置区内的小区间穿越时，利用Markov模型，用状态i表示车辆运动计数器的值达到i时的状态，其中i=1,2，……，M-1；表示运动计数器因寻呼到达而重置的状态；0表示运动计数器因位置更新而重置的状态，模型状态空间。车辆终端在状态空间中有三种事件可以引起状态转移，分别：

* 车辆终端在穿越当前小区之前发生了寻呼。
* 车辆终端在下一次寻呼前穿越了当前小区，进入新的小区，且新小区和当前小区同属于一个位置区，此时车辆终端的运动计数器数值加1。如果因计数器加1而达到阈值则发起一次VLR更新并重置运动计数器。
* 车辆终端在下一次寻呼前穿越了当前小区，进入新的小区，且新小区和当前小区不属于同意位置区，此时采用前向指针策略，更新两个小区的VLR而不更新HLR，并重置车辆终端运动计数器。

分别用、、表示三种状态的事件发生的概率，可以得到状态转移图3-2



由文献【7】可推出各状态转移概率

(15)

(16)

根据Markov定理，令为状态S的稳态概率。根据图可得Markov的稳态方程

(17)

由稳态方程性质，有可以得到各个状态的稳态概率

(18)

令为车辆终端在状态S的驻留时间，根据文献【7】有

(19)

可以得出在两次连续寻呼时间间隔内，因跨过小区而引发的VLR更新次数

(20)

(21)

## 3.2 位置区间更新开销分析

当车辆在位置区间进行穿越时，车辆终端在位置区中驻留时间的概率密度函数，其拉普拉斯变换

(22)

车辆终端在位置区间越区运动时的寻呼移动比

(23)

由【6】可推出两次寻呼间隔内车辆终端移动过i个位置区的概率

(24)

由文献【6】【8】可得出两次寻呼间隔内的车辆位置更新开销

要实现推出每次的开销是多少

(25)

# 4 位置寻呼

在基本策略中，并行或者串行寻呼策略，都没有考虑到车联网结构的独特性和车辆终端移动时具有的惯性，这样不加区分的对整个位置区进行寻呼，造成很大的不必要的开销浪费。

为了降低寻呼开销，减少不必要的开销，本文提出了基于城乡二元网络拓扑结构的方向性预测寻呼策略，根据车辆终端寻呼时所在网络类型不同，利用车辆终端运动的方向信息来缩小寻呼范围，可有效的减小寻呼时的信令开销。

根据上节所述车联网网络拓扑特性，划分为城镇拓扑结构和非城镇拓扑结构，对两种情况分别进行寻呼开销分析。

当寻呼到达时，首先应该判断车辆终端所在网络类型特征值是否为城镇拓扑结构，然后根据不同网络类型进行不同的寻呼策略。

## 4.1 城镇网络拓扑结构中寻呼

如图4-1所示，寻呼时首先会查询数据库，读取车辆终端在上一次位置更新时所提交当前网络拓扑的特征值，判断为城镇网络拓扑结构时，根据车辆的历史运动轨迹得到图4-1中运动方向矢量，根据车辆终端在行驶时的惯性，将寻呼区划分为三个区域：沿运动矢量方向一定夹角内的灰色区域、与灰色区域相邻的白色区域、与运动矢量反方向的灰色斜杠区域。分别代表车辆终端沿原行驶方向继续前进的区域、车辆终端在城镇道路交叉路口转弯行驶区域、车辆终端在城镇道路调头行驶区域。

将灰色区域设置为第一步寻呼区域，寻呼时，按环状搜索方法对灰色同向行驶区域进行寻呼，若找到车辆终端，则建立起链接，寻呼结束；若在该区域内没有找到车辆终端，则对白色转向行驶区域进行第二步寻呼，同样按照环状搜索法，依次对左右区域搜索，若找到车辆终端，则建立起链接，寻呼结束；若在该区域内没有找到车辆终端，则对灰色斜杠调头行驶区域进行第三步寻呼，按照环状搜索法区域进行搜索，若找到车辆终端，则建立起链接，寻呼结束，若还未找到车辆终端，则通知网络主叫无法到达。



图4-1 车联网城镇拓扑区域寻呼区域划分

定义为寻呼时在每一个小区内的寻呼开销,p为寻呼移动比。

由文献【9】可以推出寻呼开销

(21)

则第一步寻呼时总开销

(22)

其中为同向行驶灰色区域内小区数目

第二步寻呼时总开销

（23）

寻呼进行到第二步寻呼，显然在第一步寻呼时没有找到车辆终端，所以第二步寻呼时寻呼小区数目为

第三步寻呼时总开销

（24）

此时在第一步寻呼和第二步寻呼都没有找到车辆终端的情况下进行第三步寻呼，此时已对整个位置区进行了寻呼。

## 4.2 非城镇网络拓扑结构中寻呼

如图4-2所示，寻呼时首先会查询数据库，读取车辆终端在位置更新时所提交当前网络结构特征值，判断为非城镇网络拓扑结构时，根据车辆的历史运动轨迹得到图4-2中运动方向矢量，根据车辆终端在行驶时的惯性，将寻呼区划分为两个区域：沿运动矢量方向一定夹角内的灰色区域、与灰色区域反向的白色区域。分别代表车辆终端沿原行驶方向继续前进的区域、车辆终端在非城镇道路调头行驶区域。



此种网络拓扑中只需要进行两步寻呼，根据4.1 节，可以推出

第一步寻呼时开销

（25）

第二步寻呼时开销

(26)

# 5 性能分析与仿真

由上文分析，可以得出关于车辆终端在车联网中行驶时位置管理总开销

(27)

由文献【10】利用matlab分别进行数据仿真，的速率，的速率为，位置区内部更新VLR的开销，位置区间更新的开销，对每个小区寻呼一次的开销



图5-1 城镇网络拓扑中开销

【5】]R V. Baumann and I. G. Niemegeers. An evaluation of location management

procedures[C]. Proceedings of IEEE International Conference on Universal Personal

Communications, 1994,pp: 359-364.

【6】LIN Y B . Reducing Locat ion U pdat e Cost in a PCS N et w ork  
[ J] . IEEE/ ACM T rans on N etw orking , 1997 .

【7】X. Wang and P. Z. Fan. Channel holding time in wireless cellular communications with

general distributed session time and dwell time[J]. IEEE Communications Letters, 2007,

11(2), pp: 158-160.

【8】吴诗其，李兴.卫星通信导论[M]. 北京:电子工业出版社,2002.

【9】Kim.Jin Myoung,Goo Yeoung,Cho,Tae Ho ． Location-Based key Management Structure for Secure Group Communication in Wireless Sensor Networks [J]. IEICE Tran. On Communication, 2013, 96(9): 2183-2189.

【10】C .-M . Weng and C . -H . Chu . K-step Point er Forwarding St rategy for Locat ion Tracking in D istributed HLR Envi ronment[ J] .IEE Proc.-Commun . 2003 , 1( 3) : 150 .