



国家知识产权局

100084

北京市海淀区北洼路 45 号 1 号楼 2 层 201
北京清亦华知识产权代理事务所（普通合伙） 张大威(010-82886568)

发文日：

2020 年 08 月 21 日



申请号或专利号：202010849019.9

发文序号：2020082101941590

专 利 申 请 受 理 通 知 书

根据专利法第 28 条及其实施细则第 38 条、第 39 条的规定，申请人提出的专利申请已由国家知识产权局受理。现将确定的申请号、申请日、申请人和发明创造名称通知如下：

申请号：202010849019.9

申请日：2020 年 08 月 21 日

申请人：浙江大学

发明创造名称：用于无人系统自组织网络的跨层负载均衡方法和装置

经核实，国家知识产权局确认收到文件如下：

权利要求书 每份页数:3 页 文件份数:1 份 权利要求项数： 10 项

发明专利请求书 每份页数:5 页 文件份数:1 份

说明书摘要 每份页数:1 页 文件份数:1 份

说明书附图 每份页数:3 页 文件份数:1 份

专利代理委托书 每份页数:2 页 文件份数:1 份

说明书 每份页数:12 页 文件份数:1 份

提示：

1. 申请人收到专利申请受理通知书之后，认为其记载的内容与申请人所提交的相应内容不一致时，可以向国家知识产权局请求更正。
2. 申请人收到专利申请受理通知书之后，再向国家知识产权局办理各种手续时，均应当准确、清晰地写明申请号。
3. 国家知识产权局收到向外国申请专利保密审查请求书后，依据专利法实施细则第 9 条予以审查。

审 查 员：自动受理

审查部门：专利局初审及流程管理部

该学生参与并主要撰写了该专利，同意使用成果。

赵民建

发明专利请求书

_代理机构内部编号E1200059				此框内容由国家知识产权局填写		
⑦ 发明名称	用于无人系统自组织网络的跨层负载均衡方法和装置			① 申请号 (发明)		
				②分案提交日		
				③申请日		
⑧ 发明人	发明人 1	方姣岚	<input type="checkbox"/> 不公布姓名	④费减审批		
	发明人 2	王婵	<input type="checkbox"/> 不公布姓名	⑤向外申请审批		
	发明人 3	雷鸣	<input type="checkbox"/> 不公布姓名	⑥挂号号码		
⑨第一发明人国籍 中国				居民身份证件号码 445224199906151841		
⑩ 申请人	申请人 (1)	姓名或名称：浙江大学		用户代码		
		居民身份证件号码或统一社会信用代码/组织机构代码 12100000470095016Q		电子邮箱		
		<input checked="" type="checkbox"/> 请求费减且已完成费减资格备案				
		国籍或注册国家（地区） 中国				
		省、自治区、直辖市 浙江省				
		市县 杭州市				
		城区（乡）、街道、门牌号浙大路 38 号				
	申请人 (2)	经常居所地或营业所所在地 中国		邮政编码310027		电话
		姓名或名称：		用户代码		申请人类型
		居民身份证件号码或统一社会信用代码/组织机构代码 <input type="checkbox"/> 请求费减且已完成费减资格备案				
		国籍或注册国家（地区）				
		省、自治区、直辖市				
		市县				
		城区（乡）、街道、门牌号				
	申请人 (3)	经常居所地或营业所所在地		邮政编码		电话
		姓名或名称：		用户代码		申请人类型
		居民身份证件号码或统一社会信用代码/组织机构代码 <input type="checkbox"/> 请求费减且已完成费减资格备案				
		国籍或注册国家（地区）				
		省、自治区、直辖市				
		市县				
		城区（乡）、街道、门牌号				
	经常居所地或营业所所在地		邮政编码		电话	

发 明 专 利 请 求 书

① 联 系 人	姓 名		电 话				
	邮政编码		电子邮箱				
	省、自治区、直辖市						
	市县						
	城区(乡)、街道、门牌号						
⑫代表人为非第一署名申请人时声明 特声明第 署名申请人为代表人							
⑬ 专 利 代 理 机 构	<input checked="" type="checkbox"/> 声明已经与申请人签订了专利代理委托书且本表中的信息与委托书中相应信息一致						
	名称北京清亦华知识产权代理事务所(普通合伙)			机构代码11201			
	代 理 人 (1)	姓 名张大威		代 理 人 (2)	姓 名		
		执业证号1120109056.6			执业证号		
		电 话010-82886568			电 话		
⑭分案 申请		原申请号		针对的分案申请号	原申请日 年 月 日		
⑮生物 材料样品	保藏单位代码		地址		是否存活 <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否		
	保藏日期 年 月 日		保藏编号		分类命名		
⑯序列表		<input type="checkbox"/> 本专利申请涉及核苷酸或氨基酸序列表					
⑰遗传资源		<input type="checkbox"/> 本专利申请涉及的发明创造是依赖于遗传资源完成的					
⑱ 要 求 优 先 权 声 明	序 号	原受理机构名称		在先申请日	在先申请号	⑲ 不 丧 失 新 颖 性 宽 限 期 声 明	<input type="checkbox"/> 已在中国政府主办或承认的国际展览会上首次展出 <input type="checkbox"/> 已在规定的学术会议或技术会议上首次发表 <input type="checkbox"/> 他人未经申请人同意而泄露其内容
	1						
	2						
	3						
	4						
	5						
	6						
	7						
8							
⑳保密请求		根据国家相关法律, 涉及国家秘密的信息不得在国际联网的计算机信息系统中存储、处理、传递, 故任何单位和个人认为其专利申请需要按照保密专利申请处理的, 不得通过电子专利申请系统提交。					
㉑同日申请		<input type="checkbox"/> 声明本申请人对同样的发明创造在申请本发明专利的同日申请了实用新型专利					
㉒提前公布		<input checked="" type="checkbox"/> 请求早日公布该专利申请		㉓摘要附图	指定说明书附图中的图1为摘要附图。		

发 明 专 利 请 求 书

<p>②④ 申请文件清单</p> <p>1. 发明专利请求书 共5页</p> <p>2. 权利要求书 共0页</p> <p>3. 说明书 共0页</p> <p>4. 说明书附图 共0页</p> <p>5. 说明书摘要 共0页</p> <p>权利要求的项数 10 项</p>	<p>②⑤ 附加文件清单</p> <p>1. 专利代理委托书 共2页</p>
<p>②⑥ 全体申请人或专利代理机构签章</p> <p>北京清亦华知识产权代理事务所（普通合伙）</p> <p>2020年08月21日</p>	<p>②⑦ 国家知识产权局审核意见</p> <p>年 月 日</p>

发 明 专 利 请 求 书 外 文 信 息 表

发明名称		
发明人姓名	发明人 1	
	发明人 2	
	发明人 3	
申请人名称及地址	申请人 1	名称 地址
	申请人 2	名称 地址
	申请人 3	名称 地址

附页

【发明人】

发明人 4	赵民建	<input type="checkbox"/> 不公布姓名
-------	-----	--------------------------------

发明人 5	李可欣	<input type="checkbox"/> 不公布姓名
-------	-----	--------------------------------

【发明人外文信息】

发明人 4	
-------	--

发明人 5	
-------	--

本发明提出一种用于无人系统自组织网络的跨层负载均衡方法和装置，其中，方法包括：通过获取无人系统自组织网络的各节点的剩余能量值和预计消耗能量值，根据各节点的剩余能量值和预计消耗能量值，确定各节点对应的剩余能量预测值，根据各节点对应的剩余能量预测值，确定各节点的链路权重和各节点对应的能量等级，采用预设算法根据能量等级为最高能量等级的各节点的链路权重之和，确定多条候选路径，根据多条候选路径的各节点的剩余能量预测值，确定目标路径，根据目标路径的各节点的剩余能量预测值，确定目标路径的路径等级，根据待发送业务的优先级和目标路径的路径等级，控制目标路径发送业务，从而实现了无人系统自组织网络的负载均衡运行。

1、一种用于无人系统自组织网络的跨层负载均衡方法，其特征在于，所述方法包括如下步骤：

5 获取无人系统自组织网络的多个节点；

 获取各节点的剩余能量值和预计消耗能量值，以根据所述各节点的剩余能量值和预计消耗能量值，确定各节点对应的剩余能量预测值；

 根据所述各节点对应的剩余能量预测值，确定各节点的链路权重和各节点对应的能量等级；

10 采用预设算法，根据所述能量等级为最高能量等级的各节点的链路权重之和，确定多条候选路径；

 根据所述多条候选路径的各节点的剩余能量预测值，确定目标路径；

 根据所述目标路径的各节点的剩余能量预测值，确定所述目标路径的路径等级；

15 根据待发送业务的优先级和所述目标路径的路径等级，控制所述目标路径发送所述业务。

2、根据权利要求1所述的方法，其特征在于，所述获取各节点的预计消耗能量值，包括：

 获取每一个节点的业务量和单个业务消耗的能量值；

20 根据所述每一个节点的业务量和单个业务消耗的能量值，得到各节点的预计消耗能量值。

3、根据权利要求2所述的方法，其特征在于，所述根据所述各节点的剩余能量值和预计消耗能量值，确定各节点对应的剩余能量预测值，包括：

25 根据每一个节点的剩余能量值与对应节点的预计消耗能量值，确定每一个节点的剩余能量值与预计消耗能量值的差值；

 根据各节点的剩余能量值与预计消耗能量值的差值，确定各节点对应的剩余能量预测值。

30 4、根据权利要求1所述的方法，其特征在于，所述根据所述各节点对应的剩余能量预测值，确定各节点的链路权重，包括：

 根据所述各节点对应的剩余能量预测值，确定各节点对应的剩余能量预测值的倒数；

将所述各节点对应的剩余能量预测值的倒数，确定为各节点的链路权重。

5、根据权利要求1所述的方法，其特征在于，所述根据所述各节点对应的剩余能量预测值，确定各节点对应的能量等级，包括：

5 若节点的所述剩余能量预测值大于或等于第一阈值，则将所述节点确定为第一能量等级；

若所述节点的所述剩余能量预测值小于所述第一阈值并且大于或等于第二阈值，则将所述节点确定为第二能量等级；

10 若所述节点的所述剩余能量预测值小于或等于所述第二阈值，则将所述节点确定为第三能量等级；

其中，所述第一阈值大于所述第二阈值，所述第一能量等级高于所述第二能量等级，所述第二能量等级高于所述第三能量等级。

15 6、根据权利要求1所述的方法，其特征在于，所述根据所述多条候选路径的各节点的剩余能量预测值，确定目标路径，包括：

根据所述多条候选路径的各节点的剩余能量预测值，确定每一条候选路径的各节点中剩余能量预测值最小的候选节点；

将多个候选节点中剩余能量预测值最大的节点对应的候选路径，确定为所述目标路径。

20 7、根据权利要求1所述的方法，其特征在于，所述待发送业务为多个，所述根据待发送业务的优先级和所述目标路径的路径等级，控制所述目标路径发送所述业务，包括：

若所述目标路径的路径等级为最高路径等级，则控制所述目标路径发送所有的待发送业务；

25 若所述目标路径的路径等级为最低路径等级，则控制所述目标路径发送业务等级最高的待发送业务。

8、一种用于无人系统自组织网络的跨层负载均衡装置，其特征在于，所述装置包括：

第一获取模块，用于获取无人系统自组织网络的多个节点；

30 第二获取模块，用于获取各节点的剩余能量值和预计消耗能量值，以根据所述各节点的剩余能量值和预计消耗能量值，确定各节点对应的剩余能量预测值；

第一确定模块，用于根据所述各节点对应的剩余能量预测值，确定各节点的链路权重和各节点对应的能量等级；

第二确定模块，用于采用预设算法，根据所述能量等级为最高能量等级的各节点的链路权重之和，确定多条候选路径；

第三确定模块，用于根据所述多条候选路径的各节点的剩余能量预测值，确定目标路径；

- 5 第四确定模块，用于根据所述目标路径的各节点的剩余能量预测值，确定所述目标路径的路径等级；

控制模块，用于根据待发送业务的优先级和所述目标路径的路径等级，控制所述目标路径发送所述业务。

- 10 9、根据权利要求 8 所述的装置，其特征在于，所述第二获取模块，还用于：

获取每一个节点的业务量和单个业务消耗的能量值；

根据所述每一个节点的业务量和单个业务消耗的能量值，得到各节点的预计消耗能量值。

- 15 10、根据权利要求 8 所述的装置，其特征在于，所述第一确定模块，还用于：

根据每一个节点的剩余能量值与对应节点的预计消耗能量值，确定每一个节点的剩余能量值与预计消耗能量值的差值；

根据各节点的剩余能量值与预计消耗能量值的差值，确定各节点对应的剩余能量预测值。

用于无人系统自组织网络的跨层负载均衡方法和装置

5 技术领域

本发明涉及通信技术领域，尤其涉及一种用于无人系统自组织网络的跨层负载均衡方法和装置。

背景技术

10 海洋环境特别是远海通信场景，通过船只和人员获取信息、监测环境所消耗的资源巨大；由于海面环境多变，人员还可能出现伤亡。无人系统逐渐应用到这类场景中，通过传感器感知环境，并通过通信链路回传数据，无人系统可代替人工执行多种任务，相对有人系统可更长时间值守，高效可靠。多种无人系统组成群体协作交互，为大规模海域提供边界监控、船舶态势感知、水文探测等工作，建成一个可持续演进、充分考虑生态的海洋信息监测网络，为我国未来海洋经济建设提供了支撑。

15 群体无人系统工作的重要基础是通信网络，远海场景往往没有预布设的 4G/5G（4th-Generation/5th-Generation）通信网络覆盖，因此通过自组网进行中继、扩容、补盲，可以满足群体无人系统间交互，并最终联通到互联网中。面向海洋信道环境多变场景的自组网设计需要依托海面上的浮标来承载自组网节点，浮标上的节点通常采用收集太阳能的形式以储存能量，当天气恶劣或某些节点负载过多时，会出现部分节点由于能量不足而无法使用的问题。

发明内容

本发明旨在至少在一定程度上解决相关技术中的技术问题之一。

25 为此，本发明提出一种用于无人系统自组织网络的跨层负载均衡方法，以解决现有技术中无人系统自组织网络的节点负载过多时，导致部分节点由于能量不足而无法使用的技术问题。

本发明一些方面实施例提出了一种用于无人系统自组织网络的跨层负载均衡方法，包括：

30 获取无人系统自组织网络的多个节点；

获取各节点的剩余能量值和预计消耗能量值，以根据所述各节点的剩余能量值和预计消耗能量值，确定各节点对应的剩余能量预测值；

根据所述各节点对应的剩余能量预测值，确定各节点的链路权重和各节点对应的能量等级；

采用预设算法，根据所述能量等级为最高能量等级的各节点的链路权重之和，确定多条候选路径；

5 根据所述多条候选路径的各节点的剩余能量预测值，确定目标路径；

根据所述目标路径的各节点的剩余能量预测值，确定所述目标路径的路径等级；

根据待发送业务的优先级和所述目标路径的路径等级，控制所述目标路径发送所述业务。

可选地，所述获取各节点的预计消耗能量值，包括：

10 获取每一个节点的业务量和单个业务消耗的能量值；

根据所述每一个节点的业务量和单个业务消耗的能量值，得到各节点的预计消耗能量值。

可选地，所述根据所述各节点的剩余能量值和预计消耗能量值，确定各节点对应的剩余能量预测值，包括：

15 根据每一个节点的剩余能量值与对应节点的预计消耗能量值，确定每一个节点的剩余能量值与预计消耗能量值的差值；

根据各节点的剩余能量值与预计消耗能量值的差值，确定各节点对应的剩余能量预测值。

可选地，所述根据各节点对应的剩余能量预测值，确定各节点的链路权重，包括：

20 根据所述各节点对应的剩余能量预测值，确定各节点对应的剩余能量预测值的倒数；

将所述各节点对应的剩余能量预测值的倒数，确定为各节点的链路权重。

可选地，所述根据所述各节点对应的剩余能量预测值，确定各节点对应的能量等级，包括：

25 若节点的所述剩余能量预测值大于或等于第一阈值，则将所述节点确定为第一能量等级；

若所述节点的所述剩余能量预测值小于所述第一阈值并且大于或等于第二阈值，则将所述节点确定为第二能量等级；

若所述节点的所述剩余能量预测值小于或等于所述第二阈值，则将所述节点确定为第三能量等级；

30 其中，所述第一阈值大于所述第二阈值，所述第一能量等级高于所述第二能量等级，所述第二能量等级高于所述第三能量等级。

可选地，所述根据所述多条候选路径的各节点的剩余能量预测值，确定目标路径，包

括：

根据所述多条候选路径的各节点的剩余能量预测值，确定每一条候选路径的各节点中剩余能量预测值最小的候选节点；

将多个候选节点中剩余能量预测值最大的节点对应的候选路径，确定为目标路径。

5 可选地，所述待发送业务为多个，所述根据待发送业务的优先级和所述目标路径的路径等级，控制所述目标路径发送所述业务，包括：

若所述目标路径的路径等级为最高路径等级，则控制所述目标路径发送所有的待发送业务；

10 若所述目标路径的路径等级为最低路径等级，则控制所述目标路径发送业务等级最高的待发送业务。

本发明实施例的用于无人系统自组织网络的跨层负载均衡方法，通过获取无人系统自组织网络的各节点的剩余能量值和预计消耗能量值，根据各节点的剩余能量值和预计消耗能量值，确定各节点对应的剩余能量预测值，根据各节点对应的剩余能量预测值，确定各节点的链路权重和各节点对应的能量等级，采用预设算法，根据能量等级为最高能量等级的各节点的链路权重之和，确定多条候选路径，根据多条候选路径的各节点的剩余能量预测值，确定目标路径，根据目标路径的各节点的剩余能量预测值，确定目标路径的路径等级，根据待发送业务的优先级和目标路径的路径等级，控制目标路径发送业务。由此，通过待发送业务和路径上节点能量等级的相互平衡，实现了无人系统自组织网络的负载均衡运行。

20 本发明一些方面实施例提出了一种用于无人系统自组织网络的跨层负载均衡装置，包括：

第一获取模块，用于获取无人系统自组织网络的多个节点；

第二获取模块，用于获取各节点的剩余能量值和预计消耗能量值，以根据所述各节点的剩余能量值和预计消耗能量值，确定各节点对应的剩余能量预测值；

25 第一确定模块，用于根据所述各节点对应的剩余能量预测值，确定各节点的链路权重和各节点对应的能量等级；

第二确定模块，用于采用预设算法，根据所述能量等级为最高能量等级的各节点的链路权重之和，确定多条候选路径；

30 第三确定模块，用于根据所述多条候选路径的各节点的剩余能量预测值，确定目标路径；

第四确定模块，用于根据所述目标路径的各节点的剩余能量预测值，确定所述目标路径的路径等级；

控制模块，用于根据待发送业务的优先级和所述目标路径的路径等级，控制所述目标路径发送所述业务。

5 本发明实施例的用于无人系统自组织网络的跨层负载均衡装置，通过获取无人系统自组织网络的各节点的剩余能量值和预计消耗能量值，根据各节点的剩余能量值和预计消耗能量值，确定各节点对应的剩余能量预测值，根据各节点对应的剩余能量预测值，确定各节点的链路权重和各节点对应的能量等级，采用预设算法，根据能量等级为最高能量等级的各节点的链路权重之和，确定多条候选路径，根据多条候选路径的各节点的剩余能量预测值，确定目标路径，根据目标路径的各节点的剩余能量预测值，确定目标路径的路径等级，根据待发送业务的优先级和目标路径的路径等级，控制目标路径发送业务。由此，通过待发送业务和路径上节点能量等级的相互平衡，实现了无人系统自组织网络的负载均衡运行。

本发明附加的方面和优点将在下面的描述中部分给出，部分将从下面的描述中变得明显，或通过本发明的实践了解到。

15 附图说明

本发明上述的和/或附加的方面和优点从下面结合附图对实施例的描述中将变得明显和容易理解，其中：

图 1 为本发明实施例提供的一种用于无人系统自组织网络的跨层负载均衡方法的流程图示意图；

20 图 2 为本发明实施例提供的一种无人系统工作场景的示例图；

图 3 为本发明实施例提供的一种 HELLO 包格式示例图；

图 4 为本发明实施例提供的一种 TC 包格式示例图；

图 5 为本发明实施例提供的一种拓扑能量表的示意图；

25 图 6 为本发明实施例提供的一种用于无人系统自组织网络的跨层负载均衡装置的结构示意图。

具体实施方式

下面详细描述本发明的实施例，所述实施例的示例在附图中示出，其中自始至终相同或类似的标号表示相同或类似的元件或具有相同或类似功能的元件。下面通过参考附图描述的实施例是示例性的，旨在用于解释本发明，而不能理解为对本发明的限制。

下面参考附图描述本发明实施例的用于无人系统自组织网络的跨层负载均衡方法和装置。

图 1 为本发明实施例提供的一种用于无人系统自组织网络的跨层负载均衡方法的流程图示意图。

如图 1 所示，该方法包括以下步骤：

步骤 101，获取无人系统自组织网络的多个节点。

5 本发明实施例中，无人系统自组织网络包括多个节点，其中，可以包括发送节点、接收节点和多个中间节点。

作为一种示例，如图 2 所示，假设无人系统自组织网络为海洋自组网场景，节点数 9，所有节点均依托于漂浮在海面上的浮标。无人系统自组织网络包括发送节点 0，接收节点 8 和多个中间节点。

10 步骤 102，获取各节点的剩余能量值和预计消耗能量值，以根据各节点的剩余能量值和预计消耗能量值，确定各节点对应的剩余能量预测值。

本发明实施例中，可以在路由协议周期性发送的路由消息包中添加剩余能量值字段，其中，优化链路状态路由协议（Optimized Link State Routing，简称 OLSR）主要是 HELLO 包和 TC 包。

15 其中，修改 HELLO 包格式如图 3 所示，在 HELLO 包中可以携带有节点的剩余能量值。修改 TC 包格式如图 4 所示，在 TC 包中可以携带有节点的剩余能量值。

可选地，节点通过路由协议周期性发包将剩余能量值捎带发送到全网拓扑，节点收到全网拓扑中其他节点的剩余能量值，并按照消息包中的时间戳本地更新全网拓扑能量表，其中，能量表设计如图 5 所示，可以包括节点序号、剩余能量值、预计消耗能量值、剩余
20 能量预测值和类别。

需要解释的是，由于剩余能量值跟随路由消息包发送，因此，其更新周期与路由消息更新周期一致。

作为本发明的一种实施例，在获取各节点的预计消耗能量值时，可以获取每一个节点的业务量和单个业务消耗的能量值，进一步地，根据每一个节点的业务量和单个业务消耗
25 的能量值，得到各节点的预计消耗能量值。

作为一种示例，假设节点 j 需要发送数据（称该节点为活跃节点），则在声明子帧中的固定分配时隙发送一个请求发送（RTS）分组，其他时候该节点均处于侦听状态。RTS 分组中包括该节点的节点号及业务量。经过声明过程从时隙 1 到 9 的第一轮侦听，各节点都可以知道一跳范围内有哪些活跃节点及其业务量。

30 在应答子帧中，所有在声明阶段收到 RTS 分组的节点把获得的节点信息综合后封装进一个清除发送（CTS）分组，然后各节点在应答子帧中的固定分配时隙发送 CTS 分组，节点不发送 CTS 分组时都处于侦听状态。在对应答子帧的各时隙进行了第二轮侦听之后，各

节点综合从 RTC 和 CTS 分组获得的信息，就可以得到两跳范围内有数据需要发送的节点的节点号以及各节点的业务量大小情况。由此，根据每一个节点的业务量大小和单个业务消耗的能量值，可以计算得到各节点的预计消耗能量值。

作为一种示例，某一节点的预计消耗能量值可以采用如下公式计算得到：

5
$$s = q \times u$$

其中， s 为某一节点的预计消耗能量值， q 为某一节点的业务量， u 为单个业务消耗的能量值。

本发明实施例中，确定各节点的预计消耗能量值后，可以根据每一个节点的剩余能量值与对应节点的预计消耗能量值，计算得到每一个节点的剩余能量值与预计消耗能量值的差值，将各节点的剩余能量值与预计消耗能量值的差值，确定为各节点对应的剩余能量预测值。

作为一种示例，某一节点对应的剩余能量预测值可以采用如下公式计算得到：

$$h = e - s$$

15 其中， h 为某一节点的剩余能量预测值； e 为对应节点的剩余能量值； s 为对应节点的预计消耗能量值。

步骤 103，根据各节点对应的剩余能量预测值，确定各节点的链路权重和各节点对应的能量等级。

其中，链路指的是节点和节点间的网络通路。

20 本发明实施例中，确定各节点对应的剩余能量预测值后，可以根据各节点对应的剩余能量预测值，确定各节点对应的剩余能量预测值的倒数，将各节点对应的剩余能量预测值的倒数，确定为各节点的链路权重。

作为一种示例，某一节点的链路权重的计算公式如下：

$$f = \frac{1}{h}$$

其中， f 为某一节点的链路权重； h 为该节点的剩余能量预测值。

25 本发明实施例中，确定每一个节点的剩余能量预测值后，可以根据每一个节点的剩余能量预测值，确定各节点对应的能量等级。

在一种可能的情况下，若某一节点的剩余能量预测值大于或等于第一阈值，则将该节点确定为第一能量等级。

30 在另一种可能的情况下，若某一节点的剩余能量预测值小于第一阈值并且大于或等于第二阈值，则将该节点确定为第二能量等级。

在又一种可能的情况下，若某一节点的剩余能量预测值小于或等于第二阈值，则将该节点确定为第三能量等级。

其中，第一阈值大于第二阈值，第一能量等级高于第二能量等级，第二能量等级高于第三能量等级。当节点的等级为第一能量等级时，该节点可以发送所有的数据；当节点的等级为第二能量等级时，该节点自身可以发送数据，但是不能作为中继转发数据；当节点的等级为第三能量等级时，该节点自身不可以发送数据，也不能作为中继转发数据。

5 作为一种示例，第一阈值可以为 30%，第二阈值可以为 10%。

步骤 104，采用预设算法，根据能量等级为最高能量等级的各节点的链路权重之和，确定多条候选路径。

本发明实施例中，可以采用预设算法，计算能量等级为最高能量等级的各节点的链路权重之和，以确定多条剩余能量预测值最高、跳数相对较低的候选路径。

10 作为一种示例，可以采用迪杰斯特拉（Dijkstra）算法，计算能量等级为第一能量等级的各节点的链路权重之和，以得到多条候选路径，从而获得剩余能量预测值最高、跳数相对较低的多条候选路径。

步骤 105，根据多条候选路径的各节点的剩余能量预测值，确定目标路径。

15 本发明实施例中，可以根据多条候选路径的各节点的剩余能量预测值，从多条候选路径中确定出目标路径。其中，目标路径为节点发送数据的最优路径。

可选地，可以根据多条候选路径的各节点的剩余能量预测值，确定每一条候选路径的各节点中剩余能量预测值最小的候选节点，进而，将多个候选节点中剩余能量预测值最大的节点对应的候选路径，确定为目标路径。

20 作为一种示例，假设有 4 条候选路径，确定 4 条候选路径的各节点中剩余能量预测值最小的候选节点分别为：候选路径 1 对应于节点 A、候选路径 2 对应于节点 B、候选路径 3 对应于节点 C、候选路径 4 对应于节点 D，比较 4 条候选路径中剩余能量预测值最小的节点 A、B、C 和 D 的剩余能量预测值的大小，确定节点 B 的剩余能量预测值最大，则可以节点 B 对应的候选路径 2 确定为目标路径。

步骤 106，根据目标路径的各节点的剩余能量预测值，确定目标路径的路径等级。

25 本发明实施例中，根据目标路径的各节点的剩余能量预测值，确定目标路径的各节点的剩余能量预测值的平均值，以根据目标路径的各节点的剩余能量预测值的平均值，确定目标路径的路径等级。

30 作为一种示例，若目标路径的各节点的剩余能量预测值的平均大于或等于第一能量阈值，则确定目标路径为第一路径等级；若目标路径的各节点的剩余能量预测值的平均值小于第一能量阈值并且第一大于或等于第二能量阈值，则将确定目标路径为第二路径等级；若目标路径的各节点的剩余能量预测值的平均值小于或等于第二能量阈值并且大于第三能量阈值，则确定目标路径为第三路径等级；若目标路径的各节点的剩余能量预测值的平均

值小于或等于第二能量阈值，则确定目标路径为第四路径等级。

其中，第一能量阈值大于第二能量阈值，第二能量阈值大于第三能量阈值；第一路径等级高于第二路径等级，第二路径等级高于第三路径等级，第三路径等级高于第四路径等级。

5 步骤 107，根据待发送业务的优先级和目标路径的路径等级，控制目标路径发送业务。

本发明中，根据待发送业务本身的重要程度及实时要求，可以将待发送业务进行优先级划分，例如，可以分为等级 0、等级 1、...、等级 n，其中 0 是最高级。例如对于视频业务、语音业务、数据业务、指令业务，可依次分配视频业务为等级 0、语音业务为等级 1、数据业务为等级 2、指令业务为等级 3。

10 本发明实施例中，当节点同时有多个业务需要发送时，此时会发生业务在节点内部虚拟碰撞，节点需根据业务等级及路由等级选择是否发送业务。

在一种可能的情况下，在根据待发送业务的优先级和目标路径的路径等级，控制目标路径发送业务时，若确定目标路径的路径等级为最高路径等级时，则可以控制目标路径发送所有的待发送业务。

15 在另一种可能的情况下，若确定目标路径的路径等级为最低路径等级时，则可以控制目标路径发送业务等级最高的待发送业务，其余等级的业务发生退避，暂不发送，以节省目标路径上节点的能量。

作为一种示例，假设待发送业务包括第一业务等级、第二业务等级、第三业务等级和第四业务等级，其中，第一业务等级高于第二业务等级，第二业务等级高于第三业务等级，
20 第三业务等级高于第四业务等级。若确定目标路径的路径等级为第一路径等级，也就是说目标路径等级为最高路径等级，则可以控制目标路径发送包括第一业务等级、第二业务等级、第三业务等级和第四业务等级在内的所有业务等级；若确定目标路径的路径等级为第二路径等级，则可以控制目标路径发送包括第一业务等级、第二业务等级和第三业务等级在内的待发送业务，暂不发送等级为第四业务等级等的业务；若确定目标路径的路径等级
25 为第三路径等级，则可以控制目标路径发送包括第一业务等级和第二业务等级的待发送业务，暂不发送等级为第三业务等级和第四业务等级等的业务；若目标路径的路径等级为第四路径等级，也就说目标路径等级为最低路径等级，则可以控制目标路径发送等级为第一业务等级的待发送业务，以节省目标路径上所有节点的能量，保证等级最高的业务发送出去。

30 本发明实施例的用于无人系统自组织网络的跨层负载均衡方法，通过获取无人系统自组织网络的各节点的剩余能量值和预计消耗能量值，根据各节点的剩余能量值和预计消耗能量值，确定各节点对应的剩余能量预测值，根据各节点对应的剩余能量预测值，确定各

节点的链路权重和各节点对应的能量等级，采用预设算法，根据能量等级为最高能量等级的各节点的链路权重之和，确定多条候选路径，根据多条候选路径的各节点的剩余能量预测值，确定目标路径，根据目标路径的各节点的剩余能量预测值，确定目标路径的路径等级，根据待发送业务的优先级和目标路径的路径等级，控制目标路径发送业务。由此，通过待发送业务和路径上节点能量等级的相互平衡，实现了无人系统自组织网络的负载均衡运行。

为了实现上述实施例，本发明实施例还提出一种用于无人系统自组织网络的跨层负载均衡装置。

图 6 为本发明实施例提供的一种用于无人系统自组织网络的跨层负载均衡装置的结构示意图。

如图 6 所示，该用于无人系统自组织网络的跨层负载均衡装置 600，可以包括：第一获取模块 610、第二获取模块 620、第一确定模块 630、第二确定模块 640、第三确定模块 650、第四确定模块 660 和控制模块 670。

其中，第一获取模块 610，用于获取无人系统自组织网络的多个节点。

第二获取模块 620，用于获取各节点的剩余能量值和预计消耗能量值，以根据各节点的剩余能量值和预计消耗能量值，确定各节点对应的剩余能量预测值。

第一确定模块 630，用于根据各节点对应的剩余能量预测值，确定各节点的链路权重和各节点对应的能量等级。

第二确定模块 640，用于采用预设算法，根据能量等级为最高能量等级的各节点的链路权重之和，确定多条候选路径。

第三确定模块 650，用于根据多条候选路径的各节点的剩余能量预测值，确定目标路径。

第四确定模块 660，用于根据目标路径的各节点的剩余能量预测值，确定目标路径的路径等级。

控制模块 670，用于根据待发送业务的优先级和目标路径的路径等级，控制目标路径发送业务。

可选地，第二获取模块 620，还可以用于：

获取每一个节点的业务量和单个业务消耗的能量值；

根据每一个节点的业务量和单个业务消耗的能量值，得到各节点的预计消耗能量值。

可选地，第二获取模块 620，还可以用于：

根据每一个节点的剩余能量值与对应节点的预计消耗能量值，确定每一个节点的剩余能量值与预计消耗能量值的差值；

根据各节点的剩余能量值与预计消耗能量值的差值，确定各节点对应的剩余能量预测值。

可选地，第一确定模块 630，还可以用于：

根据各节点对应的剩余能量预测值，确定各节点对应的剩余能量预测值的倒数；

5 将各节点对应的剩余能量预测值的倒数，确定为各节点的链路权重。

可选地，第一确定模块 630，还可以用于：

若节点的剩余能量预测值大于或等于第一阈值，则将节点确定为第一能量等级；

若节点的剩余能量预测值小于第一阈值并且大于或等于第二阈值，则将节点确定为第二能量等级；

10 若节点的剩余能量预测值小于或等于第二阈值，则将节点确定为第三能量等级；

其中，第一阈值大于第二阈值，第一能量等级高于第二能量等级，第二能量等级高于第三能量等级。

可选地，第三确定模块 650，还可以用于：

15 根据多条候选路径的各节点的剩余能量预测值，确定每一条候选路径的各节点中剩余能量预测值最小的候选节点；

将多个候选节点中剩余能量预测值最大的节点对应的候选路径，确定为目标路径。

可选地，待发送业务为多个，控制模块 670，还可以用于：

若目标路径的路径等级为最高路径等级，则控制目标路径发送所有的待发送业务；

20 若目标路径的路径等级为最低路径等级，则控制目标路径发送业务等级最高的待发送业务。

需要说明的是，前述对负载均衡方法实施例的解释说明也适用于该实施例的负载均衡装置，此处不再赘述。

25 本发明实施例的用于无人系统自组织网络的跨层负载均衡装置，通过获取无人系统自组织网络的各节点的剩余能量值和预计消耗能量值，根据各节点的剩余能量值和预计消耗能量值，确定各节点对应的剩余能量预测值，根据各节点对应的剩余能量预测值，确定各节点的链路权重和各节点对应的能量等级，采用预设算法，根据能量等级为最高能量等级的各节点的链路权重之和，确定多条候选路径，根据多条候选路径的各节点的剩余能量预测值，确定目标路径，根据目标路径的各节点的剩余能量预测值，确定目标路径的路径等级，根据待发送业务的优先级和目标路径的路径等级，控制目标路径发送业务。由此，通过待发送业务和路径上节点能量等级的相互平衡，实现了无人系统自组织网络的负载均衡运行。

在本说明书的描述中，参考术语“一个实施例”、“一些实施例”、“示例”、“具体示例”、

或“一些示例”等的描述意指结合该实施例或示例描述的具体特征、结构、材料或者特点包含于本发明的至少一个实施例或示例中。在本说明书中，对上述术语的示意性表述不必须针对的是相同的实施例或示例。而且，描述的具体特征、结构、材料或者特点可以在任一个或多个实施例或示例中以合适的方式结合。此外，在不相互矛盾的情况下，本领域的技术人员可以将本说明书中描述的不同实施例或示例以及不同实施例或示例的特征进行结合和组合。

此外，术语“第一”、“第二”仅用于描述目的，而不能理解为指示或暗示相对重要性或者隐含指明所指示的技术特征的数量。由此，限定有“第一”、“第二”的特征可以明示或者隐含地包括至少一个该特征。在本发明的描述中，“多个”的含义是至少两个，例如两个，三个等，除非另有明确具体的限定。

流程图中或在此以其他方式描述的任何过程或方法描述可以被理解为，表示包括一个或更多个用于实现定制逻辑功能或过程的步骤的可执行指令的代码的模块、片段或部分，并且本发明的优选实施方式的范围包括另外的实现，其中可以不按所示出或讨论的顺序，包括根据所涉及的功能按基本同时的方式或按相反的顺序，来执行功能，这应被本发明的实施例所属技术领域的技术人员所理解。

在流程图中表示或在此以其他方式描述的逻辑和/或步骤，例如，可以被认为是用于实现逻辑功能的可执行指令的定序列表，可以具体实现在任何计算机可读介质中，以供指令执行系统、装置或设备（如基于计算机的系统、包括处理器的系统或其他可以从指令执行系统、装置或设备取指令并执行指令的系统）使用，或结合这些指令执行系统、装置或设备而使用。就本说明书而言，“计算机可读介质”可以是任何可以包含、存储、通信、传播或传输程序以供指令执行系统、装置或设备或结合这些指令执行系统、装置或设备而使用的装置。计算机可读介质的更具体的示例（非穷尽性列表）包括以下：具有一个或多个布线的电连接部（电子装置），便携式计算机盘盒（磁装置），随机存取存储器（RAM），只读存储器（ROM），可擦除可编辑只读存储器（EPROM 或闪速存储器），光纤装置，以及便携式光盘只读存储器（CDROM）。另外，计算机可读介质甚至可以是可在其上打印所述程序的纸或其他合适的介质，因为可以例如通过对纸或其他介质进行光学扫描，接着进行编辑、解译或必要时以其他合适方式进行处理来以电子方式获得所述程序，然后将其存储在计算机存储器中。

应当理解，本发明的各部分可以用硬件、软件、固件或它们的组合来实现。在上述实施方式中，多个步骤或方法可以用存储在存储器中且由合适的指令执行系统执行的软件或固件来实现。如，如果用硬件来实现和在另一实施方式中一样，可用本领域公知的下列技术中的任一项或它们的组合来实现：具有用于对数据信号实现逻辑功能的逻辑门电路的离

散逻辑电路，具有合适的组合逻辑门电路的专用集成电路，可编程门阵列（PGA），现场可编程门阵列（FPGA）等。

本技术领域的普通技术人员可以理解实现上述实施例方法携带的全部或部分步骤是可以通

5 该程序在执行时，包括方法实施例的步骤之一或其组合。

此外，在本发明各个实施例中的各功能单元可以集成在一个处理模块中，也可以是各个单元单独物理存在，也可以两个或两个以上单元集成在一个模块中。上述集成的模块既可以采用硬件的形式实现，也可以采用软件功能模块的形式实现。所述集成的模块如果以软件功能模块的形式实现并作为独立的产品销售或使用时，也可以存储在一个计算机可读

10 取存储介质中。

上述提到的存储介质可以是只读存储器，磁盘或光盘等。尽管上面已经示出和描述了本发明的实施例，可以理解的是，上述实施例是示例性的，不能理解为对本发明的限制，本领域的普通技术人员在本发明的范围内可以对上述实施例进行变化、修改、替换和变型。

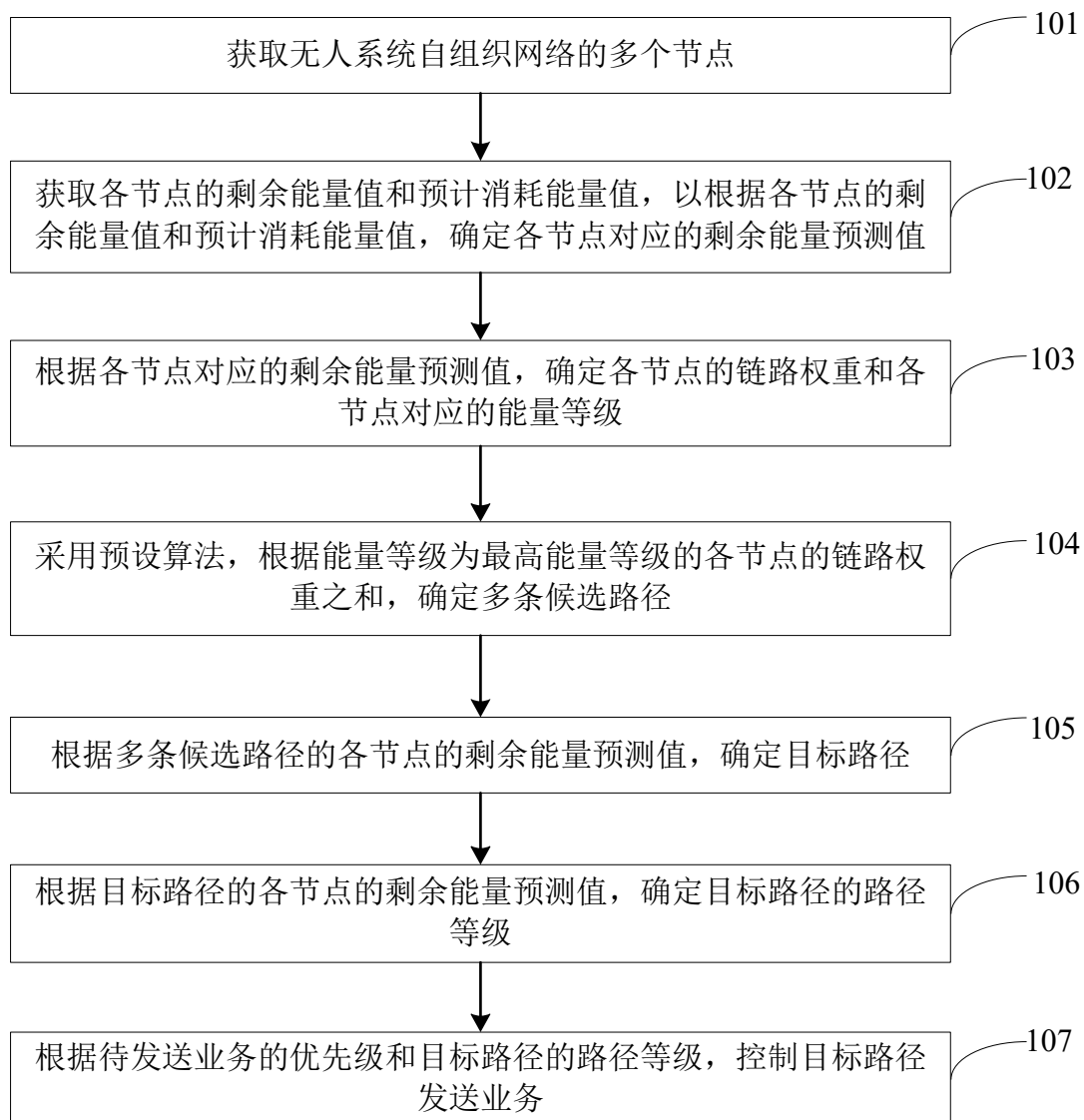


图 1

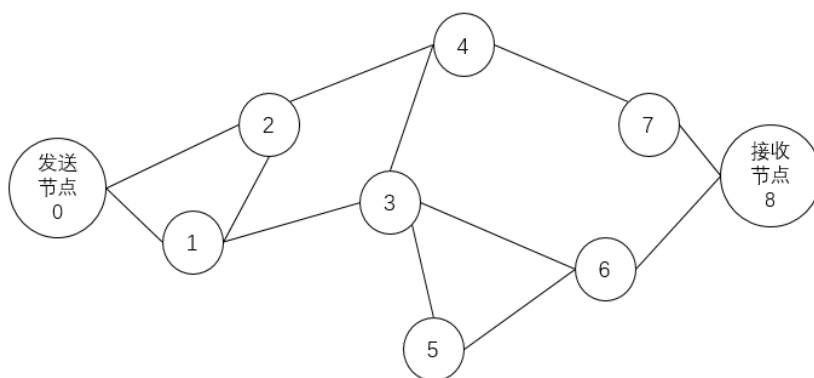


图 2

剩余能 量值	HELLO 分 组序列号	多点中继选择 节点序列号	链路类 型	保留 字段	HELLO 分 组大小	邻居节点 地址	邻居节点 地址

图 3

剩余能 量值	TC 分组序 列号	多点中继选择 节点序列号	跳数	生成该 TC 分 组的节点地址	保留字 节	多点中继选 择节点地址

图 4

节点序号	剩余能量信息	预计消耗能量信息	剩余能量预测值	类别

图 5



图 6