

一种基于节点能量的机会网络概率路由算法

袁俊玲, 陈 莉

(四川大学 计算机学院, 四川 成都 610065)

摘 要: 在机会网络中, 节点之间可能不存在端到端的路径. 为了节省网络中节点消耗的能量, 在概率路由算法的基础上提出了一种基于节点能量的概率路由算法(Energy-based Probabilistic Routing Protocol using History of Encounters and Transitivity, EBPROPHET). 首先, 计算两个节点相遇时节点的通信开销, 然后相遇节点的剩余能量作为一个参量引入算法, 选择节点剩余能量多的节点作为转发节点, 最后, 进行消息的转发. 仿真表明, EBPROPHET 算法具有良好的路由性能, 降低了整个网络的能量消耗, 延长了网络的生存周期.

关键词: 机会网络; 路由; PROPHET 路由算法

中图分类号: TP393

文献标识码: A

文章编号: 1000-7180(2011)06-0054-04

Energy-based Probabilistic Routing Protocol Using History of Encounters and Transitivity in Opportunistic Network

YUAN Jun-ling, CHEN Li

(School of Computer Science, Sichuan University, Chengdu 610065, China)

Abstract: In the opportunistic network, it might not exist an end-to-end path during the nodes. In order to reduce the network overhead, based on the characteristic of probabilistic routing algorithm, we propose an energy-based probabilistic routing protocol using history of encounters and transitivity. Firstly, the communication overhead should be computed when two nodes encounter. Secondly, this algorithm takes node's rest energy as parameter into method, and choose the node which has the maximum rest energy as forwarding node. Finally, the message is sent to other node. The simulation shows that EBPROPHET has good routing performance. It also extends the network's lifetime.

Key words: opportunistic network; routing; prophet routing algorithm

1 引言

随着具有短距离通信设备(如带有 Wi-Fi/蓝牙接口的智能手机、PDA 等))的不断出现, 机会网络(Opportunistic network)越来越受到人们的关注. 它是一种特殊的移动 ad hoc 网络(MANET). 在机会网络中^[1], 移动节点之间可能不存在同时的端到端的路径, 节点之间的路由由动态建立, 用“存储—携带—转发”^[2]的通信模式进行通信. 当节点之间的通信不存在时, 移动节点可以存储信息, 通过随机移动形成的机会通信进行节点间信息的传递, 可以为人们提供一种无基础设施、低成本的通信服务.

基于节点能量的机会网络概率路由算法是由人

携带的具有短距离通信的移动设备(Wi-Fi/Bluetooth 等)组成的机会网络. 在这种网络中, 由于人们之间的社会关系相对稳定且存在一定的依赖性、聚集性, 用户节点之间会频繁进行通信. 假如一个节点多次访问过另外一个节点, 它很可能会再次访问那个节点. 基于这些信息, 我们可以通过计算节点之间的预测概率来提高路由的性能. 而从节约能量的角度出发, 采用基于节点能量的概率路由算法, 更好地降低了网络的通信开销, 延长网络生存周期.

2 相关研究

传染路由算法(Epidemic Routing). Vahdat 和 Becker^[3]提出的适用于机会网络的 Epidemic 路由

协议,本质上是一种洪泛(Flooding)^[4-5]路由协议。节点采用“存储—携带—转发”的模式,节点存储接收到的数据包,并携带移动。遇到新的不含有此数据包的节点时,进行数据的复制,将此副本传递给新的节点。在带宽和存储空间足够的情况下,传染算法可以保证最终找到一条到达目的节点的最短路径。但是,在实际的网络环境中,节点能量跟存储空间的有限,传染路由算法会造成很大的网络开销。在数据转发量大的情况下,有可能造成网络拥塞。传染路由算法的可扩展性也较差。

Spray and Focus 路由协议。为了限制传递消息的开销,文献[6]提出了 Spray and Focus 路由协议来控制泛洪。此过程分为两个阶段:在 Spray 阶段,源节点将消息分发给网络的 L 个中继节点($L \geq 1$);在 Focus 阶段,根据节点本身的效用值,消息从效用值低的节点转发到效用值高的节点,直到到达目的节点。若网络中的节点效用值分布适当的话, Spray and Focus 路由协议可以更好地提高网络的传输性能。

PROPHET 路由算法。这是由文献[7]提出的一种基于概率的路由协议,综合了传染转发和相遇预测转发^[8]。该算法首先估计每个节点到其他节点的预测概率,使用此概率来决定下一个转发节点。节点相遇时,此概率值升高,否则,概率随时间逐渐降低。此算法还具有一定的传递性,当节点 A 与节点 B 可以通信,节点 B 与节点 C 可以通信,则节点 A 就成为目的节点为 C 的消息转发节点。当相遇节点的概率高且不含有要转发的消息的时候,就可以进行信息的转发。利用 PROPHET 路由算法,降低了传染算法引起的网络拥塞的问题。

3 基于节点能量的概率路由算法

3.1 EBPROPHET 算法的移动模型

基于节点能量的机会网络概率路由算法是由人携带的具有短距离通信的移动设备(Wi-Fi 等)组成的机会网络。由于人们之间具有不同的社会角色,在一定程度上影响了节点之间的活动轨迹和移动范围。人们之间通信越频繁,节点之间的通信频率越高,节点之间越容易进行通信,能量消耗越少,通信越稳定。本文根据节点之间的社会关系和移动特征设计了基于能量的概率路由网络模型。该模型描述如下:

(1) 每条消息拥有一个惟一的 ID 号、源节点的地址、目的节点的地址、跳数;

(2) 采用 Random-Waypoint 移动模型^[8];

(3) 每一个节点跟其他节点之间都有一个随机的通信概率,表示节点之间的社会关系;

(4) 每一个节点将根据通信预期和相遇节点本身拥有的能量来决定下一跳节点;

(5) 当节点遇到目的节点时,它将停留一段时间,然后继续选择下一个移动目的地。

3.2 通信概率的计算

为了实现基于节点能量的概率路由算法,此算法是对 PROPHET 路由算法的改进^[7]。首先,我们根据节点之间的距离,预测节点之间的传输概率,建立一个传输概率度量机制。消息在机会网络中进行传递时,计算节点之间的通信概率。这包括三个方面:当两个节点相遇的时候,经常相遇的节点具有更高的传输概率。通信概率的计算方法如式(1)所示。 $P_{init} \in [0, 1]$,是一个初始化的常量, $E(b)$ 是节点 b 本身的剩余能量, $E_{max}(b)$ 是节点 b 的初始化能量。

$$p(a, b)_{new} = p(a, b)_{old} + (1 - p(a, b)_{old}) \times E(b)/E_{max}(b) \times p_{init} \quad (1)$$

EBPROPHET 算法具有一定的传递性。如果节点 a 频繁地与节点 b 之间可以通信,节点 b 频繁地与节点 c 之间可以通信,那么节点 a 就成为目的节点为节点 c 的转发节点,它们之间的通信概率的计算公式如(2)所示,其中, $\beta \in [0, 1]$ 是一个常量,表示节点与节点之间进行传递的强度。

$$p(a, c)_{new} = p(a, c)_{old} + (1 - p(a, c)_{old}) \times p(a, b) \times p(b, c) \times E(c)/E_{max}(c) \times \beta \quad (2)$$

假如节点 a 与节点 b 在一段时间内没有相遇,或者它们不太适合来转发信息,那么它们之间的通信频率就会随着时间的延长而逐渐的老化。它们之间有一个老化系数 $\gamma \in [0, 1]$,表示节点之间通信频率的老化强度。可以通过下面的公式计算它们之间的通信频率,其中, k 为上次节点相遇到目前所经历的时间单元。

$$p(a, b)_{new} = p(a, b)_{old} \times (1 - E(b)/E_{max}(b)) \times \gamma^k \quad (3)$$

3.3 基于相遇节点的能量的信息转发策略

根据 PROPHET 转发策略,当节点 B 到目的节点 D 的通信频率大于当前的节点 A 到目的节点 D 的通信频率时, A 会把目的节点是 D 的消息转发给节点 B 。如果此时也存在节点 C 到目的节点的通信频率也大于 A 到目的节点的通信频率, PROPHET 算法不考虑节点 A 与节点 C 之间的通信频率,仍然

在节点A与节点B之间进行通信. 在EBPROPHET算法中,节点A会根据节点B与节点C本身剩余能量的多少来决定下一跳转发节点. 当节点B本身的剩余能量较节点C多,并且节点B中没有要转发的消息时,节点A就选择B来作为下一跳转发节点,否则选择节点C. 这样,就可以降低网络中节点传输消息的能量消耗,延长网络的生存周期.

4 仿真和结果分析

4.1 仿真环境设置

本文采用 Matlab 仿真 EBPROPHET 算法的性能分析,对比算法为 PROPHET 路由算法,定义衡量算法性能的指标为:节点传播消息延迟时间. 在 1 500 m×1 500 m 的区域内,随机部署 150 个移动节点. 具体仿真参数如表 1 所示.

表 1 主要仿真参数

Parameter	Value
边长/m	1 500
节点数	150
移动模式	Random-Waypoint
最小停止时间/s	0
最大停止时间/s	50
无线协议	802. 11
P_{init}	0. 75
β	0. 05
γ	0. 05
节点初始能量/J	50

4.2 实验结果及分析

4.2.1 节点移动速度对平均传输延迟时间的影响

在图 1 中,平均传输延迟时间(average transmission latency),指报文从源节点被成功传输到目的节点的平均所需时间. 实验数据选取 20 次仿真结果的平均值.

图 1 显示的是消息传输延迟时间随着节点移动速度的变化而变化. 从图中可以看出,随着节点移动速度的不断增加,PROPHET 算法和 EBPROPHET 算法的传输延迟时间都有明显的减少. 但是,在节点移动环境受限的环境下,EBPROPHET 算法的性能明显优于 PROPHET 算法,更适合于路径间断的无线机会网络.

4.2.2 节点传输速度对节点消耗能量的影响

在图 2、图 3 中,分别显示的是 PROPHET 和 EBPROPHET 路由算法中传输一次消息各个节点

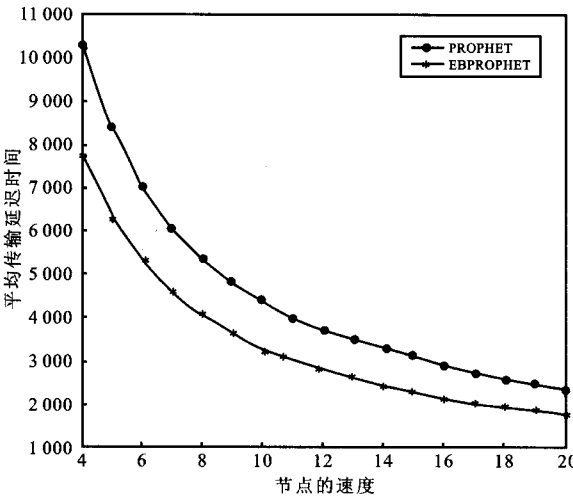


图 1 不同移动速度传输延迟时间的比较

剩余能量. 它们是在同等条件下进行仿真实验得出的结果. 模拟结果表明,PROPHET 路由算法中,节点能量消耗较多. 当能量消耗较多的节点的能量消耗完之后,网络有可能中断,节点之间进行消息传输的时候,有可能消耗更多的能量. EBPROPHET 算法中,将节点的剩余能量作为一个参量引入算法,节点之间进行消息传输的时候,网络开销较 PROPHET 路由协议算法有明显的降低.

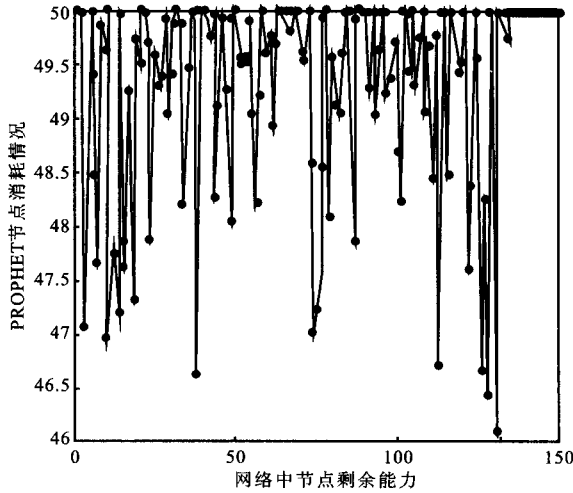


图 2 PROPHET 路由算法中节点消耗能量情况

5 结束语

本文提出了 EBPROPHET 算法,它是根据相遇节点剩余能量来选择下一跳转发节点的概率路由算法. 仿真实验清楚地显示,EBPROPHET 算法比 PROPHET 算法具有更高效的性能,网络能量开销更低. 本文采用了一个简单的机会网络模型,下一步将考虑到多个节点、更大的区域和更多的传输消息的实际情况,进一步优化 EBPROPHET 算法,使之

与实际情况更接近。

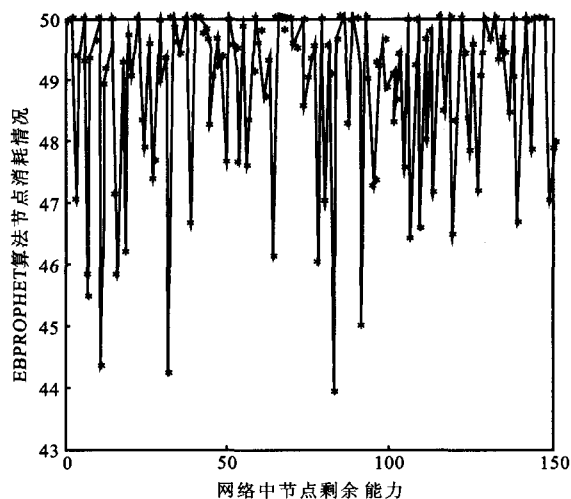


图3 EBPAPHET算法中节点消耗能量情况

参考文献:

- [1] 熊永平,孙利民,牛建伟,等. 机会网络[J]. 软件学报, 2009,20(1):124-137.
- [2] Pelusil, Passarella A, Contim, et al. Opportunistic net-working: Data forwarding in disconnected mobile Ad Hoc networks [J]. Communication Magazine, 2006,44 (11):134-141.
- [3] Becker VD. Epidemic routing for partially connected ad hoc networks. Technique Report, CS-2000-06 De-

partment of Computer Science[R]. Durham, NC; Duke University, 2000.

- [4] 李炯,汪文勇,潘家根. 无线传感器网络洪泛路由研究[J]. 计算机科学,2006(5).
- [5] 方敏,刘新华,旷海兰. 无线传感器网络中一种高能效低延时的泛洪算法研究[J]. 通信学报,2007(8).
- [6] Spyropoulos T, Psounis K, Raghavendra CS. Spray and focus: Efficient mobility-assisted routing for heterogeneous and correlated mobility[C]// Proc of the IEEE PerCom Workshop on Intermittently Connected Mobile Ad Hoc Networks. [s. l.]:IEEE, 2007.
- [7] Lindgren A, Doria A, Schelén O. Probabilistic routing in intermittently connected networks[J]. ACM Sigmobile Mobile Computing and Communications Review, 2003,7(3):19-20.
- [8] Broch J, Maltz DA, Johnson DB, et al. ACM/IEEE A performance comparison of multi-hop wireless ad hoc network routing protocols[C]// Proceedings of the 4th annual ACM/IEEE international conference on Mobile computing and networking. NY:ACM,1998.

作者简介:

袁俊玲 女,(1985-),硕士.研究方向为机会网络、无线传感器网络.

陈莉 女,(1985-),硕士.研究方向为计算机网络、图像处理.

(上接第53页)

6 结束语

新的编码方法在储存时只要按 P'_i 从小到大的顺序依次记录每个字符,在记录每组第一个字符的码字及这一组的字符个数即可^[5].省略了哈夫曼树的创建、遍历、存储等过程,节省了运算步骤和存储空间.经多种实例检验,该方法实用有效.

参考文献:

- [1] 王防修,周康. 通过哈夫曼编码实现文件的压缩与解压[J]. 武汉工业学院学报,2008,27(4):46-49.

[2] 胡波,王宏远. MPEG 编码算法的优化[J]. 微电子学与计算机,2008,25(4):201-204.

[3] 田端财,殷晓丽. 基于哈夫曼编码的图像压缩技术研究[J]. 科技资讯,2009(8):29-30.

[4] 康洪波. 静态哈夫曼编码的原理及应用[J]. 河北建筑工程学院学报,2009(1):125-126.

[5] 王群芳. 哈夫曼编码的另一种实现算法[J]. 安徽教育学院学报,2006,24(6):36-38.

作者简介:

杨多星 男,(1985-),硕士研究生.研究方向为楼宇自动化.