



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102769888 B

(45) 授权公告日 2015. 03. 11

(21) 申请号 201210181415. 4

(22) 申请日 2012. 06. 04

(73) 专利权人 上海交通大学

地址 200240 上海市闵行区东川路 800 号

(72) 发明人 邓磊 丁犇 程鹏 俞晖 李御益

(74) 专利代理机构 上海汉声知识产权代理有限公司 31236

代理人 郭国中

(51) Int. Cl.

H04L 29/06(2006. 01)

H04W 40/02(2009. 01)

H04W 84/18(2009. 01)

(56) 对比文件

US 2011/0255479 A1, 2011. 10. 20, 全文.

CN 101686521 A, 2010. 03. 31, 全文.

Ben Ding 等. An Improved AODV

Routing Protocol for VANETs. 《Wireless Communications and Signal Processing (WCSP), 2011 International Conference on》. 2011, Introduction 部分, Section I-II 部分.

审查员 程佳丽

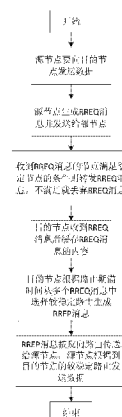
权利要求书2页 说明书5页 附图8页

(54) 发明名称

用于车载 Ad Hoc 网络基于改进 AODV 协议的方法

(57) 摘要

本发明公布了一种用于车载 Ad Hoc 网络基于改进 AODV 协议的方法。包括步骤:(1) 在路由发现阶段,源节点有数据发送给目的节点时将生产 RREQ 消息并发送给邻节点,收到 RREQ 消息的节点只有满足稳定性条件才继续转发此 RREQ 消息;(2) 在路由选择阶段,目的节点从多条路由中选择路由期满时间最大的路由作为较稳定路由并回复 RREP 消息;(3) 在数据传输阶段,源节点收到 RREP 消息后,选择这条较稳定路由进行数据传输。采用本发明的技术方案,可以降低车载 Ad Hoc 网络中的控制开销,并提高路由可靠性和数据传输成功率。



1. 一种用于车载 Ad Hoc 网络基于改进 AODV 协议的方法,其特征在于,包括如下步骤:

步骤一:当源节点有数据要向目的节点发送时,产生 RREQ 消息,源节点将自己的第一信息加入 RREQ 消息中并发送给邻节点,其中,所述第一信息包括源节点的位置、速度、方向以及路由期满时间;

步骤二:每一个收到 RREQ 的节点都会根据发送节点和自己的位置、速度和方向信息计算两节点之间的稳定性,不满足稳定性条件的节点则丢弃 RREQ 消息,满足稳定性条件的节点则更新 RREQ 消息并继续转发;

步骤三:目的节点在首次收到 RREQ 消息后,缓存 RREQ 消息内容,并且启动等待计时器,在等待计时器时间内收到的 RREQ 消息都将被目的节点缓存;

步骤四:等待计时器结束时,目的节点从多条路由中选择较稳定路由并回复 RREP 消息,最终源节点收到此 RREP 消息,并用此较稳定路由进行数据传输。

2. 根据权利要求 1 所述的用于车载 Ad Hoc 网络基于改进 AODV 协议的方法,其特征是:所述步骤一中的 RREQ 消息是在原 AODV 协议 RREQ 消息格式的基础上,新增至少五个信息存储域,这五个新增信息存储域用于分别存放当前转发 RREQ 消息节点的横坐标、纵坐标、运动速度、运动方向与横坐标轴夹角、以及路由期满时间。

3. 根据权利要求 1 所述的用于车载 Ad Hoc 网络基于改进 AODV 协议的方法,其特征是:所述步骤二中的稳定性条件是指收到 RREQ 消息的节点与发送此 RREQ 的节点距离小于阈值 $t \times R$ 或者距离大于阈值 $t \times R$,但随着两节点运动,其距离变近,其中, R 为节点之间的通信半径, t 为预设的参数值;

其中判断两节点 A 和 B 距离变近的准则是:

$$v_i^2 + v_j^2 + 2d_i \cdot v_i + 2d_j \cdot v_j < 0,$$

其中 v_i 和 v_j 为节点 B 对节点 A 相对速度的水平和垂直方向分量, d_i 和 d_j 为节点 B 对节点 A 的相对位置的水平和垂直方向分量。

4. 根据权利要求 3 所述的用于车载 Ad Hoc 网络基于改进 AODV 协议的方法,其特征是:设置所述预设的参数值 $t = 0.7$ 。

5. 根据权利要求 1 所述的用于车载 Ad Hoc 网络基于改进 AODV 协议的方法,其特征是:所述步骤三中的目的节点将缓存 RREQ 消息以用于等待计时器结束时选择较稳定路由。

6. 根据权利要求 1 所述的用于车载 Ad Hoc 网络基于改进 AODV 协议的方法,其特征是:所述步骤四中的较稳定路由的选择策略是,选择最大路由期满时间的路由作为较稳定路由。

7. 根据权利要求 1 所述的用于车载 Ad Hoc 网络基于改进 AODV 协议的方法,其特征是:所述的路由期满时间是指建立好的整条路由所能稳定持续存在的时间,是整条路由中所有链路期满时间的最小值,表示为 $RET = \min(LET_{n_1 n_2}, LET_{n_2 n_3}, \dots, LET_{n_{k-1} n_k})$, 其中 $LET_{n_{k-1} n_k}$ 为相邻两节点 n_{k-1} 和 n_k 之间的通信链路维持的有效时间,定义为链路期间时间;

其中从节点 A 到节点 B 的链路期满时间 LET_{ab} 为:

$$LET_{ab} = \frac{-(v_i \cdot d_i + v_j \cdot d_j) + \sqrt{(v_i^2 + v_j^2) \cdot R^2 - (v_i \cdot d_j - d_i \cdot v_j)^2}}{v_i^2 + v_j^2},$$

其中 v_i 和 v_j 为节点 B 对节点 A 相对速度的水平和垂直方向分量, d_i 和 d_j 为节点 B 对节点 A 的相对位置的水平和垂直方向分量, R 为节点之间的通信半径。

8. 根据权利要求 1 所述的用于车载 Ad Hoc 网络基于改进 AODV 协议的方法,其特征是:在所述步骤一中,源节点调用车辆 GPS 模块获取自身节点的位置、速度和方向信息。

9. 根据权利要求 1 所述的用于车载 Ad Hoc 网络基于改进 AODV 协议的方法,其特征是:等待计时器时间设定为 500ms。

用于车载 Ad Hoc 网络基于改进 AODV 协议的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及无线通信领域,具体是一种用于车载 Ad Hoc 网络基于改进 AODV 协议的方法。

背景技术

[0002] 随着通信领域和计算机领域的迅速发展,车辆间通信也成为了一个重要的研究课题。汽车的功能不断丰富,向多样化、集成化趋势发展。汽车不单单是代步工具,而是集舒适、娱乐、办公及服务一体化的电子工具。同时,随着汽车工业的发展和私家车的普及,行车安全和道路交通事故也成为全球性的公共安全问题。如何通过日益发达的无线通信网络来提高汽车道路安全成为了业界所关注和研究的焦点。为此,车载 Ad Hoc 网络应运而生。

[0003] 传统有线的通信方式,已经不能满足现代车辆之间的通信需求。所以国际电信联盟在 2003 年提出了车载 Ad Hoc 网络 (Vehicular Ad Hoc Networks, VANET) 的概念。该网络是一种以行驶车辆为节点、车辆间通过多跳方式进行通信的 Ad Hoc 网络。车载 Ad Hoc 网络结合全球定位系统和无线通信网络,为处于高速运动中的车辆提供一种高速率的数据接入网络,进而为车辆的安全行驶、计费管理、交通管理、数据通信和车载娱乐等提供可能的解决方案。

[0004] 传统的 Ad Hoc 网络中节点有较高的移动自由度,因此根据其网络的特点设计了相应的路由协议。然而车载 Ad Hoc 网络中车辆节点的运动会受到街道,交通灯等因素的影响,同时车辆节点还具有高速、直线以及低随机性等特点,导致网络拓扑结构变化较快,所以传统的 Ad Hoc 网络路由协议并不能很好的应用于车载 Ad Hoc 网络。如果对现有的较为成熟的 Ad Hoc 路由协议进行一定改进以适应车载 Ad Hoc 网络的通信需要,将会取得较好的成果。AODV 协议作为移动 Ad Hoc 网络的标准协议 (RFC3561),是一种被动式路由协议,具有路由开销小、适用于节点移动较频繁、适应性高等特点。这在一定程度上符合车载 Ad Hoc 网络节点高移动性、拓扑变化快的特性,因此能够在较好的满足车载 Ad Hoc 网络的路由通信需要,但是将其应用于车载 Ad Hoc 网络以达到通信要求,仍然需要做出改进。

[0005] 经过对现有技术文献的检索发现, VinodNamboodiri 等在《Proceedings of the 1st ACM International Workshop on Vehicular Ad Hoc Networks, VANET,2004》上发表的题为“A Study on the Feasibility of Mobile Gateways for VehicularAd-hoc Networks(车载 Ad Hoc 网络的移动网关可行性研究)”论文中,提出了选择较优的路由进行数据传输的策略,但是没有考虑到控制开销等问题;OmidAbedi 等在《29th IEEE International Conference on Distributed Computing Systems Workshops,2009》发表的题为“Improving Route Stability and Overhead on AODV Routing Protocol and Make it Usable for VANET(改进路由稳定性和开销以用于车载 Ad Hoc 网络的 AODV 路由协议)”论文中,提出了将 RREQ 消息发送给边缘节点以降低开销,但是对于稳定路由的选择和延迟等因素没有做深入的研究。从以上所提及的相关研究可以看出,对于 AODV 协议在车载 Ad Hoc 网络中的改进和应用仍然没有太好的解决方案,故如何基于改进 AODV 协议的控

制方法以更好的适用于车载 Ad Hoc 网络是一个重要的研究课题。

发明内容

[0006] 本发明针对现有技术存在的不足,提出了一种用于车载 Ad Hoc 网络基于改进 AODV 协议的方法。根据本发明提供的方法把车辆速度位置方向等信息结合进来,将这些信息应用于车载 Ad Hoc 网络路由通信,降低了车辆节点之间通信时的控制开销,提高了路由可靠性和数据传输成功率。

[0007] 根据本发明提供的一种用于车载 Ad Hoc 网络基于改进 AODV 协议的方法,包括如下步骤:

[0008] 步骤一:当源节点有数据要向目的节点发送时,产生 RREQ 消息,源节点将自己的第一信息加入 RREQ 消息中并发送给邻节点,其中,所述第一信息包括源节点的位置、速度、方向以及路由期满时间;

[0009] 步骤二:每一个收到 RREQ 的节点都会根据发送节点和自己的位置、速度和方向信息计算两节点之间的稳定性,不满足稳定性条件的节点则丢弃 RREQ 消息,满足稳定性条件的节点则更新 RREQ 消息并继续转发;

[0010] 步骤三:目的节点在首次收到 RREQ 消息后,缓存 RREQ 消息内容,并且启动等待计时器,在等待计时器时间内收到的 RREQ 消息都将被目的节点缓存;

[0011] 步骤四:等待计时器结束时,目的节点从多条路由中选择较稳定路由并回复 RREP 消息,最终源节点收到此 RREP 消息,并用此较稳定路由进行数据传输。

[0012] 优选地,所述步骤一中的 RREQ 消息在原 AODV 协议 RREQ 消息格式的基础上,新增至少五个信息存储域,这五个新增信息存储域用于分别存放当前转发 RREQ 消息节点的横坐标、纵坐标、运动速度、运动方向与横坐标轴夹角、以及路由期满时间。

[0013] 优选地,所述步骤二中的稳定性条件是指收到 RREQ 消息的节点与发送此 RREQ 的节点距离小于阈值 $t \times R$ 或者距离大于阈值 $t \times R$,但随着两节点运动,其距离变近,其中, R 为节点之间的通信半径, t 为预设的参数值。

[0014] 优选地,设置所述预设的参数值 $t = 0.7$ 。

[0015] 优选地,所述步骤三中的目的节点将缓存 RREQ 消息以用于等待计时器结束时选择较稳定路由。

[0016] 优选地,所述步骤四中的较稳定路由的选择策略是,选择最大路由期满时间的路由作为较稳定路由。

[0017] 优选地,所述的路由期满时间(Route Expiration Time, RET)是指建立好的整条路由所能稳定持续存在的时间,是整条路由中所有链路期满时间的最小值,表示为 $RET = \min(LET_{n_1 n_2}, LET_{n_2 n_3}, \dots, LET_{n_{k-1} n_k})$, 其中 $LET_{n_{k-1} n_k}$ 为相邻两节点 n_{k-1} 和 n_k 之间的通信链路维持的有效时间,定义为链路期间时间(Link Expiration Time, LET)。路由期满时间值越大,说明该路由的稳定存在时间越长,该路由越可靠。

[0018] 优选地,在所述步骤一中,源节点调用车辆 GPS 模块获取自身节点的位置、速度和方向信息。

[0019] 优选地,等待计时器时间设定为 500ms。

[0020] 与现有技术相比,根据本发明提供的方法具有如下优势:在路由发现过程中,只有

满足稳定性条件的节点才进行 RREQ 消息的转发,一方面限制了 RREQ 消息的转发数目,防止了网络中消息的泛洪广播,降低了开销,另一方面将稳定节点保留下来,为后面稳定路由的选择做了准备;在路由选择阶段,目的节点从多条路由中选择较稳定的一条路由回复 RREP 消息,最终源节点将收到此 RREP 消息,并用这条较稳定路由进行数据传输,提高了路由可靠性和数据传输成功率。

附图说明

- [0021] 图 1 是修改后的 RREQ 消息格式;
- [0022] 图 2 是节点通信区域图;
- [0023] 图 3 是两节点运动示意图;
- [0024] 图 4 是 RREQ 消息的生产过程;
- [0025] 图 5 是节点收到 RREQ 消息的处理过程;
- [0026] 图 6 是 RREP 消息的生产过程;
- [0027] 图 7 是节点收到 RREP 消息的处理过程;
- [0028] 图 8 是改进 AODV 协议的整体流程;
- [0029] 图 9 是改进 AODV 协议和原 AODV 协议的性能比较。

具体实施方式

[0030] 下面结合附图对本发明的实施例作详细说明:本实施例在以本发明的方法为前提进行实施,给出了详细的实施方式和具体的操作过程,但本发明的保护范围不限于下述的实施例。

[0031] 该实施例的场景设置以高速公路上的车载 Ad Hoc 网络为例。

[0032] 步骤一:当源节点有数据要向目的节点发送,会产生 RREQ 消息,源节点会将自己的位置、速度和方向以及路由期满时间等信息加入 RREQ 消息中并发送给邻节点。

[0033] 所述的源节点将自己的位置、速度和方向以及路由期满时间等信息加入 RREQ 消息是指对 RREQ 消息格式做出一定修改,以便满足存储相关信息的需要。修改后的 RREQ 消息新增加了五个信息存储域,分别存放当前转发 RREQ 消息节点的横坐标,纵坐标,运动速度,运动方向与横坐标轴夹角和路由期满时间。修改后的 RREQ 消息如图 1 所示。

[0034] 当源节点生成 RREQ 消息时,先将 RREQ 消息原来各信息域填写进去,填写的格式和内容与原 AODV 协议相同。然后源节点调用车辆 GPS 模块获取自身节点的位置、速度和方向信息添加到新增消息域中的当前转发 RREQ 消息节点的横坐标,纵坐标,运动速度,运动方向与横坐标轴夹角各区域中。路由期满时间 RET 初始值设为 100s。源节点按照如上格式生成好 RREQ 消息后,将其以广播方式转发给邻节点。源节点生成 RREQ 的流程图如图 4 所示。

[0035] 步骤二:每一个收到 RREQ 的节点都会根据发送此 RREQ 消息的节点和自己的位置、速度和方向信息计算两节点之间的稳定性,不满足稳定性条件的节点则会丢弃 RREQ 消息不进行处理,满足稳定性条件的节点会更新 RREQ 消息并继续转发直到找到目的节点。

[0036] 所述的稳定性条件是指收到 RREQ 消息的邻节点与发送此 RREQ 的节点距离小于阈值 $t \times R$ 或者距离大于阈值 $t \times R$,但随着两节点运动,其距离变近。 R 为节点之间的通信半径, t 为预设的参数值,优选地,为使直接转发 RREQ 消息的节点和要计算是否转发 RREQ 消

息节点数目均衡,取 $t = 0.7$ 。图 2 所示为节点通信区域图,当邻节点与节点 A 的距离小于 $0.7R$ 时,它们在收到 RREQ 消息时可以进行 RREQ 消息的转发;邻节点与节点 A 的距离大于 $0.7R$ 时,则需要进一步判断两节点的距离变化情况。图 3 为两节点运动示意图,随着两节点的运动,节点 B 与节点 A 变近的条件为 $|\overrightarrow{ac}| < |\overrightarrow{ab}|$,坐标表示为: $v_i^2 + v_j^2 + 2d_i \cdot v_i + 2d_j \cdot v_j < 0$,其中 v_i 和 v_j 为节点 B 对节点 A 相对速度的水平和垂直方向分量, d_i 和 d_j 为节点 B 对节点 A 的相对位置的水平和垂直方向分量。所以当两节点之间的距离大于 $0.7R$ 时,满足 $v_i^2 + v_j^2 + 2d_i \cdot v_i + 2d_j \cdot v_j < 0$ 的邻节点会转发 RREQ 消息,否则丢弃 RREQ 消息不进行处理。

[0037] 当中间节点首次收到 RREQ 消息,首先判断标识位 RREP_FLAG 是否为 1, RREP_FLAG 为 1 则表示该节点收到了回复消息 RREP,那么该节点不再处理重复的 RREQ 消息。若 RREP_FLAG 不为 1,则将收到的 RREQ 消息中的各项信息加入广播 ID 缓存表中,并且搜索是否存在到达源节点的反向路由(反向路由用于 RREP 消息送达源节点),如果不存在,将向本地路由表中加入反向路由。如果重复收到 RREQ 消息,则中间节点将比较 RREQ 消息中的 RET 与广播 ID 缓存表中的 RET_{old} 值大小,如果 $RET > RET_{old}$,说明当前反向路由更加稳定,节点进行反向路由表的更新,将 RET 作为新的 RET_{old} ,否则丢弃重复的 RREQ 消息不做处理。然后节点判断自己是否为目的节点,如果自己是目的节点,那么将进行 RREP 消息的生成及回复操作;如果自己不是目的节点,则将 RREQ 消息转发给邻节点。邻节点收到 RREQ 消息后将进行同样操作,直到目的节点被找到。节点对于 RREQ 消息的处理过程如图 5 所示。

[0038] 步骤三:目的节点在首次收到 RREQ 消息后,将缓存 RREQ 消息内容,并且启动等待计时器,在等待计时器时间内收到的 RREQ 消息都将被目的节点缓存。

[0039] 所述的在等待计时器时间内收到的 RREQ 消息都将被目的节点缓存是指目的在首次收到 RREQ 消息后,并不会立刻回复此 RREQ 消息,而是启动等待计时器,并且将等待计时器时间内收到的 RREQ 消息进行缓存,以用于选择其中较稳定路由。等待计时器时间长短的设定需要折中考虑收到的 RREQ 消息数量和延迟两方面因素,优选地设为 500ms。

[0040] 步骤四:等待计时器结束时,目的节点将从多条路由中选择较稳定的一条路由进行回复 RREP 消息,最终源节点将收到此 RREP 消息,并用此较稳定路由进行数据传输发送。

[0041] 所述的较稳定路由是指路由期满时间最大的路由。

[0042] 所述的路由期满时间(Route Expiration Time, RET)是指建立好的整条路由所能稳定持续存在的时间,是整条路由中所有链路期满时间的最小值,表示为 $RET = \min(LET_{n_1n_2}, LET_{n_2n_3}, \dots, LET_{n_{k-1}n_k})$,其中 $LET_{n_{k-1}n_k}$ 为相邻两节点 n_{k-1} 和 n_k 之间的通信链路维持的有效时间,定义为链路期间时间(Link Expiration Time, LET)。根据图 3,可以计算得到

$$[0043] \quad LET_{ab} = \frac{-(v_i \cdot d_i + v_j \cdot d_j) + \sqrt{(v_i^2 + v_j^2) \cdot R^2 - (v_i \cdot d_j - d_i \cdot v_j)^2}}{v_i^2 + v_j^2}.$$

[0044] 路由期满时间值越大,说明该路由的稳定存在时间越长,该路由越可靠。目的节点选择路由期满时间最大的一条路由进行回复 RREP 消息。目的节点生成 RREP 消息后,将广播 ID 缓存表中的 RREQ_FLAG 置 1,表示已经响应过此 RREQ 消息,然后按照反向路由表中的路由信息将 RREP 传给下一跳节点,其产生 RREP 消息的过程如图 6 所示。

[0045] 步骤五：每一个收到 RREP 消息的节点更新到目的节点的路由，然后将 RREP 消息按照反向路由表中的所指向的下一跳节点单播转发出去。节点对 RREP 消息的处理过程如图 7 所示。

[0046] 步骤六：源节点收到 RREP 消息获得了到达目的节点的路由，开始进行数据的发送。

[0047] 在路由发现过程中，通过第一步改进，只有满足稳定性条件的节点才转发 RREQ 消息，一方面选出了链路较稳定的节点，为后续稳定路由的选择做准备；另一方面限制了 RREQ 消息在整个网络中的洪泛广播，降低了网络开销。在路由选择过程中，采取了第二步改进，提供了根据路由期满时间选择较稳定的路由的策略，目的节点根据选择出的较稳定路由回复 RREP 消息，最终源节点收到 RREP 消息后用此较稳定的路由进行数据的传送。图 8 所示为改进的协议整体流程图。图 9 比较了改进 AODV 协议和原 AODV 协议的性能。图中数据分组投递率是指到达目的节点的数据分组数与从源节点发送的数据分组数的比值。从图 9 可看出，基于改进 AODV 协议的方法具有更好的数据分组投递率，即提高了数据传输成功率。

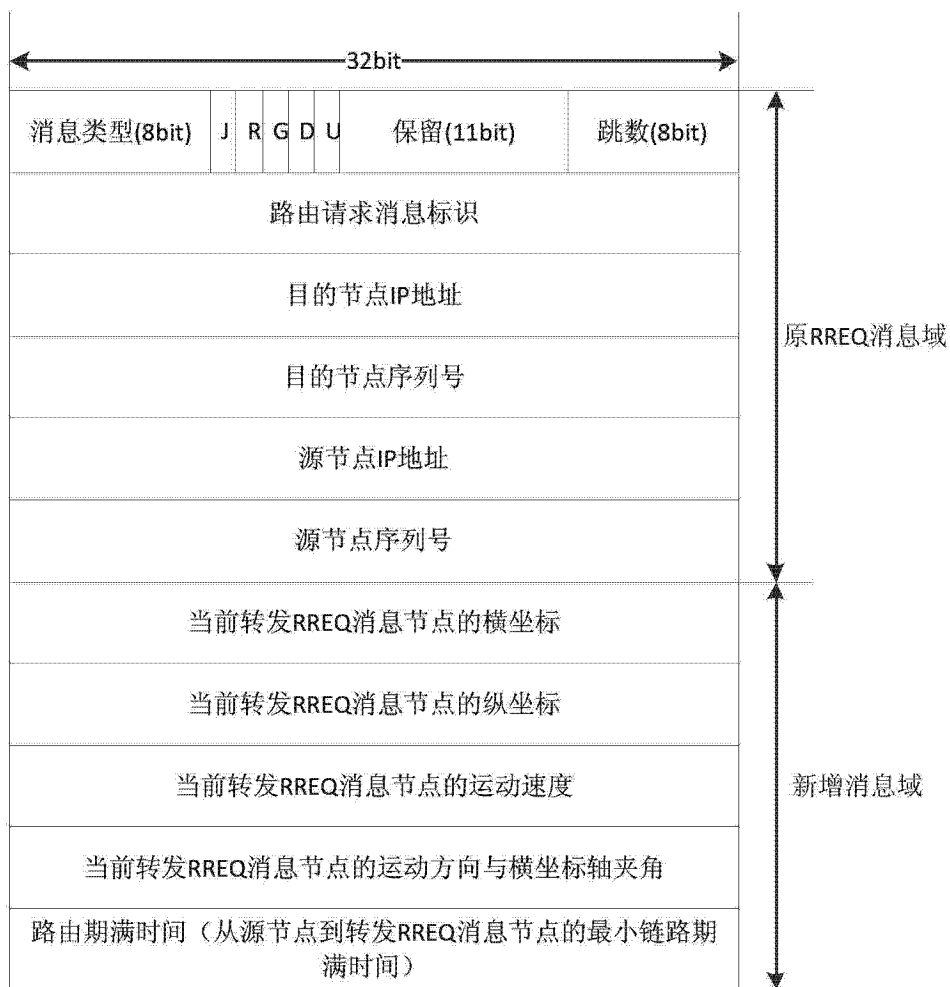


图 1

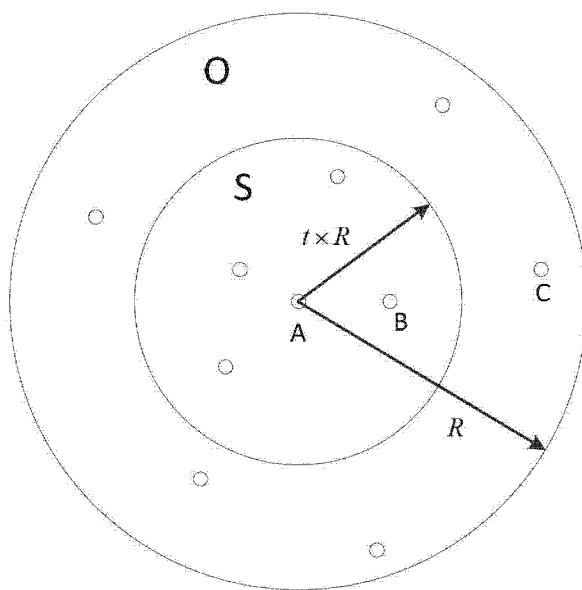


图 2

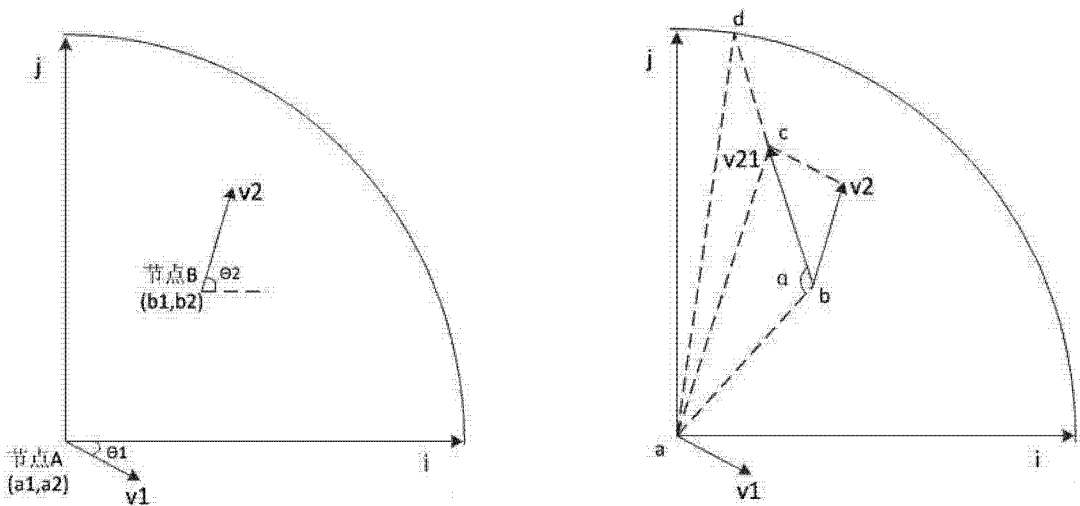


图 3

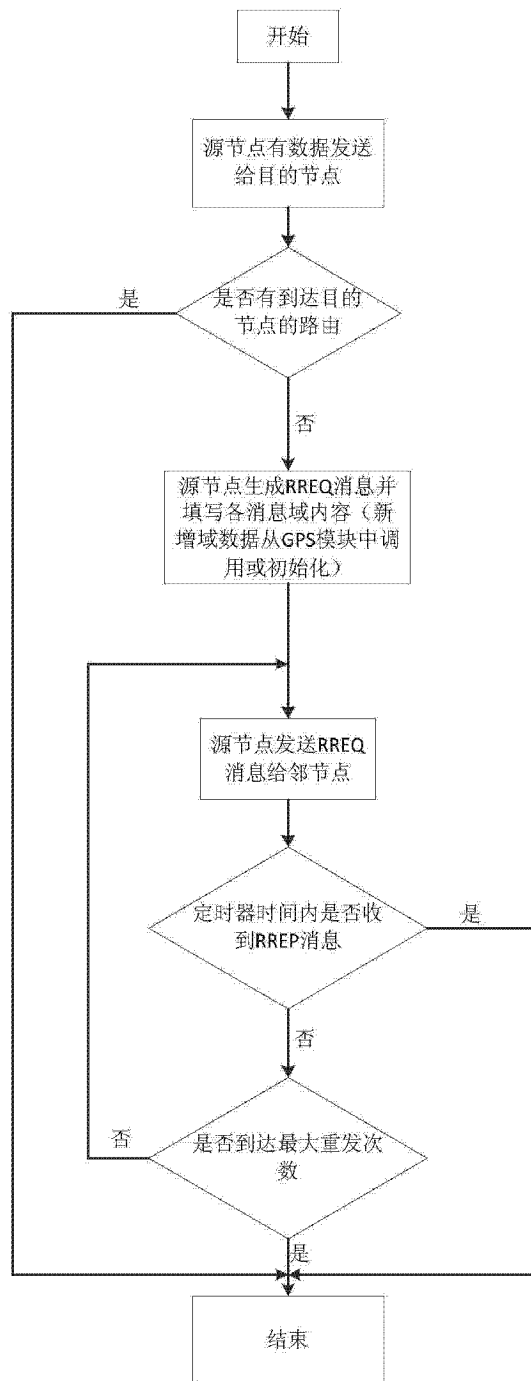


图 4

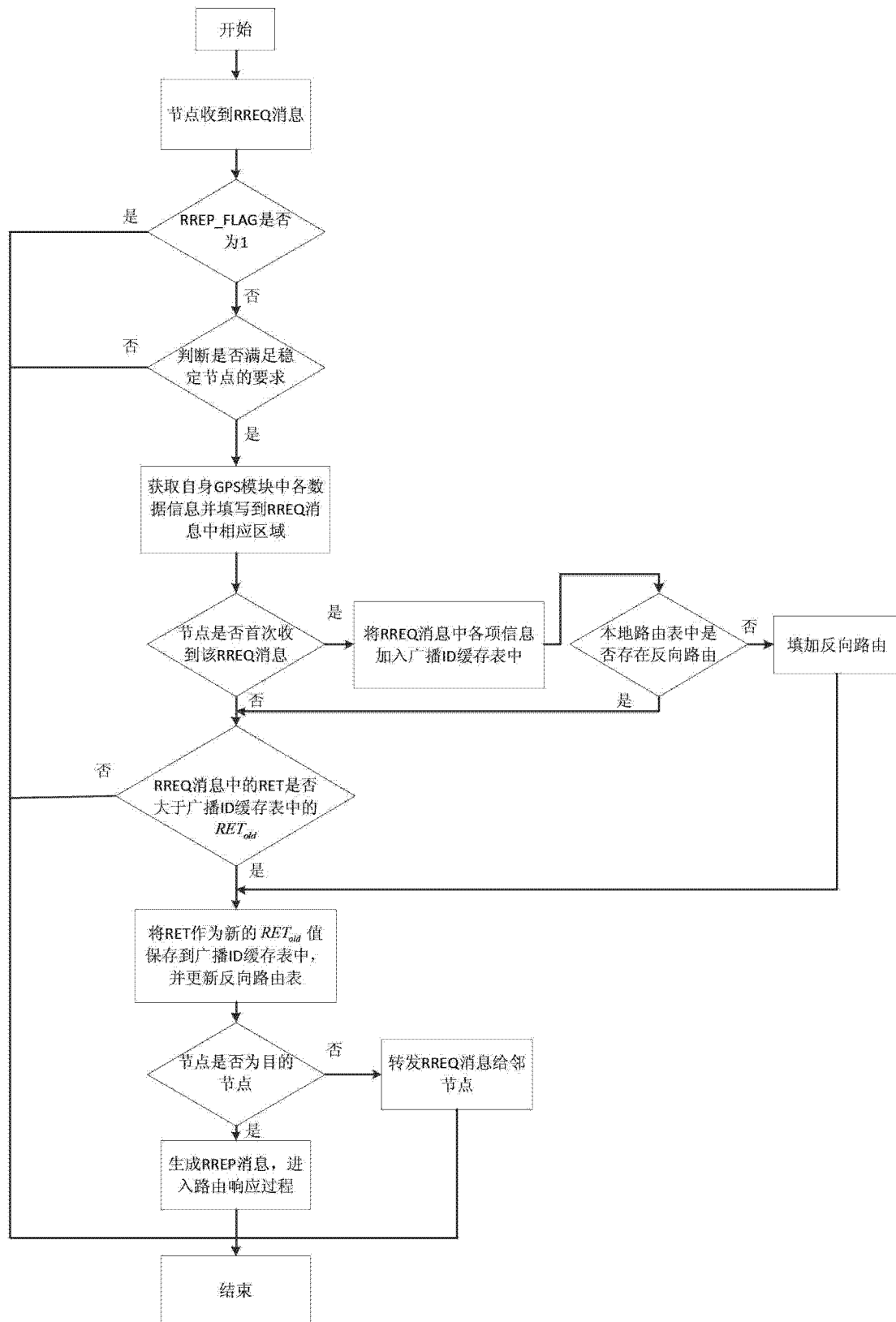


图 5

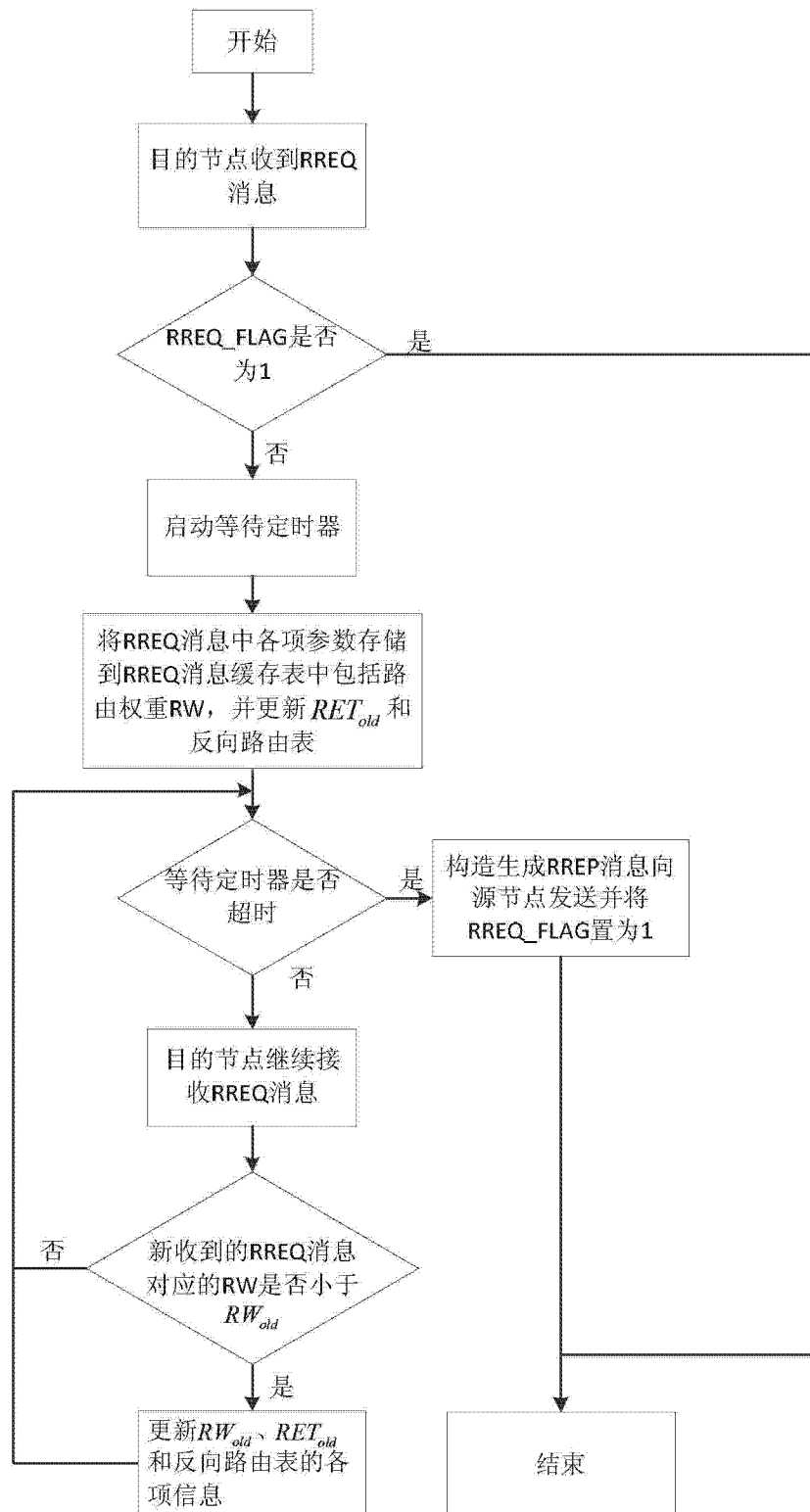


图 6

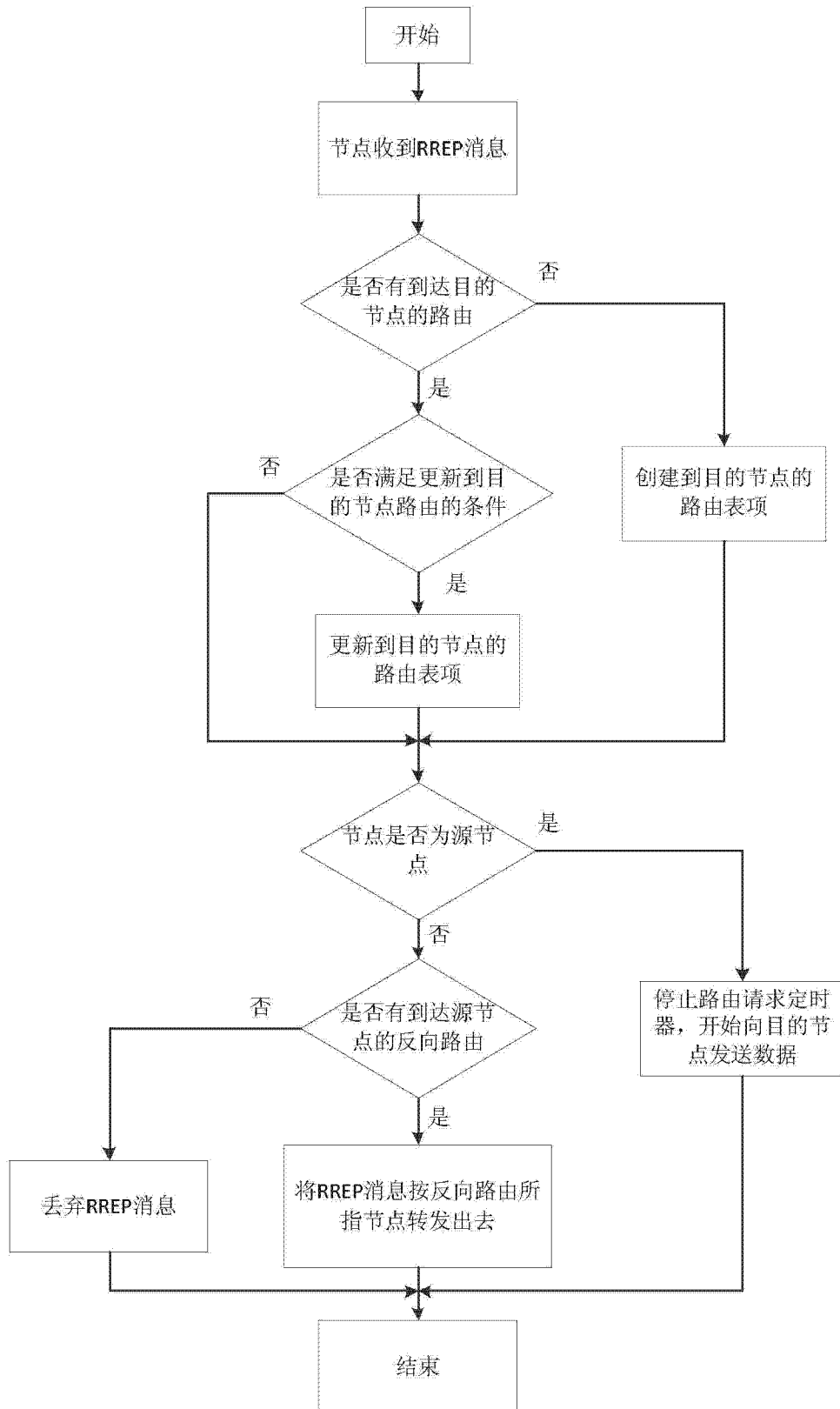


图 7

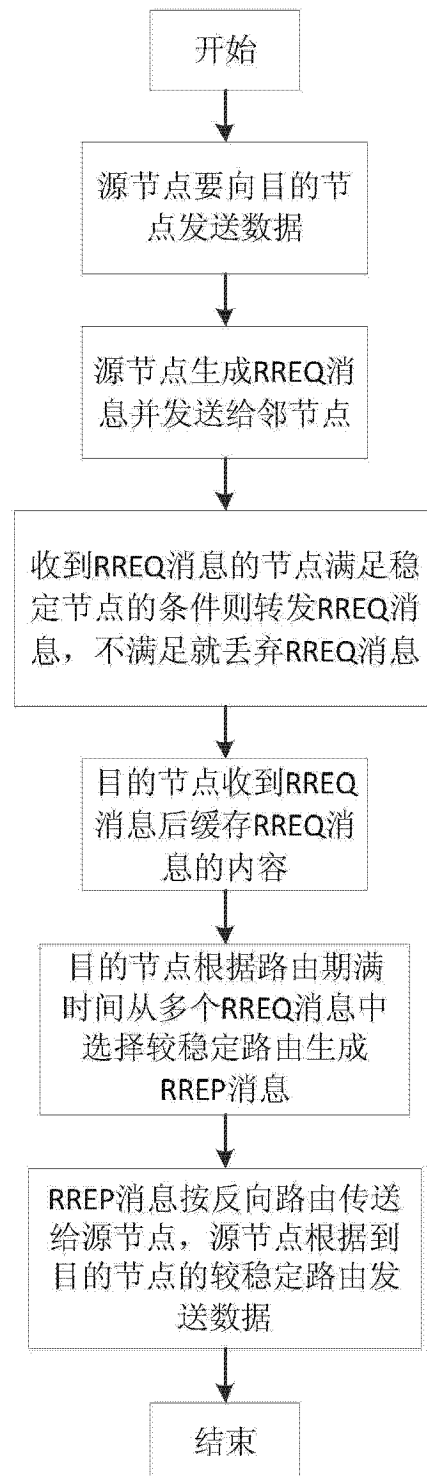


图 8

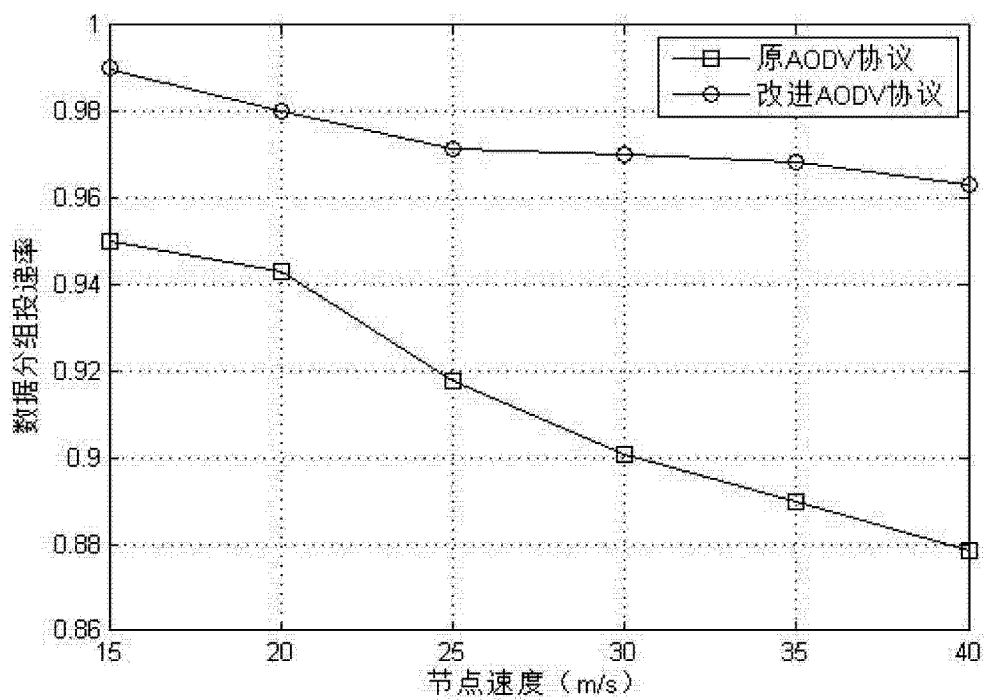


图 9