



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 03820897.0

[43] 公开日 2005 年 10 月 5 日

[11] 公开号 CN 1679358A

[22] 申请日 2003.7.31 [21] 申请号 03820897.0

[30] 优先权

[32] 2002. 8. 8 [33] US [31] 10/214,997

[86] 国际申请 PCT/US2003/023942 2003.7.31

[87] 国际公布 WO2004/015904 英 2004.2.19

[85] 进入国家阶段日期 2005.3.3

[71] 申请人 哈里公司

地址 美国佛罗里达

[72] 发明人 卓塞弗·比伯·凯恩

[74] 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利商
标事务所

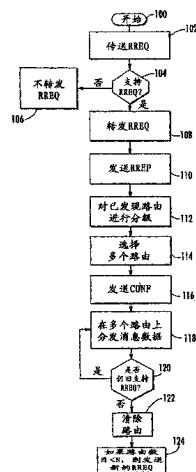
代理人 李 玲

权利要求书 2 页 说明书 12 页 附图 4 页

[54] 发明名称 移动自组织网络中的多路径后应式
路由

[57] 摘要

本发明涉及移动自组织网络中的多路径后应式路由。移动自组织网络包括多个介于源节点(1)和目的地节点(4)之间的中间节点(2, 3, 5), 以及将这些节点连接在一起的多条无线通信链路。源节点发现针对目的地节点的路由, 依照至少一个链路量度来对已发现路由进行分级, 以及基于所述分级将消息数据沿着已发现路由分发给目的地节点。链路量度可以包括关于链路延迟、链路容量、链路可用容量和/或链路可靠性的测量。



1. 一种用于用于在移动自组织网络中将来自源节点的消息数据路由到目的地节点的方法，其中所述网络包括多个介于源节点与目的地节点之间的中间移动节点，以及将节点连接在一起的多条无线通信链路，所述方法包括：
- 在源节点，发现针对目的地节点的路由；
- 在源节点，依照至少一个链路量度来对已发现路由进行分级；以及
- 在源节点，基于分级而将消息数据沿着多个已发现路由分发给目的地节点。
2. 根据权利要求 1 的方法，其中对已发现路由进行分级包括将路由条目存入一个路由缓存器中，其中每一个路由条目与其中一个已发现路由相对应。
3. 根据权利要求 2 的方法，其中每一个路由条目包括：
- 一个用于链路量度的量度值；以及
- 一个表明应该将多少消息数据分发给相应路由的使用因数。
4. 根据权利要求 3 的方法，其中每一个路由条目还包括一个用于终止已发现路由的定时器值。
5. 根据权利要求 1 的方法，还包括：在源节点，检测故障路由并且从已发现路由中清除故障路由。
6. 一种移动自组织网络，包括：
- 多个移动节点；以及
- 将多个移动节点连接在一起的多条无线通信链路；
- 每一个移动节点包括：
- 一个经由无线通信链路而与多个节点中的其他节点进行无线通信的通信设备；以及
- 一个对经由通信设备的通信进行路由的控制器，该控制器包括：
- 一个发现相对于目的地节点的路由的路由发现单元，

一个依照至少一个链路量度来对已发现路由进行分级的路由分级单元, 以及

一个基于分级而将消息数据沿着多个已发现路由分发给目的地节点的消息数据分发单元。

5 7. 根据权利要求 6 的网络, 其中路由分级单元包括一个路由缓存器, 用于保存每一个与其中一个已发现路由相对应的路由条目。

8. 根据权利要求 7 的网络, 其中每一个路由条目包括:

一个用于链路量度的量度值; 以及

一个表明应该将多少消息数据分发给相应路由的使用因数。

10 9. 根据权利要求 8 的网络, 其中每一个路由条目还包括一个用于终止已发现路由的定时器值。

10. 根据权利要求 6 的网络, 其中链路量度包括链路延迟、链路容量、链路可用容量以及链路可靠性中至少一项的测量。

15 11. 根据权利要求 6 的网络, 其中控制器还包括一个路由请求处理单元, 用于判定节点是否可以继续支持路由请求, 以及如果不能的话, 则产生一个关于故障路由的出错通知。

移动自组织网络中的多路径后应式路由

5 技术领域

本发明涉及一种移动自组织网络中的多路径后应式 (reactive) 路由。

背景技术

10 无线网络中的一个快速发展领域是移动自组织 (ad hoc) 网络。在物理上, 移动自组织网络包括很多在地理上分散并且通过一个或多个射频信道而以无线方式连接的移动节点。与蜂窝网络或卫星网络之类的其他类型的网络相比, 移动自组织网络的最大区别特征在于没有固定架构。网络仅仅由移动节点所组成, 并且该网络是在节点与其他节点进行发送或接收操作的时候匆忙建立的。一般来说, 这种网络不依赖于特定的节点, 并且会在某些节点加入或者其他节点离开网络的时候进行动态调整。

自组织网络可以快速部署并且提供了非常需要的通信。例如, 自组织网络使人们只需打开其计算机或 PDA 就能在野外或教室中交换数据, 而不必使用自身所创建网络之外的任何网络架构。

20 全新的移动自组织网络应用仍在继续显现, 并且成为了通信架构中的一个非常重要的部分。由于没有固定架构, 因此节点必须执行自组织操作, 并在移动、加入或离开网络时进行重新配置。所有节点在功能上大致相同, 并且在网络中没有任何固有层次或中心控制器。众多的网络控制功能是在节点之间分配的。而节点通常是由电池供电并且只具有有限的通信和计算能力。此外, 系统带宽通常是很有限制的。并且两个节点之间的距离往往会超出无线电传送范围, 而传输必须在到达其目的地之前由其他节点中继。因此, 该网络具有一种多跳拓扑结构, 并且这种拓扑结构会在节点来回移动的时候发生变化。

Internet 工程任务组 (IETF) 中的移动自组织网络 (MANET) 工作组已经对包括多播、协议在内的路由进行了有效评估, 并且对其进行了标准化处理。由于网络拓扑结构会在节点移动时任意改变, 因此信息将会变得过时, 此外, 不同节点通常会在时间 (信息可能在某些节点过时, 但在其他节点流行) 和空间 (节点可能只知道那些通常离自己很近的邻域中的网络拓扑结构) 方面具有不同的网络视图。

路由协议需要适应于频繁的拓扑结构变化以及精确性很低的信息。由于存在这些独特的需要, 因此与其他网络相比, 这些网络中的路由与其他网络存在很大差别。收集整个网络的最新信息的操作往往费用很高并且非常不切实际。很多路由协议都是后应式 (reactive) (随选) 协议: 它们只在必要时收集路由信息及其所要路由的目的地的信息, 并且在某些时段之后, 它们通常不会保持未曾使用的路由。这样一来, 与任何时间都保持针对所有目的地的路由的先应式 (pro-active) 协议相比, 路由开销将会大为减少。此外对协议而言, 能够进行自适应也是非常重要。并且自组织按需距离矢量 (AODV)、动态源路由 (DSR) 和临时排序路由算法 (TORA) 代表了 MANET 工作组所给出的按需路由协议。

其他不同的路由协议实例包括在授予 Perkins 的美国专利 5,412,654 中公开的目标排序距离矢量 (DSDV) 路由, 以及在授予 Haas 的美国专利 6,304,556 中公开的区域路由协议 (ZRP)。而 ZRP 则是一种使用了基于距源节点距离的先应式和后应式方法的混合协议。

这些常规路由协议都在选择从源节点到目的地节点的路由的过程中使用了尽力而为方法。一般来说, 跳数是这种尽力而为方法中的主要判据 (量度)。换句话说, 这其中将会选择跳数最小的路由作为传输路由。

目前, 移动自组织网络中的服务质量 (QoS) 路由正在得到关注。为了提供服务质量, 协议不但需要找出一条路由, 而且还要确保沿着该路由的资源的安全。由于共享和限制了网络带宽并且没有可以顾及并控制这些有限资源的中央控制器, 因此节点必须通过相互协商来管

理 QoS 路由所需要的资源。而频繁的拓扑结构变化会进一步复杂化这种处理。由于存在这些约束，因此，与尽力而为的路由相比，QoS 路由的要求更为苛刻。

在 Chenxi Zhu 于 2001 年发表的名为“Medium Access Control and Quality-of-Service Routing for Mobile Ad Hoc Networks”的出版物以及 M.Mirhakkak 等人于 2000 年发表并由 MITRE 公司出版的名为“Dynamic Quality-of-Service For Mobile Ad Hoc Networks”的出版物中阐述了 QoS 路由方法的一些实例。Zhu 论述的是在小型网络中建立确保带宽的 QoS 路由，其中所述网络的拓扑结构是以很低的中间速率改变的。Mirhakkak 等人关心的则是资源预留请求，其中该请求规定了 QoS 值的范围，而网络则承诺提供这个范围以内的服务。

目前在移动自组织网络领域中已经关注到了 DSR 和 AODV 之类的后应式路由协议的性能和可靠性。常规的 DSR 建立多条路径，但是只使用其中一条单独路径来传送消息数据/任务业务量。剩余路径可以是备份路径，但是往往在需要时是失效的。按照惯例，ADOV 寻找一条单独路径。由于任务业务量必须等待完成新路由发现处理，因此主路径故障往往会导致重大延迟。

发明内容

鉴于上述背景技术，因此，本发明的一个目的是在移动自组织网络中提供业务量负载集中度很低的更可靠和更适时的路由。

依照本发明的这个及其他目标、特征和优点是由一种用于在移动自组织网络中将来自源节点的消息数据路由到目的地节点的方法提供的。该移动自组织网络包括多个介于源节点与目的地节点之间的中间移动节点，以及将节点连接在一起的多条无线通信链路。其中所述方法包括：在源节点，发现相对于目的地节点的路由，依照至少一个链路量度来对已发现路由进行分级，以及基于分级将消息数据沿着多个已发现的路由分发给目的地节点。该链路量度可以包括链路延迟、链路容量、链路可用容量和/或链路可靠性的测量。

消息数据的分发可以包括沿着多个已发现路由来分发重复的消息数据,和/或沿着多个已发现路由中的每一个路由来分发消息数据的不同部分。同样,对已发现路由进行分级优选地包括将路由条目存入一个路由缓存器,每个路由条目都与其中一个已发现路由相对应。每个路由条目可以包括一个量度值、一个表明应该将多少消息数据分配给相应路由的使用因数以及一个用于终止已发现路由的定时器值。在用于不同消息数据等级的路由缓存器中,路由条目可以是重复的,其中举例来说,消息数据可以包括延迟灵敏消息数据和大容量消息数据。

该方法还可以包括:在源节点、中间节点和/或目的地节点检测该节点是否可以继续支持路由请求,以及如果不能的话,则产生一个关于故障路由的出错通知。一旦接收到出错通知,则源节点从已发现路由中清除故障路由,并且优选地在剩余的已发现路由中分发消息数据。此外,当已发现路由数目低于某个阈值的时候,源节点可以向目的地节点传送一个要求发现新路由的第二路由请求。

依照本发明的目标、特征和优点还可以由一个移动自组织网络提供,这个移动自组织网络包括多个移动节点以及将多个移动节点连接在一起的多条无线通信链路。每一个移动节点包括一个经由无线通信链路而与多个节点中的其他节点进行无线通信的通信设备,以及一个对经由通信设备的通信进行路由的控制器。该控制器包括一个发现相对于目的地节点的路由的路由发现单元、一个依照至少一个链路量度来对已发现路由进行分级的路由分级单元,以及一个基于分级而将消息数据沿着多个已发现路由分发给目的地节点的消息数据分发单元。优选地,该链路量度是关于链路延迟、链路容量、链路可用容量和/或链路可靠性的测量。

消息数据分发单元可以沿着多个已发现路由来分发重复的消息数据,和/或沿着多个已发现路由中的每一个路由来分发消息数据的不同部分。同样,路由分级单元包括一个用于保存每个与其中一个已发现路由相对应的路由条目的路由缓存器。此外,每一个路由条目可以包括一个量度值、一个用于表明应该将多少消息数据分发给相应路由

的使用因数，以及一个用于终止已发现路由的定时器值。同样，分级单元可以在用于不同消息数据等级的路由缓存器中重复路由条目，其中举例来说，消息数据可以是延迟灵敏消息数据和大容量消息数据。

同样，控制器可以包括一个用于判定节点是否可以继续支持路由请求，以及如果不支持，则产生一个关于故障路由的出错通知的路由请求处理单元。路由分级单元则从已发现路由中清除故障路由，并且路由发现单元会在已发现路由数目低于阈值的时候发现相对于目的地节点的新路由。

附图说明

图 1~4 是依照本发明的移动自组织网络的示意图。

图 5 是描述依照本发明的移动自组织网络中的方法步骤的流程图。

图 6 是描述依照本发明的网络的节点路由器的示意图。

图 7 是描述图 6 中的路由器控制器细节的示意图。

具体实施方式

以下将通过参考那些显示本发明优选实施例的附图来对本发明进行更全面的描述。然而，本发明还可以通过多种不同形式来加以实施，并且不应该将本发明视为是局限于这里所阐述的实施例。与此相反，通过提供这些实施例，可以使得本公开更为全面和完整，并且充分地为本领域技术人员表述本发明的范围。相同的数字始终表明相同的部件，而在替换实施例中则使用了原始符号来表示相同部件。

本领域技术人员将会了解，本发明的某些部分是作为方法、数据处理系统或计算机程序产品实现的。相应地，本发明的这些部分可以完全采用硬件实施例的形式，但也可以完全采用软件实施例的形式，此外还可以采用组合了软件和硬件方面的实施例的形式。另外，本发明的某些部分可以是计算机可用存储介质上的计算机程序产品，其中在所述介质上具有计算机可读程序代码。并且在这里可以使用任何适

当的计算机可读介质，其中包括但不限于静态和动态存储设备、硬盘、光存储设备以及磁存储设备。

以下将参考依照本发明实施例的方法、系统和计算机程序产品的流程图例示来对本发明进行描述。应该理解的是，所例示的块和例示
5 块的组合可以由计算机程序指令实现。这些计算机程序指令可以提供给通用计算机、专用计算机或其他可编程数据处理设备的处理器，从而生产一种设备，以便由借助计算机或其他可编程数据处理设备的处理器执行的指令来实现一个或多个块中规定的功能。

这些计算机程序指令也可以保存在计算机可读存储器中，其中该
10 指令可以指示计算机或其他可编程数据处理设备以一种特定方式运作，由此保存在计算机可读存储器中的指令将会产生一个制造物品，其中包含了用于实施一个或多个流程图块中规定的功能的指令。计算机程序指令还可以加载到计算机或其他可编程数据处理设备中，以便在计算机或其他可编程设备上执行一系列操作步骤，从而产生一个由
15 计算机执行的处理，这样一来，在计算机或其他可编程设备上执行的指令提供了用于实现一个或多个流程图块中规定的功能的步骤。

现在首先参考图 1~5 来描述移动自组织网络 20 中的方法。该网络 20 包括多个移动节点 30，其中包括源节点 1 和目的地节点 4，其间则具有中间节点 2、3。本领域技术人员将会了解，诸如膝上计算机、
20 个人数字助理(PDA)或移动电话之类的节点 30 是通过无线通信链路 32 连接的。所述方法开始执行(块 100)，并且如图 5 中的块 102 所示，该方法包括从源节点 1 向目的地节点 4 传送一个要求发现路由的路由请求 RREQ。更准确地说，当需要对应于指定目的地节点 4 的新路由的时候，源节点 1 向目的地节点广播 RREQ 分组。这个 RREQ
25 分组与诸如 DSR 或 AODV 之类的协议中使用的常规 RREQ 分组相类似，但是也可以包括一个下文中将会更详细描述的路由/路由量度。常规的 RREQ 广播是用于“尽力而为”服务的。而本发明的方法仍旧遵循的是由那些用于尽力而为服务的协议所建立的常规过程。

另外，在块 104，该方法包括各个中间节点 2、3 和 5，判定节点

是否支持路由请求 RREQ。如果节点不支持特定请求 RREQ，那么节点将会拒绝该请求，但也可以只是不转发该请求（块 106）。举例来说，如果诸如节点 3 这样的节点可以支持特定请求 RREQ，那么该节点会向其他中间节点 2 和 5 转发路由请求（块 108），并且可以为这个路由请求临时保留节点资源。中间节点 2 和 5 也必须判定它们是否可以支持由节点 3 转发的路由请求 RREQ。如果支持的话，则将路由请求 RREQ 转发到目的地节点 4。

一旦接收到路由请求 RREQ，则目的地节点 4 向源节点 1 产生一个关于每一个已发现路由的应答 RREP（块 110）。换句话说，目的地节点 4 可以从任何不同的可能路由中接收所转发的路由请求 RREQ，其中包括例如 1-2-4 或 1-3-5-4。而在各种情况下都会产生一个应答 RREP。在块 112，源节点 1 依照一个或多个链路量度来对已发现路由进行分级。优选地，链路量度是关于链路延迟、链路容量、链路可用容量和/或链接可靠性的测量，在下文中将会对此进行论述。

优选地，对已发现路由进行分级包括将路由条目存入路由缓存器或表格。每一个路由条目都对应于其中一个已发现路由。此外，每一个路由条目都可以包括一个量度值、一个表明应该将多少消息数据分发到相应路由的使用因数，以及一个用于终止已发现路由的定时器。对诸如延迟灵敏业务量和/或大容量业务量之类的不同消息数据/业务量等级而言，其中一些或全部路由条目是可以重复的。

然后，在块 114，源节点 1 选择多个连至目的地节点 4 的路由，并且在块 116，源节点可以在选定路由上将路由确认 CONF 传送到中间节点。这个操作会在使用了诸如服务质量路由这类与尽力而为方法不同的路由方法的系统中确认选定路由上的资源使用。

此外，举例来说，在块 118，源节点 1 是沿着诸如路由 1-2-4 和 1-3-5-4 之类的多个已发现路由而向目的地节点 4 分发消息数据的。消息数据的分发可以包括通过沿着多个已发现路由分发重复的消息数据来提高可靠性，和/或通过沿着多个已发现路由中的每个路由分发消息数据的不同部分来提高时间性。本领域技术人员将会理解，这里所使

用的“消息数据”意图包含任何那些可以在移动自组织网络中的节点之间发送的数据，其中包括（但不限于）视频数据，音频数据、字母数字数据等等。

在块 120，中间节点 2、3 和 5 和/或目的地节点 4 可以在任何时
候检测节点是否可以继续支持路由请求 RREQ。如果节点不能继续支持请求 RREQ，那么该节点向源节点 1 产生一个出错通知 RERR。在这里（块 122），一旦接收到出错通知 RERR，则源节点 1 可以清除故障路由，同时仍旧使用其他已发现路由。然而，如果已发现路由数目低于某个阈值，则源节点 1 可以再次向目的地节点 4 传送一个要求发现新路由的路由请求 RREQ（块 124）。

本领域技术人员将会了解，所述方法可以应用于任何类型的按需或后应式路由协议，例如动态源路由（DSR）或自组织按需距离矢量（AODV）路由，此外所述方法还可以应用于任何混合先应式/后应式协议，例如区域路由协议（ZRP）。并且所述过程很容易应用于 DSR 协议。常规的 DSR 消息类型 RREQ、RREP、RRER 是作为可选分组类型定义的，并且可被用作常规协议操作所定义的消息类型，从而支持后向兼容模式中的“尽力而为”业务量。此外，在这里还可以通过定义新的可选分组类型来支持某些链路量度的测量。这些类型所需要的报头字段定义是直接以如上定义的功能为基础的。

如所述，诸如 DSR 和 AODV 之类的后应式自组织路由协议的性能将会得到提升，从而用较低的业务量负载集中度来提供更可靠和更适时的路由。路由是借助路由请求和路由应答方案而被发现的。应该指出的是，常规 DSR 会发现多条路径，但是仅仅使用一条单独路径来执行消息数据的传送，而剩余路径则可以是备份路径，但是它们往往会在需要的时候失效。并且按照惯例，AODV 找到的是一条单独路径。但由于任务业务量必须等待完成一个新的路由发现处理，因此主路径故障往往会造成明显的延迟。

如所述，本发明提供的是发现和使用多个路由，其中每一个针对目的地的路由都具有恰当量度。所发现的路径是按照量度和/或业务量

等级分级的。而路由缓存器/表格则被调整成在各个目的地同时使用多达 n 个路由（可以用于分发负载或是可靠性目的）。业务量是依照路径量度所指示的等级和值而在多个路由上分发的。使用 n 个路径将会允许保持 n 个路径，同时单个路径的故障仍旧可以留下 $n-1$ 个可以操作的路径。

路由缓存器/表格将目的地索引包含在一个路由组（DSR 的源路由或 AODV 的下一跳路由）中。每一个路由条目都具有一个量度值、一个表明哪些部分的业务量负载应该使用这个路由的使用因数（例如介于 0 和 1 之间），以及一个用于终止路由的定时器。而在使用中则依照任何一种允许共享负载的方法（例如随机选择或是依照使用因数的循环维护）来选择多达 n 个路由中的一个路由。对各个业务量等级而言，路由条目也是可以重复的（例如将不同的量度和分级用于各个等级）。

对路由故障而言：发现路由故障的节点将会产生路由差错分组（RERR），并且将其回送到信源。信源则从缓存器/表格中清除故障路由。此外，信源继续使用 $n-1$ 个“良好”路由。如果其他路由可用（具有令人满意的量度），则将其添加到表格中，以便获取 n 个路由。此外在这里还会重新计算使用因数。如果某个故障导致使用中的路由数目低于预定阈值，则通过发起一个新的路由发现处理来寻找附加路由。

对量度应用而言：在这里将会修改路由请求和路由应答，以便适应于改进的量度。当前，DSR 和 AODV 仅仅使用的是在需要时可用的跳数。而改进的量度可以包括多种测量，例如链路延迟、链路容量、链路可用容量、链路可靠性。并且更重要的量度可以依赖于业务量等级，举例来说：延迟灵敏业务量可能需要的是基于延迟量度而被分级排序的路由；大容量业务量可能需要的是基于容量量度而被分级排序的路由。

各个路由的使用率因数可以如下计算： $UsageFactor(Rte_k) = F(\text{metrick}, f(\text{使用中的所有路径的量度}))$ 。对大容量业务量而言，在评估路由的过程中可以将瓶颈容量用作一个量度，也就是说，

$\text{UsageFactor}(\text{Rte}_k) = \text{BottleneckCapacity}_k / (\text{所有路由的总和}(\text{每一个路由的瓶颈容量}))$ 。

现在将对具体应用于 DSR 的发明进行描述。毫无疑问，DSR 将会收集多条路由，但是只使用其中一条路由。由于源路由指示的是完整路径（很容易检测回路），因此回路自由度是通过多条路由保持的。在这里将会通过修改 DSR 来为源路由上的每一条链路收集恰当量度。此外还会通过修改 DSR 路由缓存器来反映将多个路由同时用于使用了路由使用因数的多个业务量等级的情况。每一个业务量等级的路由分级都是在路由缓存器中实现的，并且这其中为每个业务量等级选择了最高的 n 个路由。由于选择了源路由，因此分级处理可以在判定哪 n 条路径最理想的时候，包含诸如路径不相交性这样的因数（不相交路径将会提供一组路径，这组路径很少因为链路/节点的故障和移动性而被同时破坏）。对各个业务量等级而言，其最高的 n 个路由的使用因数是基于上述恰当路径量度而被计算的。在若干条路径之间进行的业务量分发仅仅是在源节点完成的。并且在这里可以使用一个用于终止失效路由缓存器条目的定时器（可选的）。此外还可以执行可靠性更高的业务量等级，其中所述等级在多个路由上发送重复业务量，以便提供更高可靠性。路由故障恢复则是按照如先前所述的方式实施的。毫无疑问，这样可以在有效使用的最高的 n 个路由中找出所有失效路由。

现在将对具体应用于 AODV 的发明进行描述。AODV 只收集当前定义的单条路由，其中是将路径跳数作为了量度。因此，在这里应该对 AODV 进行修改，以便收集具有恰当量度的多个路由。此外，由于构建了下一跳路由表，因此还应该对 AODV 加以关注，以便确保避免回路的路由。其中举例来说，以下保守方法将会运作：通过修改 AODV 路由表来反映多个路由的使用情况、最高的 n 个路由的分级以及基于恰当路径量度的最高的 n 个路由的使用因数；选择最高的 n 个路由中的一个“最佳路由”——以便保持回路自由度，在 AODV 中会将其选作最新的最小跳数路由（最高的 n 个路由中所包含的较少路由具

有多达 1 个以上的跳数)；中间节点返回那些只表明对“最佳路由”所进行的选择的 RREP，同时目的地可以经由不同邻域的路径来返回用于路径的多个 RREP；只在源节点选择 n 个可能路径中的一个——每一个中间转发节点总是沿着它的“最佳路由”转发分组。当节点发现一个路由比另一个已使用路由更新的时候，除非该路由出现故障或者跳数过高，否则它不必放弃所述另一个路由。在这里可以实现可靠性更高的业务量等级，其中所述等级通过在多个路由上发送重复的业务量来实现更高可靠性。而路由故障将会导致产生 RERR，并且触发上述故障恢复处理。这样一来，如所述，本发明支持常规的自组织路由协议，例如 DSR 和 AODV，但却显著改善了性能。多个路由可被用于负载均衡或者提升数据业务量传递概率。当出现路径故障时，通过使用多个路由，可以提供更适时的备份路由。在大多数情况下，故障不会破坏那些除了故障链路上临时丢失的业务量之外的数据业务量。并且可以在所有路由都出现故障之前发起路由发现操作，以便减少没有路由的概率，也就是说，路由发现很少是在所有路由全都丢失之后才发起的。

现在附加参考图 6 和 7，其中将对本发明的系统方面进行描述。移动自组织网络 20 包括多个移动节点 30 以及将多个移动节点连接在一起的多条无线通信链路 32。每个移动节点都包含了一个路由器 40 (图 6)，该路由器具有经由无线通信链路 32 而与其他节点进行单向或双向无线通信的通信设备 42，此外所述移动节点还包括一个用于对经由通信设备 42 的通信进行路由的控制器 44。另外，在这里还可以包含一个作为控制器 44 的一部分或者与之相连的存储器 46。

如图 7 所示，控制器 44 包括一个通过将路由请求传送到其他节点来发现针对目的地节点的路由的路由发现单元 50。此外，路由请求处理单元 52 还判定该节点是否支持路由请求。另外，路由请求处理单元 52 还检测该节点是否可以继续支持路由请求，如果不能的话，则产生出错通知 RERR。路由分级单元 54 依照一个或多个链路量度来对已发现路由进行分级，而消息数据分发单元 58 则基于该分级并沿着多个

已发现路由而将消息数据分发到目的地节点。另外，链路量度优选地是一个关于链路延迟、链路容量、链路可用容量和/或链路可靠性的测量。

5 消息数据分发单元 58 可以沿着多个已发现路由来分发重复的消息数据，和/或沿着多个已发现路由中的每一个路由来分发消息数据的不同部分。路由分级单元 54 包括一个用于存储每一个与其中一个已发现路由相对应的路由条目的路由缓存器 56。此外，每一个路由条目都可以包括一个量度值、一个表明将多少消息数据分发给相应路由的使用因数以及一个用于终止已发现路由的定时器。同样，分级单元 54
10 还可以在用于不同消息数据等级的路由缓存器中重复路由条目，其中举例来说，所述消息数据等级可以是延迟灵敏的消息数据以及大容量消息数据。路由分级单元 54 则从已发现路由中清除故障路由，并且路由发现单元 50 会在已发现路由数目低于某个阈值的时候发现针对目的地节点的新路由。

图 1

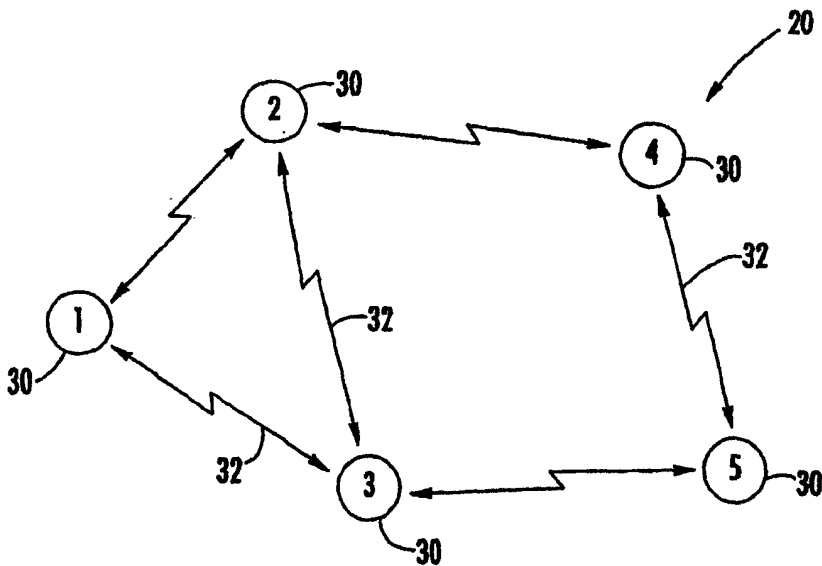


图 2

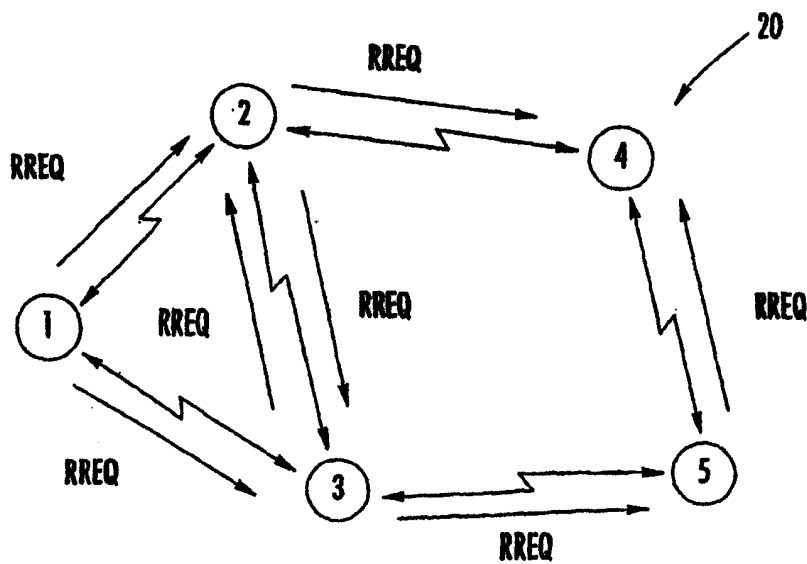


图 3

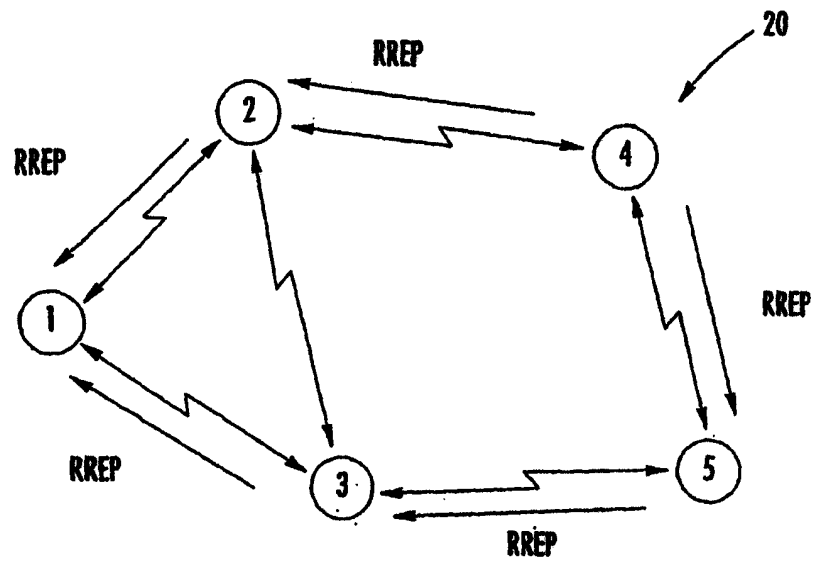


图 4

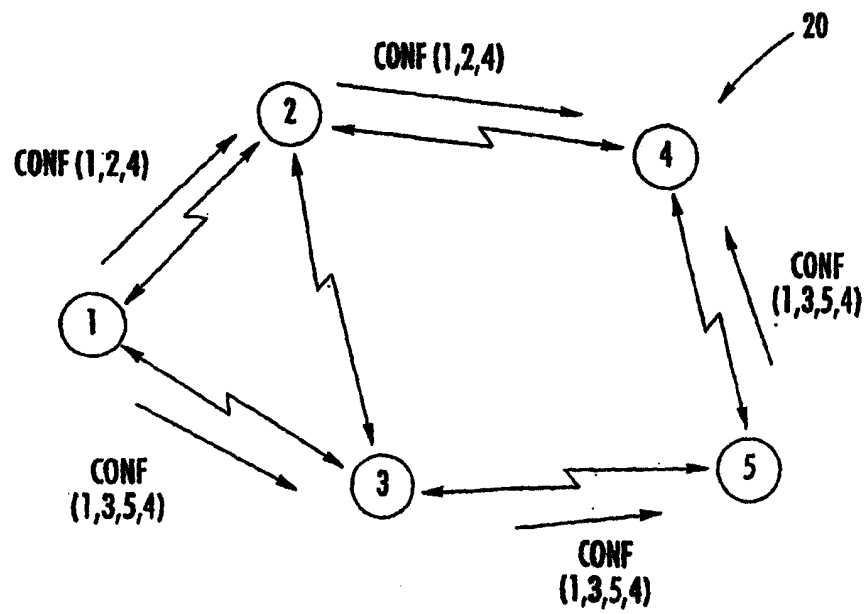


图5

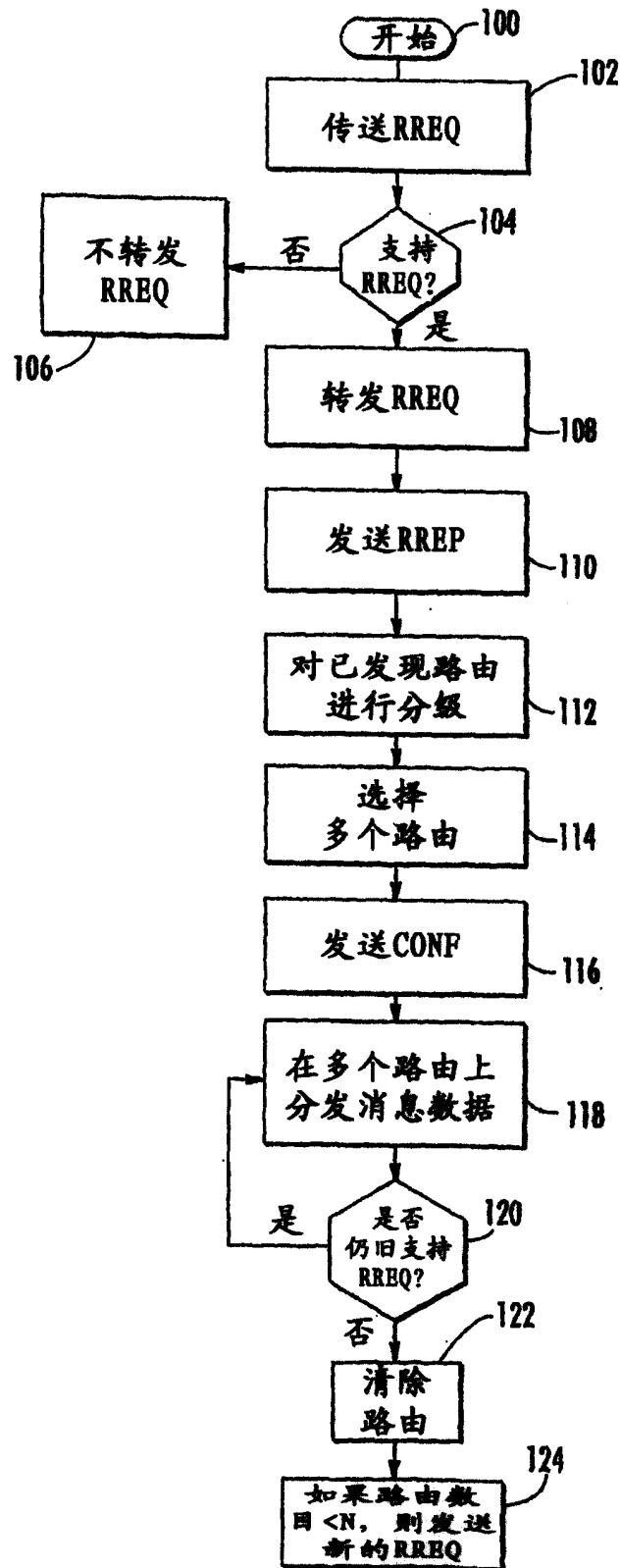


图 6

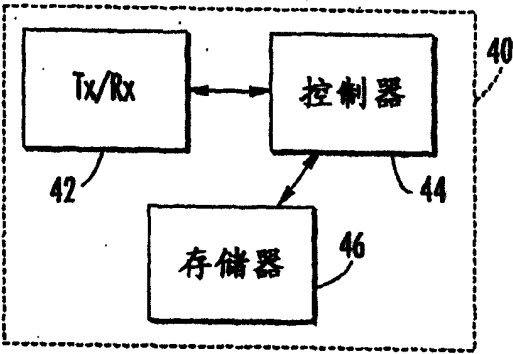


图 7

