



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104486812 B

(45)授权公告日 2018.05.15

(21)申请号 201410684480.8

CN 1642129 A,2005.07.20,

(22)申请日 2014.11.25

CN 101577954 A,2009.11.11,

(65)同一申请的已公布的文献号

CN 101151852 A,2008.03.26,

申请公布号 CN 104486812 A

康凯等.一种Ad hoc网络中分布式无环路由算法设计.《计算机科学》.2003,第30卷(第4期),正文第40-42页.

(43)申请公布日 2015.04.01

康凯等.一种Ad hoc网络中分布式无环路由算法设计.《计算机科学》.2003,第30卷(第4期),正文第40-42页.

(73)专利权人 上海无线电设备研究所

地址 200090 上海市杨浦区黎平路203号

(72)发明人 曲家庆

郑佳春.SOTDMA通信链路管理协议分析及其DSP实现.《中国航海学会2003年度学术交流会》.2003,正文第151-154页.

(74)专利代理机构 上海信好专利代理事务所
(普通合伙) 31249

代理人 张妍 张静洁

江有福等.动态拓扑网络最短路径启发式算法.《计算机应用与软件》.2008,第25卷(第5期),正文第36-37和44页.

(51)Int.Cl.

H04W 40/24(2009.01)

H04W 84/18(2009.01)

赵金秋.基于无线局域网的船舶自动识别系统数据通信研究与设计.《信息科技辑》.2007,正文第30页.

(56)对比文件

US 2014210658 A1,2014.07.31,

CN 102547584 A,2012.07.04,

US 2009319391 A1,2009.12.24,

CN 101252538 A,2008.08.27,

CN 101615279 A,2009.12.30,

德爱玲.AIS系统干扰及抗干扰技术的研究.《信息科技辑》.2010,正文第17页.

审查员 郑丹丹

权利要求书2页 说明书5页 附图3页

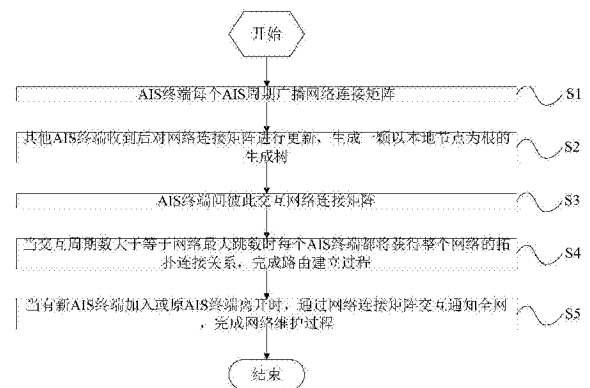
(54)发明名称

一种船舶移动ad hoc网络系统、组网方法及工作方法

船舶编队的网络建立和网络维护过程,使载有AIS终端的船舶具备自组网功能,能够与船队中任意AIS终端建立通信链路,交互信息,互通有无。

(57)摘要

本发明公开了一种船舶移动ad hoc网络系统,包含:船舶移动ad hoc网络及通过所述船舶移动ad hoc网络进行通信的若干个AIS终端,各所述AIS终端与所述船舶移动ad hoc网络连接实现AIS终端间的信息交互,其中所述AIS终端的VHF电台设为船舶移动ad hoc网络的物理层;所述AIS终端的SOTDMA协议设为船舶移动ad hoc网络的MAC层。本发明还公开了一种船舶移动ad hoc网络的组网方法及船舶移动ad hoc网络的工作方法。本发明根据船舶编队组网通信的特点,在现有AIS终端中添加最小数量的网络控制信息,利用启发式方法解析网络控制信息,进行船



1. 一种船舶移动ad hoc网络的组网方法,其特征在于,包含以下步骤:

A1、AIS终端在每个AIS 周期内广播网络连接矩阵,并通过邻居AIS终端间不断地信息交互更新网络连接矩阵;

A2、当系统中所有AIS终端完成彼此间的信息交互后,网络连接矩阵更新完毕,每一AIS终端获得整个网络的拓扑连接关系,完成组网;

A3、AIS终端对网络连接矩阵采用启发式方法进行拓扑信息解析,生成一颗以本地节点为根的生成树作为路由表;

A4、AIS终端利用源路由协议根据路由表进行信息的发送和转发。

2. 如权利要求1所述的组网方法,其特征在于,进一步包含迟入网AIS终端加入船舶移动ad hoc网络的步骤,迟入网AIS终端接收其邻居AIS终端广播的网络连接矩阵,获得整个网络的拓扑连接关系,完成入网过程。

3. 如权利要求1或2所述的组网方法,其特征在于,进一步包含网络维护的步骤,当网络的拓扑连接关系发生变化,即有新的AIS终端入网或原AIS终端离开时,邻居AIS终端会在下一个AIS 周期中更新网络连接矩阵,通过本地广播发送到整个网络,其他AIS终端的本地生成树将会相应修改,当所有AIS终端完成彼此间的信息交互后,网络维护过程结束。

4. 如权利要求1所述的组网方法,其特征在于,所述的启发式方法进行拓扑信息解析的步骤包含:

B1、AIS终端将其邻居AIS终端保存至路由表;

B2、判断新加入路由表的AIS终端的邻居AIS终端的个数;

若为零,则结束解析步骤;

若不为零,则执行步骤B3;

B3、船舶信息交互系统根据新加入的邻居AIS终端生成一条前向链路;

B4、判断新AIS终端的邻居AIS终端在前向链路中是否出现;

若是,则结束解析步骤;

若否,则将新AIS终端的邻居AIS终端写入路由表后执行步骤B2。

5. 如权利要求1所述的组网方法,其特征在于,所述的网络连接矩阵为对称矩阵。

6. 如权利要求3所述的组网方法,其特征在于,所述的AIS周期为1分钟。

7. 如权利要求1所述的组网方法,其特征在于,所述的生成树的生成步骤包含:

C1、本地AIS终端作为生成树的根AIS终端;

C2、本地AIS终端的邻居AIS终端作为根AIS终端的第一代子AIS终端;

C3、对每个新加入的子AIS终端,将该本地AIS终端的枝干中未出现过的子AIS终端作为该本地AIS终端的下一代子AIS终端;

C4、当新加入生成树的AIS终端为空时,结束生成树的生成步骤。

8. 一种船舶移动ad hoc网络的工作方法,其特征在于,包含以下步骤:

S1、AIS终端每个AIS周期广播网络连接矩阵;

S2、其他AIS终端收到后对网络连接矩阵进行更新,生成一颗以本地节点为根的生成树;

S3、AIS终端间彼此交互网络连接矩阵;

S4、当交互周期数大于等于网络最大跳数时每个AIS终端都将获得整个网络的拓扑连

接关系,完成路由建立过程;

S5、当有新AIS终端加入或原AIS终端离开时,通过网络连接矩阵交互通知全网,完成网络维护过程。

一种船舶移动ad hoc网络系统、组网方法及工作方法

技术领域

[0001] 本发明涉及船舶无线通信领域,具体涉及一种船舶移动ad hoc网络系统、组网方法及工作方法。

背景技术

[0002] 随着我国市场经济和全球贸易的快速发展,海上交通也发展迅速,船舶数量及船舶速度都不断提高,导致海上交通密度也不断增加,给船舶避碰、港口交通管理和航行安全提出了新的要求。自动识别系统(automatic identification system,AIS) 是国际海事组织(IMO)、国际航标协会(IALA)、国际电信联盟(ITU-R)共同的研究成果。AIS是在海事VHF频段,采用GMSK/FM调制,以SOTDMA(自组织时分多址)方式发射船位、航速、航向、船名、识别码、船长、船宽等船舶动静态数据的船载系统。AIS能够提高船舶的航行安全,减少船舶碰撞的可能性,而且能够帮助搜救船更好、更快地完成海上救助任务。截止2012底,全国沿海和内河已有近2万艘船舶配备了AIS设备。但AIS系统仅定义物理层和MAC层的数据交互策略,网络有效覆盖范围仅限一跳邻居节点,对较大规模的船舶编队协同补给、协同搜救等应用场景,缺乏顶层网络的总体把控和信息交互能力。

[0003] 船舶移动ad hoc网络(Shipping Mobile Ad hoc network,SMANET)已成为船舶编队控制研究中的热点问题之一。与单个船只相比,SMANET通过多船协作具有更强的容错性和适应性,船队在航行中可以形成动态网络,各船只之间通过分工合作迅速准确地交互船队所在区域的环境信息,从而加快系统任务完成,提高系统工作效率。

[0004] 目前国内外针对SMANET 系统的研究主要有以下一些:船舶ad hoc系统的底层结构协调机制;船舶ad hoc系统的场景应用研究;船舶终端与3GPP LTE、802.11p等岸站系统的信息交互方法;基于位置信息的路由算法及其在船舶系统中应用。

发明内容

[0005] 本发明的目的在于提供一种船舶移动ad hoc网络系统、组网方法及工作方法,根据船舶编队组网通信的特点,在现有AIS终端中添加最小数量的网络控制信息,利用启发式方法解析网络控制信息,进行船舶编队的网络建立和网络维护过程,使载有AIS终端的船舶具备自组网功能,能够与船队中任意AIS终端建立通信链路,交互信息,互通有无。

[0006] 为了达到上述目的,本发明通过以下技术方案实现:一种船舶移动ad hoc网络系统,其特点是,包含:

[0007] 船舶移动ad hoc网络及通过所述船舶移动ad hoc网络进行通信的若干个AIS终端,各所述AIS终端与所述船舶移动ad hoc网络连接实现AIS终端间的信息交互,其中

[0008] 所述AIS终端的VHF电台设为船舶移动ad hoc网络的物理层;

[0009] 所述AIS终端的SOTDMA协议设为船舶移动ad hoc网络的MAC层。

[0010] 一种船舶移动ad hoc网络的组网方法,其特点是,包含以下步骤:

[0011] A1、AIS终端在每个AIS 周期内广播网络连接矩阵,并通过邻居AIS终端间不断地

信息交互更新网络连接矩阵；

[0012] A2、当系统中所有AIS终端完成彼此间的信息交互后，网络连接矩阵更新完毕，每一AIS终端获得整个网络的拓扑连接关系，完成组网；

[0013] A3、AIS终端对网络连接矩阵采用启发式方法进行拓扑信息解析，生成一颗以本地节点为根的生成树作为路由表；

[0014] A4、AIS终端利用源路由协议根据路由表进行信息的发送和转发。

[0015] 船舶移动ad hoc网络的组网方法进一步包含迟入网AIS终端加入船舶移动ad hoc网络的步骤，迟入网AIS终端接收其邻居AIS终端广播的网络连接矩阵，获得整个网络的拓扑连接关系，完成入网过程。

[0016] 船舶移动ad hoc网络的组网方法进一步包含网络维护的步骤，当网络的拓扑连接关系发生变化，即有新的AIS终端入网或原AIS终端离开时，邻居AIS终端会在下一个AIS周期中更新网络连接矩阵，通过本地广播发送到整个网络，其他AIS终端的本地生成树将会相应修改，当所有AIS终端完成彼此间的信息交互后，网络维护过程结束。

[0017] 所述的启发式方法进行拓扑信息解析的步骤包含：

[0018] B1、AIS终端将其邻居AIS终端保存至路由表；

[0019] B2、判断新加入路由表的AIS终端的邻居AIS终端的个数；

[0020] 若为零，则结束解析步骤；

[0021] 若不为零，则执行步骤B3；

[0022] B3、船舶信息交互系统根据新加入的邻居AIS终端生成一条前向链路；

[0023] B4、判断新AIS终端的邻居AIS终端在前向链路中是否出现；

[0024] 若是，则结束解析步骤；

[0025] 若否，则将新AIS终端的邻居AIS终端写入路由表后执行步骤B2。

[0026] 所述的网络连接矩阵为对称矩阵。

[0027] 所述的AIS周期为1分钟。

[0028] 所述的生成树的生成步骤包含：

[0029] C1、本地AIS终端作为生成树的根AIS终端；

[0030] C2、本地AIS终端的邻居AIS终端作为根AIS终端的第一代子AIS终端；

[0031] C3、对每个新加入的子AIS终端，将该AIS终端的该枝干中未出现过的子AIS终端作为该AIS终端的下一代子AIS终端；

[0032] C4、当新加入生成树的AIS终端为空时，结束生成树的生成步骤。

[0033] 一种船舶移动ad hoc网络的工作方法，其特点是，包含以下步骤：

[0034] S1、AIS终端每个AIS周期广播网络连接矩阵；

[0035] S2、其他AIS终端收到后对网络连接矩阵进行更新，生成一颗以本地节点为根的生成树；

[0036] S3、AIS终端间彼此交互网络连接矩阵；

[0037] S4、当交互周期数大于等于网络最大跳数时每个AIS终端都将获得整个网络的拓扑连接关系，完成路由建立过程；

[0038] S5、当有新AIS终端加入或原AIS终端离开时，通过网络连接矩阵交互通知全网，完成网络维护过程。

[0039] 本发明一种船舶移动ad hoc网络系统、组网方法及工作方法与现有技术相比具有以下优点：根据船舶编队组网通信的特点，在现有AIS终端中添加最小数量的网络控制信息，利用启发式方法解析网络控制信息，进行船舶编队的网络建立和网络维护过程，使载有AIS终端的船舶具备自组网功能，能够与船队中任意AIS终端建立通信链路，交互信息，互通有无。

附图说明

- [0040] 图1为本发明一种船舶移动ad hoc网络系统的整体结构示意图；
 [0041] 图2为典型拓扑图；
 [0042] 图3为网络连接矩阵示意图；
 [0043] 图4为本发明一种船舶移动ad hoc网络的组网方法；
 [0044] 图5为启发式方法进行拓扑信息解析的流程图；
 [0045] 图6为生成树的生成方法流程图；
 [0046] 图7为本发明一种船舶移动ad hoc网络的工作方法。

具体实施方式

[0047] 以下结合附图，通过详细说明一个较佳的具体实施例，对本发明做进一步阐述。

[0048] 如图1所示，一种船舶移动ad hoc网络系统，包含：船舶移动ad hoc网络及通过所述船舶移动ad hoc网络进行通信的若干个AIS终端，各所述AIS终端与所述船舶移动ad hoc网络连接实现AIS终端间的信息交互，其中所述AIS终端的VHF电台设为船舶移动ad hoc网络的物理层；所述AIS终端的SOTDMA协议设为船舶移动ad hoc网络的MAC层；在系统的网络层中添加最小数据量的控制信息，通过设计启发式的路由方法，使载有AIS终端的船舶具备自组网功能，能够与船队中节点建立通信链路交互信息。AIS 终端本身需要交互船位、航速、航向、船名、识别码、船长、船宽等船舶动静态数据，为实现系统组网通信功能，需要在AIS 的空闲字段发送路由控制信息，以进行网络层的路由建立和路由维护过程。由于AIS 负载数量存在不确定性，为保证系统网络层的有效工作，应当最小化网络控制信息，便于其在AIS 终端中进行捎带。

[0049] 船队作业过程中的网络的拓扑结构是不断变换的，不同的拓扑将对应不同的网络控制信息。为减少船队拓扑变化对系统网络拓扑信息的影响，采用网络连接矩阵C固化拓扑信息数量。如图2所示的网络拓扑结构中，其网络连接矩阵邻居如图3所示。网络连接矩阵中的元素 $c_{ij} = 1$ (i代表行，j代表列)表示节点i与节点j之间存在一条通信链路； $c_{ij} = 0$ 表示链路不存在。节点收到的网络连接矩阵后，即可获得整个网络拓扑的连接关系。连接矩阵C是对称矩阵， $C = C'$ 。所以为了减少网络连接矩阵交互过程中的信息数量可以仅传输网络连接矩阵的上三角矩阵或下三角矩阵如图3所示，传输信息的数量为 $\frac{(N-1)(N-2)}{2}$ ，其中N是网络中AIS终端的数量。

[0050] 如图4所示，船舶移动ad hoc网络的组网方法，即路由建立过程，包含以下步骤：

[0051] A1、AIS终端在每个AIS 周期(1 分钟)内广播网络连接矩阵，并通过邻居AIS终端间不断地信息交互更新网络连接矩阵；

[0052] A2、当系统中所有AIS终端完成彼此间的信息交互后,网络连接矩阵更新完毕,每一AIS终端获得整个网络的拓扑连接关系,完成组网;

[0053] A3、AIS终端对网络连接矩阵采用启发式方法进行拓扑信息解析,生成一颗以本地节点为根的生成树作为路由表;

[0054] A4、AIS终端利用源路由协议根据路由表进行信息的发送和转发。

[0055] 进一步包含迟入网AIS终端加入船舶移动ad hoc网络的步骤,迟入网AIS终端接收其邻居AIS终端广播的网络连接矩阵,获得整个网络的拓扑连接关系,完成入网过程,迟入网AIS终端的入网时间为一个AIS周期(1分钟)。

[0056] 进一步包含网络维护的步骤,当网络的拓扑连接关系发生变化,即有新的AIS终端入网或原AIS终端离开时,邻居AIS终端会在下一个AIS周期(1分钟)中更新网络连接矩阵,通过本地广播发送到整个网络,其他AIS终端的本地生成树将会相应修改,当所有AIS终端完成彼此间的信息交互后,网络维护过程结束,所以网络拓扑变化对网络的影响也是一个AIS周期(1分钟)。

[0057] 如图5所示,所述的启发式方法进行拓扑信息解析的步骤包含:

[0058] B1、AIS终端将其邻居AIS终端保存至路由表;

[0059] B2、判断新加入路由表的AIS终端的邻居AIS终端的个数;

[0060] 若为零,则结束解析步骤;

[0061] 若不为零,则执行步骤B3;

[0062] B3、船舶信息交互系统根据新加入的邻居AIS终端生成一条前向链路;

[0063] B4、判断新AIS终端的邻居AIS终端在前向链路中是否出现;

[0064] 若是,则结束解析步骤;

[0065] 若否,则将新AIS终端的邻居AIS终端写入路由表后执行步骤B2。

[0066] 如图6所示,所述的生成树的生成步骤包含:

[0067] C1、本地AIS终端作为生成树的根AIS终端;

[0068] C2、本地AIS终端的邻居AIS终端作为根AIS终端的第一代子AIS终端;

[0069] C3、对每个新加入的子AIS终端,将该AIS终端的该枝干中未出现过的子AIS终端作为该AIS终端的下一代子AIS终端;

[0070] C4、当新加入生成树的AIS终端为空时,结束生成树的生成步骤。

[0071] 如图7所示,一种船舶移动ad hoc网络的工作方法,包含以下步骤:

[0072] S1、AIS终端每个AIS周期(1分钟)广播网络连接矩阵;

[0073] S2、其他AIS终端收到后对网络连接矩阵进行更新,生成一颗以本地节点为根的生成树;

[0074] S3、AIS终端间彼此交互网络连接矩阵;

[0075] S4、当交互周期数大于等于网络最大跳数时每个AIS终端都将获得整个网络的拓扑连接关系,完成路由建立过程;

[0076] S5、当有新AIS终端加入或原AIS终端离开时,通过网络连接矩阵交互通知全网,完成网络维护过程。

[0077] 尽管本发明的内容已经通过上述优选实施例作了详细介绍,但应当认识到上述的描述不应被认为是对本发明的限制。在本领域技术人员阅读了上述内容后,对于本发明的

多种修改和替代都将是显而易见的。因此,本发明的保护范围应由所附的权利要求来限定。

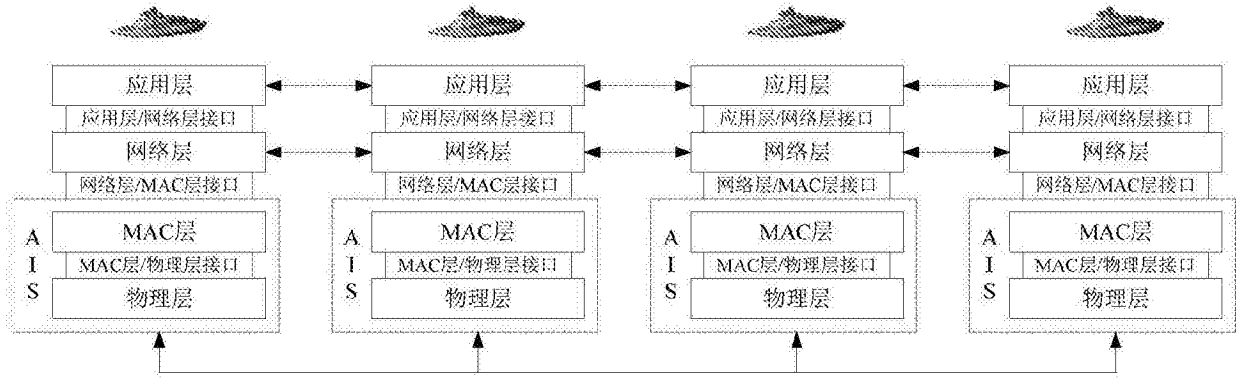


图1

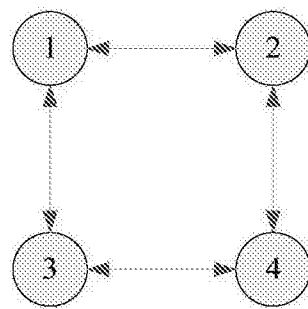


图2

	1	2	3	4
1	0	1	0	1
2	1	0	1	0
3	0	1	0	1
4	1	0	1	0

图3

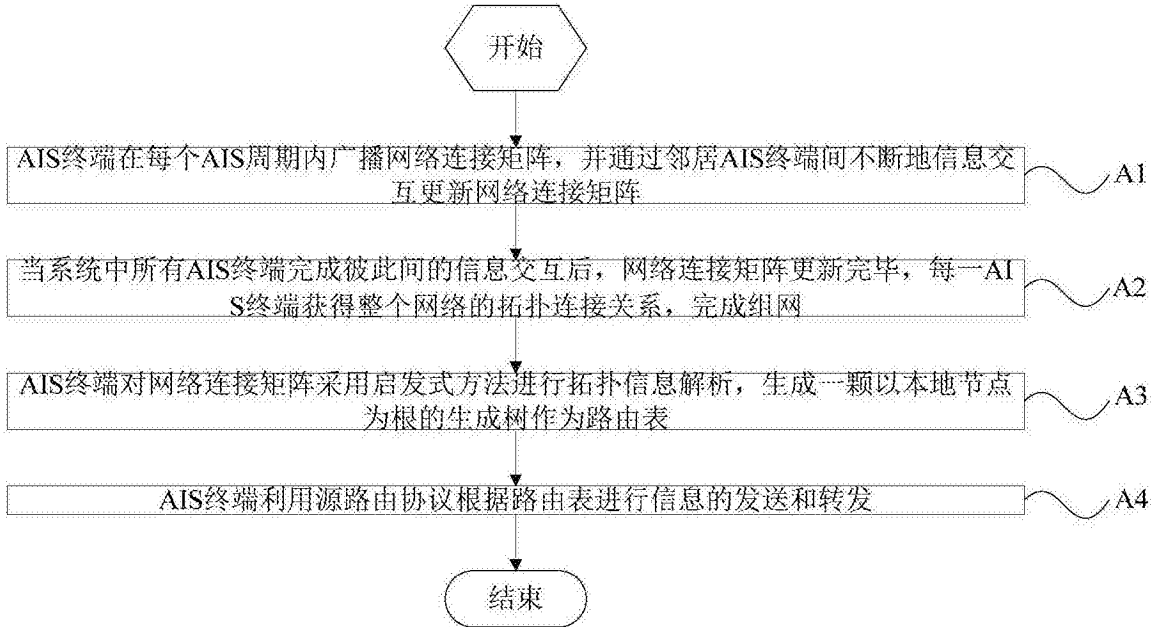


图4

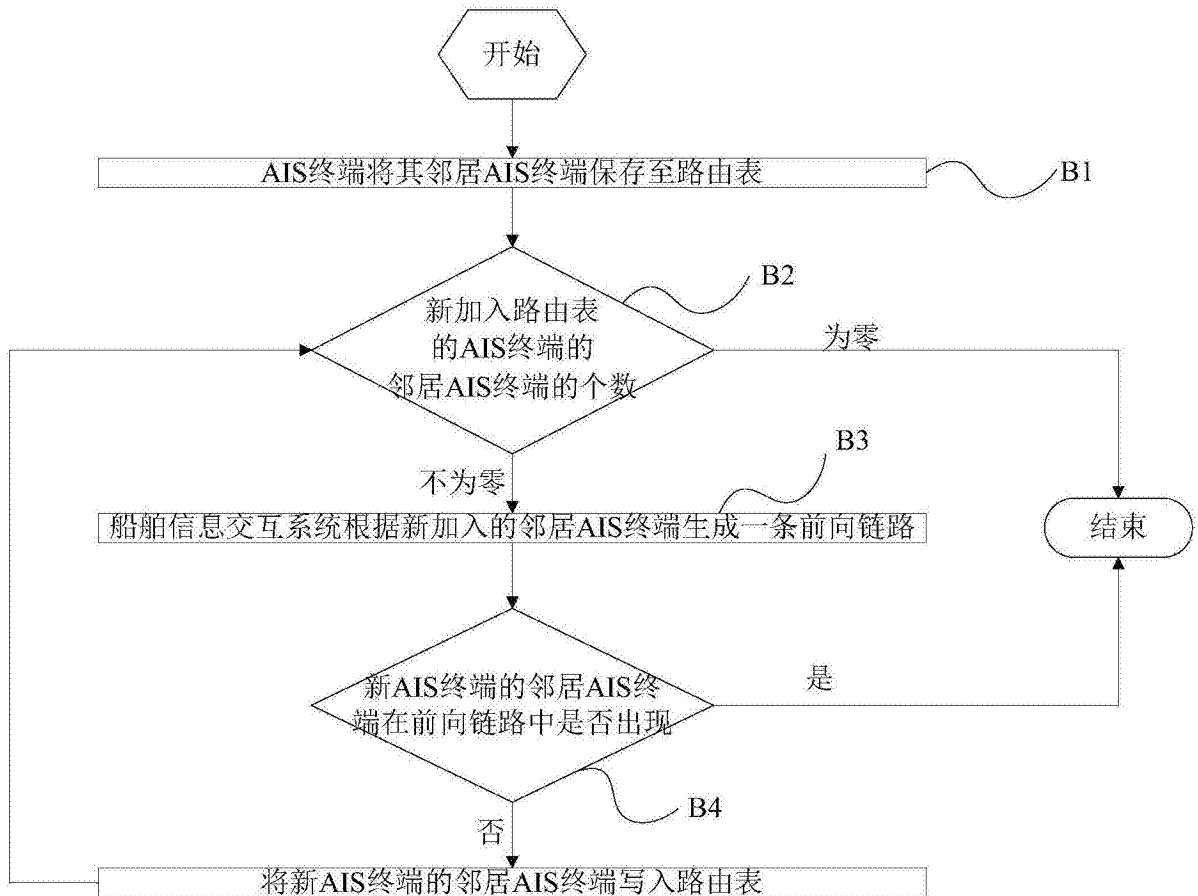


图5

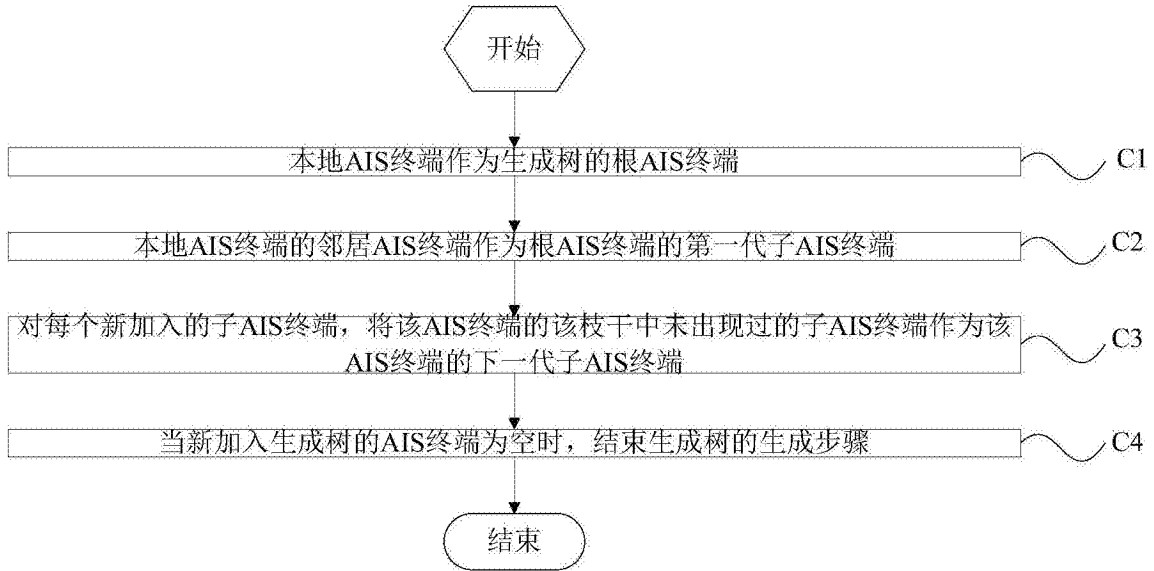


图6

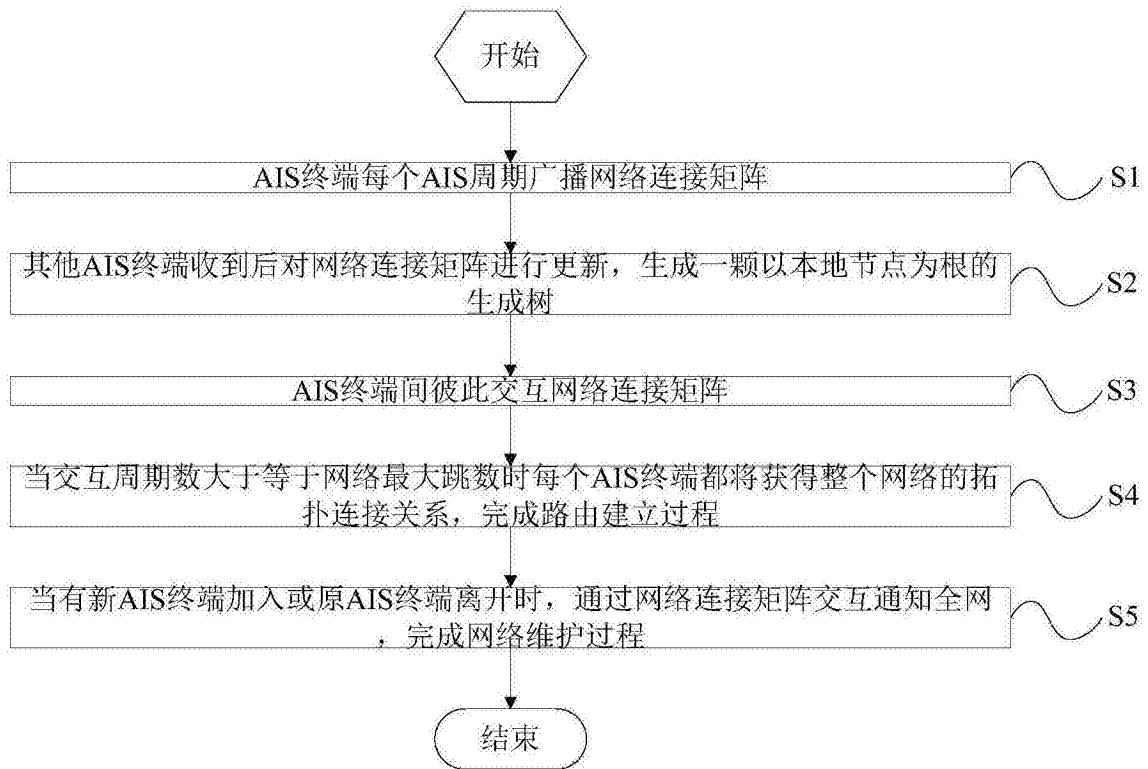


图7