

一种具有移动适应性的位置辅助路由协议

A Mobility-Adaptive Location-Aided Routing Protocol

常慧君 单 洪 (电子工程学院 网络系 安徽 合肥 230037)

摘 要: LAR 是 Ad Hoc 网络中位置辅助路由协议的典型代表。LAR 的寻找域可以有多种定义,其中一种就是本文所研究的 SLAR,实验证明它比 LAR 有更高的可靠性,但是 SLAR 对节点移动的适应性比之于 LAR 并无改善。基于 SLAR,提出一种新的位置辅助路由协议 MLAR,仿真实验结果表明,它对节点移动具有良好的适应性,并且可靠性较高。

关键词: LAR SLAR MLAR 可靠性 移动适应性

Ad Hoc 网络是一种无基础设施的无线移动自组网络,路由协议一直是其研究的热点和难点问题。Ad Hoc 网络的路由协议中很重要的一类即利用位置信息的路由协议。随着定位导航技术如 GPS、GALILEO^[1]等的应用,节点可以方便的获得自己的地理位置信息,利用这些位置信息,可以改善自组网的路由性能,所以人们开始致力于研究利用位置信息的路由协议。

根据节点在发送数据前是否先建立路由,利用位置信息的路由协议又可以分为两类:位置辅助路由协议和基于位置信息的路由协议,区别在于前者在发送数据之前先寻找路由,并保存路由表。LAR^[2]是位置辅助路由协议的典型代表,其最大特点是利用位置信息限制路由查询报文洪泛的范围,所以路由开销相对较小。由于上述,如何对 LAR 改进,使之适应于实际应用,越来越多地受到研究人员的关注^[3-5]。本文基于 LAR 的替代方案 SLAR 提出一种改进方案 MLAR。仿真实验结果表明,MLAR 与 LAR 和 SLAR 相比,具有更高的可靠性,并且对节点移动具有更高的适应性。

1 LAR和SLAR

在 LAR 中,假设源节点知道目的节点的位置信息以及该节点当前的移动速度,利用范围受限的洪泛来查找路由,即只有在寻找域内的节点才转发路由请求报文。

如图 1 和图 2 所示,首先确定期望域,根据假定条件,源节点知道目的节点 D 在 t_0 时刻的位置 L 以及移动速度 v ,则 t_1 时刻 D 的期望域就是以 L 为圆心,以 $v(t_1 - t_0)$ 为半径的圆形区域。寻找域是由转发节点和目的节点的期望域共同确定的最小矩形区域。源节点发送路由查询报文之前,计算出寻找域四个顶点,并在路由查询报文中携带此信息,中间节点收到路由查询报文后,判断自己是否在寻找域内,如果在,则进行转发,否则丢弃。目的节点收到路由请求报文时回复路由应答报文。源节点收到路由回复报文后按源路由思想开始发送数据。

Vai 和 Ko 还提出几种 LAR 寻找域定义的替代方法,其中一种就是本文中的 SLAR,仿真实验表明,SLAR 比 LAR 具有更高的可靠性。

SLAR 对期望域的定义与 LAR 相同。寻找域的定义如下:当源节点在目的节点的期望域内时,寻找域不改变,其余处理过程等同于 LAR;当源节点在期望域外时,在路由查询报文中作标记并携带目的节点的位置及速度信息,下一邻接点收到该报文,检查到该标记后,从中提取位置及速度信息,进行寻找域的计算,以决定转发与否。其中寻找域的确定如图 2 中所示,直线 1、2 与源节点跟目的节点的连线平行且与期望域相切,直线 3 过源节点且与直线 1、2 垂直,直线 4 与直线 3 平行且与期望域相切,这四条直线围成的区域即寻找域。

以上介绍假设节点知道自己以及目的节点的准确的位置信息，但在实际应用中，位置估计可能存在误差。鉴于这一点，当路由由查询失败时，将期望域扩大，重新发送路由查询报文。极端的情况是，寻找域被扩大到整个网络空间。

2 MLAR

与 LAR 相同，SLAR 的前提是假定目的节点的位置信息以及移动速度对源节点可知，该信息被携带在路由查询中，中间节点只能依靠路由查询报文来获取目的节点的位置及速度信息，所以中间节点处的位置信息具有滞后性，在节点移动速率变化较大的情况下性能可能很差，所以考虑对 SLAR 在这方面作改进，得到 MLAR。

首先假定目的节点当前的位置和速度信息对所有节点可知，且对该信息如何获取在本文中不作定义。源节点在发送路由查询报文之前首先根据目的节点最近时间信息计算其期望域，并进行判断，如果源节点在期望域内，则寻找域的确定及以后的处理过程等同于 LAR；如果不在，在路由查询报文中作标记，邻节点收到该查询报文，检查到该标记后，从缓存中获取最近时间目的节点的位置及速度信息，并按 SLAR(图 2)中的算法来确定自己是否在寻找域内，以决定转发与否。下一邻节点受到路由查询报文也作同样的处理，目的节点收到路由查询报文后的处理过程与 LAR 相同。综上所述，MLAR 与 SLAR 的唯一不同点就是，MLAR 寻找域的确定基于最近的节点位置及速度信息，正是由于这个原因，目的节点不在寻找域的情况很少出现，从而协议对节点移动的适应性很强。

仿真实验表明，MLAR 与 SLAR 较之于 LAR 有高的报文转发率，而 MLAR 更高，并且对节点移动的适应性较强。另一方面，MLAR 和 SLAR 的端到端平均分组时延以及控制报文负荷两方面性能劣于 LAR。

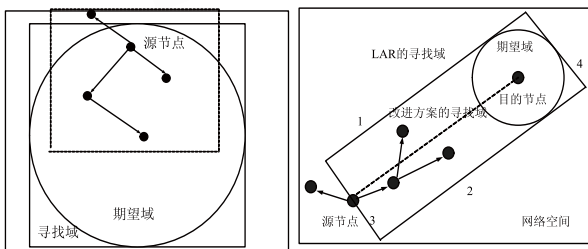


图 1 源节点在期望域中 图 2 SLAR 与 LAR 的对比

3 仿真实验

3.1 性能参数

3.1.1 报文转发率

目的节点接收到的数据报文数与源节点发送的数据报文数之比，反映了路由协议的可靠性。

3.1.2 分组端到端平均时延

对所有的数据报文端到端时延(CBR server average end-to-end delay)求平均值，即端到端的平均时延=(接收到数据包的时间-发送数据包的时间)/接收数据包的个数。反映了路由协议的有效性。

3.1.3 分组端到端平均时延

控制报文总数与数据报文总数之比，即每个数据报文所用的控制报文数。控制报文包括路由请求报文，路由查错报文以及路由回复报文。

3.2 仿真环境

仿真实验在 Glomosim^[6]环境下完成。实验主要参数定义如下：

```

SIMULATION-TIME      300S
NODE-PLACEMENT       RANDOM
MOBILITY              RANDOM-WAYPOINT
MOBILITY-WP-PAUSE    30S
MAC-PROTOCOL         802.11
NETWORK-PROTOCOL     IP
TERRAIN-DIMENSIONS   (2000, 2000)
    
```

实验分四个场景完成，如表 1 所示：

表 1 各实验场景下的参数设置

	节点最大移动速度 (m/s)	源节点个数	总节点数	分组发送间隔 (s)
场景 1	5~30	20	100	1
场景 2	20	5~25	100	1
场景 3	20	20	80~160	1
场景 4	20	20	100	0.0625~1

3.3 仿真结果及分析

由图 3(a)，随着节点最大移动速度的增加，LAR、SLAR 及 MLAR 的报文转发率都降低，但是 MLAR 一直领先于其余两者。随着发送节点个数增加，，报文转发率也是同样的变化，如图 3(b)所示。对图 3(c)，随着报文发送间隔的翻倍缩小，报文转发率急剧变小，在分组发送间隔小于 0.125s 的情况下，报文转发率

极小，以至使协议不可用，所以仅关注分组发送间隔大于 0.125s 的情况，此时曲线图表明 MLAR 具有最高的报文转发率。图 3(d)表明，随着总节点个数增加，三者的报文转发率都有所提高，但 MLAR 介于 LAR 和 SLAR。另外，MLAR 的报文转发率在 80% 的情况下都保持在 0.9 以上，尤其如图 3(a)所示，随着节点最大移动速度增加，MLAR 的报文转发率一直在 0.9 以上，而 LAR 和 SLAR 的分组转发率都介于 0.8 和 0.9 之间。

一方面性能提高意味着另一方面性能的下降。图 4(a)表明，LAR、SLAR 及 MLAR 的分组端到端平均时延都随着节点最大移动速度的增加而增大，但 MLAR 介于其余两者之间，且不高于 0.5s。在图 4(b)、4(c)及 4(d)中，三者分组端到端平均时延与图 3 中相应报文转发率的变化方向相反，且 MLAR 的端到端平均时延总不高于 0.5。按常理，MLAR 的端到端平均时延应该是一直大于 LAR 和 SLAR，但在图 4(a)中，介于两者之间，这是因为在 MLAR 中，每个中间节点处都根据目的节点最新的位置及速度信息重新计算期望域，对节点移动的适应性更好，图 3(a)中，MLAR 的报文转发率远高于其余两者也说明这一点。MLAR 与 SLAR 时延性能劣于 LAR，可能是因为节点随机分布导致路由跳数的增加，另外算法的复杂性导致分组的处理时延也有所增加。

三者的控制报文负荷变化情况如图 5 所示。图 5(a)表明，随着节点最大移动速度的增加，MLAR 的控制报文负荷的增长小于其余两者，原因在上文中已作分析。图 5(b)表明，MLAR 和 SLAR 两者的控制报文负荷随着网络负载的增加而增长，但两者明显大于 LAR。在图 5(c)和 5(d)中也是同样的情况。MLAR 与 SLAR 控制报文负荷性能劣于 LAR，可能是由路由报文洪泛范围的增加导致。

综上所述，MLAR 与 SLAR 较之于 LAR 有高的报文转发率，而 MLAR 更高，并且对节点移动的适应性更强。另一方面，MLAR 和 SLAR 的端到端平均分组时延以及控制报文负荷两个性能劣于 LAR。另外，MLAR 的分组转发率达到 0.9 以上，并且端到端时延小于 0.5s，这使得它能够应用于流媒体传输^[7]。

4 结论

LAR 的寻找域有多种定义，一种如本文中的 SLAR，实验证明它比 LAR 有更高的报文转发率，但

SLAR 对节点移动的适应性比之于 LAR 并无改善。基于 SLAR 本文提出一种对节点移动有更好适应性的位置辅助路由协议 MLAR。

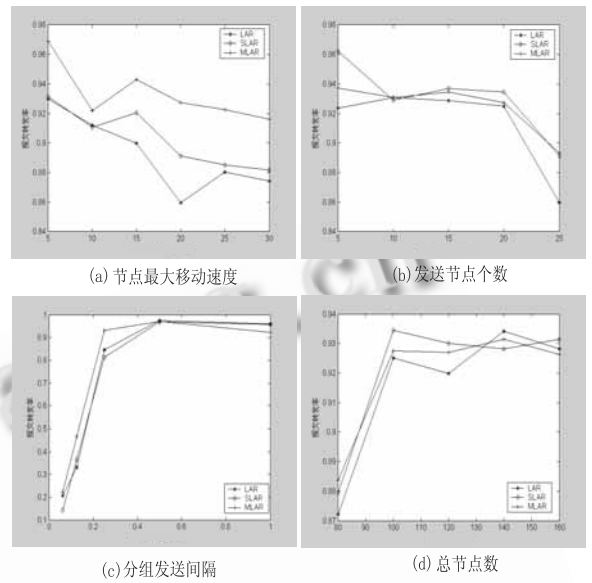


图 3 不同实验场景下的报文转发率

实验结果表明，MLAR 与 SLAR 较之于 LAR 有高的报文转发率，而 MLAR 更高，并且对节点移动的适应性更强。另一方面，MLAR 和 SLAR 的端到端平均时延以及控制报文负荷两个性能劣于 LAR。MLAR 的高可靠性，使它可以应用于流媒体传输业务。另一方面，MLAR 的端到端平均时延与控制报文负荷两方面的性能还有待改善。

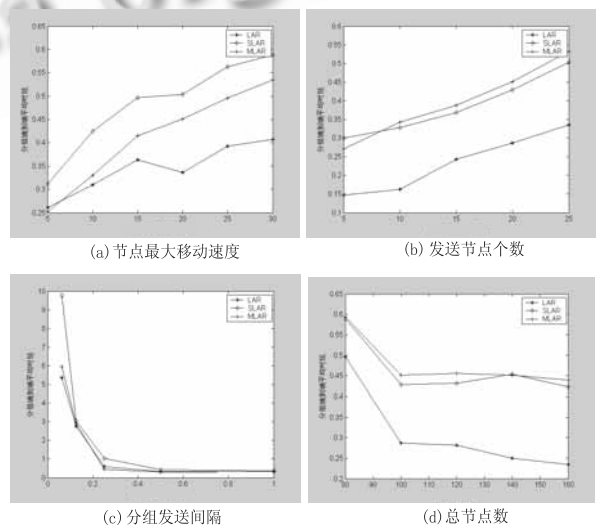


图 4 不同实验场景下的端到端平均时延

(下转第 28 页)

可以考虑用硬件代替软件来实现确定寻找域的算法,以减少节点处理时延,从而减小端到端时延。对控制报文负荷,可对算法进一步改进,每个节点转发路由查询报文时加入自己的位置信息,相邻节点确定

寻找域时将该节点视为源节点,这样可以缩小路由洪泛区域,减小控制报文负荷。

参考文献

- 1 吴诗其,吴廷勇,卓永宁.卫星通信导论.(第 2 版),北京:电子工业出版社,2006.135-136.
- 2 Young-Bae Ko, Nitin H.Vaidya location-Aided routing (LAR)in ad hoc networks. ACM/IEEE,2000.307-320.
- 3 张棋飞,等.基于位置信息的自适应 Ad Hoc 路由协议.计算机科学,2007,(15):21-24.
- 4 江有福,吴伟志.一种基于地理位置的启发式 AdHoc 路由协议.计算机工程,2008,(1):137-139.
- 5 董珊,韦岗.基于定位辅助和能量有效的超宽带网络路由算法.通信技术,2007,(12):171-173.
- 6 谭长庚.移动自组网性能评价参数的研究及仿真分析.计算机仿真,2008,(1):121-125.
- 7 符刚,吴一波. NGN 业务的端到端时延分析.邮电设计技术,2006,(2):22-26.

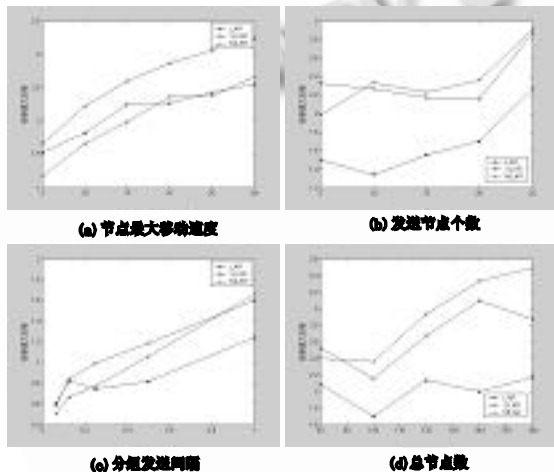


图 5 不同实验场景下的控制报文负荷