[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
H04L 12/28 (2006.01)
H04Q 7/00 (2006.01)
H04Q 7/24 (2006.01)
H04J 3/26 (2006.01)

[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 200480027205.3

[43] 公开日 2006 年 11 月 1 日

[11] 公开号 CN 1856960A

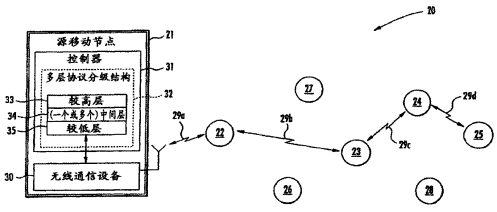
[22] 申请日 2004.9.1
[21] 申请号 200480027205.3
[30] 优先权
[32] 2003.9.9 [33] US [31] 10/658,360
[86] 国际申请 PCT/US2004/028415 2004.9.1
[87] 国际公布 WO2005/027262 英 2005.3.24
[85] 进入国家阶段日期 2006.3.21
[71] 申请人 哈里公司
地址 美国佛罗里达
[72] 发明人 约瑟夫·B.·凯恩
理查德·C.·波恩哈特
威廉·A.·温德哈姆
[74] 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利商标事务所
代理人 康建峰
权利要求书 2 页 说明书 14 页 附图 6 页

[54] 发明名称

提供连接性增强特征的移动自组织网络及相关方法

[57] 摘要

根据本发明的移动自组织网络(MANET)(20)可以包括多个移动节点(21－28)，每个包括无线通信设备(30)和连接到其的控制器(31)。 在较高协议层(36′)，控制器(31)可以设立服务质量(QoS)阈值。 在至少一个中间协议层(39′)，控制器可以基于 QoS 阈值而选择至少一个路由，以便将数据传送到至少一个目标移动节点(25)，并且确定选定路由的 QoS 量度是否低于阈值。 控制器(31)可以在较低协议层(44′)与无线通信设备(30)协作以便通过至少一个选定路由将数据传送到至少一个目标移动节点(25)，并且在较低协议层(44′)与无线通信设备协作以便基于 QoS 量度低于 QoS 阈值的确定而调整信号传送功率、模式、和/或增益。



1. 一种移动自组织网络 MANET，包括:

多个移动节点，每个包括无线通信设备和连接到其的控制器;

所述控制器根据多层协议分级结构而操作，用于:

在较高协议层，设立服务质量 QoS 阈值;

在较高协议层下面的至少一个中间协议层，基于 QoS 阈值而选择至少一个路由，以便将数据传送到至少一个目标移动节点，并且确定选定路由的 QoS 量度是否低于 QoS 阈值; 以及

在至少一个中间协议层下面的较低协议层，与所述无线通信设备协作，以便

确定至少一个选定路由的 QoS 量度，

通过至少一个选定路由将数据传送到至少一个目标移动节点，并且

基于 QoS 量度低于 QoS 阈值的确定而调整信号传送功率。

2. 如权利要求 1 所述的 MANET，其中在较低协议层，所述控制器还与所述无线通信设备协作，以便基于 QoS 量度低于 QoS 阈值的确定而调整期望方向上的信号传送增益。

3. 如权利要求 1 所述的 MANET，其中所述无线通信设备提供可调整的信号传送模式; 并且其中，在较低协议层，所述控制器还与所述无线通信设备协作，以便基于 QoS 量度低于 QoS 阈值的确定而调整信号传送模式。

4. 如权利要求 1 所述的 MANET，其中，在至少一个中间协议层，所述控制器在传输之前对数据进行编码; 并且其中所述控制器还基于 QoS 量度低于 QoS 阈值的确定而调整纠错编码量。

5. 如权利要求 1 所述的 MANET，其中，在较低协议层，所述控制器与所述无线通信设备协作，以便如果 QoS 量度大于或等于 QoS 阈值则使用第一调制技术，否则使用第二调制技术来调制数据。

6. 一种用于根据多层协议分级结构、在包括多个移动节点的移动自

组织网络 MANET 中操作移动节点的方法，其中移动节点包括无线通信设备，该方法包括:

在较高协议层，设立服务质量 QoS 阈值;

在较高协议层下面的至少一个中间协议层，基于 QoS 阈值而选择至少一个路由，以便将数据传送到至少一个目标移动节点，并且确定选定路由的 QoS 量度是否低于 QoS 阈值；以及

在至少一个中间协议层下面的较低协议层，

使用无线通信设备来确定至少一个选定路由的 QoS 量度，

使无线通信设备基于 QoS 量度低于 QoS 阈值的确定而调整信号传送功率，并且

使无线通信设备通过至少一个选定路由将数据传送到至少一个目标移动节点。

7. 如权利要求 6 所述的方法，还包括：在较低协议层，使无线通信设备还基于 QoS 量度低于 QoS 阈值的确定而调整期望方向上的信号传送增益。

8. 如权利要求 6 所述的方法，其中无线通信设备提供可调整的信号传送模式；并且还包括，在较低协议层，使无线通信设备还基于 QoS 量度低于 QoS 阈值的确定而调整信号传送模式。

9. 如权利要求 6 所述的方法，还包括在至少一个中间协议层:

在传输之前对数据进行编码；以及

基于 QoS 量度低于 QoS 阈值的确定而调整编码量。

10. 如权利要求 6 所述的方法，还包括：在较低协议层，使无线通信设备，如果 QoS 量度大于或等于 QoS 阈值则使用第一调制技术，否则使用第二调制技术来调制数据。

提供连接性增强特征的移动自组织网络及相关方法

背景技术

在过去十年期间，无线网络经历了快速增长的发展。发展最快速的领域之一是移动自组织网络(mobile ad hoc network, MANET)。在物理上，MANET 包括大量的地理上分布的、可能移动的节点，这些节点共享一个或多个公共无线信道。与诸如蜂窝网络或卫星网络的其它类型的网络相比，MANET 的最独特的特征是缺少任何固定基础设施。该网络是由移动(和可能静止)的节点形成，并且当节点相互通信时即时地被创建。该网络不依赖于特定节点，并且当某些节点加入或其它节点离开网络时，动态地调整。

在固定通信基础设施不可靠或不可用的不利环境中，例如在战场或被地震或飓风袭击的自然灾害区中，可以快速地部署 MANET，以便提供非常需要的通信。虽然军用仍然是该网络发展背后的主要驱动力，但是自组织网络正在民用或商用领域内很快地找到新的应用。MANET 将允许人们和应用程序在野外或在室内交换数据，其中除了他们通过简单地导通其计算机或 PDA 而创建的网络结构之外，无需使用任何其它网络结构。

随着无线通信日益渗透到日常生活，MANET 的新应用将继续出现，并且变成无线通信中的重要因素。可是，MANET 向设计者提出了严重的挑战。由于缺少固定基础设施，当节点移动、加入或离开网络时，它们必须自组织和重新配置。所有节点本质上是相同的，并且在网络中没有自然的分级结构(hierarchy)或中央控制器。必须在节点之间分配所有功能。节点通常由电池供电，并且具有有限的通信和计算能力。另外，系统的带宽通常是有限的。两个节点之间的距离通常超出无线传输范围，传输在到达其目的地之前可能必须由其它节点中继。因此，

MANET 网络典型地具有多跳(multi-hop)拓扑，并且该拓扑随着节点到处移动而改变。

因特网工程任务组(IETF)的 MANET 工作组已经积极地评价并且标准化包括多点传送协议的路由选择协议。因为网络拓扑随着节点移动而任意地改变，所以信息受影响而变得过时，并且在时间(信息可能在某些节点处是过时的，但在其它节点处是最新的)和空间(节点可能仅仅知道其附近的网络拓扑，而不知道其远处的网络拓扑)上，不同的节点通常具有不同的网络视图。

路由选择协议需要有可能采用不太准确的信息来适应于频繁的拓扑改变。由于该独特要求，因此该网络中的路由可能与其它网络很不一样。搜集关于整个网络的最新信息通常是昂贵且不切实际的。某些路由选择协议是反应式(reactive)(即，按需)协议。也就是，它们仅仅在必要时才收集路由选择信息，并且仅仅收集到它们需要向其取路由的目标的路由选择信息，并且不维护无用的路由。与总是维护到所有目标的最优路由的先应式协议相比，以这种方法可以减小路由选择开销。自组织按需距离矢量(AODV)、动态源路由选择(DSR)和临时排序路由选择算法是在 MANET 工作组中提出的反应式路由选择协议的代表。

先应式(proactive)路由选择协议的例子可以在 Clausen 等人、标题“Optimized Link State Routing Protocol”、因特网工程任务组(IETF) MANET 工作组、因特网草案、2001 年 10 月 31 日中找到。其它各种路由选择协议的例子包括：在授予 Perkins 的美国专利 No. 5,412,654 中公开的目标定序距离矢量(DSDV)路由选择；以及在授予 Haas 的美国专利 No. 6,304,556 中公开的区域路由选择协议(ZRP)。ZRP 是使用先应式和反应式方案的混合协议。

这些传统的路由选择协议在选择从源节点到目标节点的路由中使用“尽力而为”(best effort)方案。典型地，在这样的方案中，最小化跳数是主要标准。

MANET 中的服务质量(Quality-of-service，QoS)路由选择日益引起关注。为了提供服务质量，协议不仅需要查找路由，还需要识别和/或

确保沿着路由的资源。由于潜在有限的共享网络带宽、以及缺乏可以考虑(account for)和控制这些有限资源的中央控制器，节点必须相互协商，以便管理 QoS 路由所需的资源。由于频繁的拓扑改变，进一步将此复杂化。由于这些约束，QoS 路由选择比“尽力而为”或最小跳数路由选择要求更高。

由 Chenxi Zhu 在标题为“Medium Access Control and Quality-of-Service Routing for Mobile Ad Hoc Networks”的出版物、2001 年中，以及由 M. Mirhakkak 等人在标题为“Dynamic Quality-of-Service for Mobile Ad Hoc Networks”的出版物、MITRE 公司、2000 年中，提出了 QoS 路由选择方案的一些例子。Zhu 讨论了在其拓扑以低或中速率改变的小型网络中建立保证带宽的 QoS 路由。Mirhakkak 等人涉及资源预定请求，其指定 QoS 值的范围，而网络承诺在该范围内提供服务。

由于 MANET 仍然处于发展初期，因此迄今为止，如同上述现有技术方案的情况一样，大多数在 MANET 中实现 QoS 功能性的尝试主要聚焦在使用 QoS 参数来建立路由上。可是，随着 MANET 在大小和复杂度方面继续增加，可能需要另外的 QoS 功能性，以及用来在不同的网络协议分级结构层之间高效地分配 QoS 操作的方式。

发明内容

鉴于上述背景，因此本发明的目的是提供一种具有增强的移动节点连接性特征的 MANET 和相关方法。

根据本发明的这个和其它目的、特征以及优点由一种 MANET 提供，该 MANET 可以包括多个移动节点，每个节点包括无线通信设备和连接到其的控制器，控制器根据多层协议分级结构来操作。更具体地说，控制器可以在较高协议层，设立服务质量(QoS)阈值。此外，在较高协议层下面的至少一个中间协议层，控制器可以基于 QoS 阈值而选择至少一个路由，以便将数据传送到至少一个目标移动节点，并且确定选定路由的 QoS 量度是否低于 QoS 阈值。

此外，在至少一个中间协议层下面的较低协议层，控制器可以与无

线通信设备协作，以便确定至少一个选定路由的 QoS 量度并且通过至少一个选定路由将数据传送到至少一个目标移动节点。控制器也可以在较低协议层与无线通信设备协作以便基于 QoS 量度低于 QoS 阈值的确定而调整信号传送功率。

类似地，控制器还可以在较低协议层与无线通信设备协作以便基于 QoS 量度低于 QoS 阈值的确定而调整期望方向上的信号传送增益。此外，无线通信设备可以提供可调整的信号(即，天线)传送模式。这样，在较低协议层，控制器还可以与无线通信设备协作以便基于 QoS 量度低于 QoS 阈值的确定而调整信号传送模式。

通过基于 QoS 量度低于 QoS 阈值的确定而调整信号传送功率、信号传送增益、和/或信号传送模式，控制器可以有利地调节其信号范围(即，通过调整其传送功率)以便并入更多的移动节点、或者向已经在其信号范围之内的节点提供更强的连接性。此外，该调整也可以有利地用于调节信号范围，以便不会导致控制器与邻近移动节点或网络中的节点之间的干扰。

另外，在至少一个中间协议层，控制器可以在传输之前对数据进行编码。由此，控制器还可以基于 QoS 量度低于 QoS 阈值的确定而调整编码量，这也可以用于改进连接性和/或降低节点之间的干扰。

类似地，在较低协议层，控制器可以与无线通信设备协作，以便如果 QoS 量度大于或等于 QoS 阈值则使用第一调制技术、否则使用第二调制技术来调制数据。也就是说，控制器可以在调制技术之间进行切换，从而增强连接性或者降低干扰，作为网络拓扑改变以维持 QoS 阈值。

此外，在较低协议层，控制器可以与无线通信设备协作，以便以一定数据速率传送数据。如此，控制器也可以与无线通信设备协作，以便基于 QoS 量度低于 QoS 阈值的确定而调整数据速率，从而也能够在需要时提供增强的连接性或减少干扰。

举例来说，较高协议层可以是应用层。此外，至少一个中间协议层可以包括一个或多个会话层、传输层、网络层、以及无线传输层。另

外，较低协议层可以是物理层。此外，QoS 阈值可以基于例如可用带宽、出错率、端到端延迟、端到端延迟变化(即，抖动)、跳数、期望路径持久性、以及优先级等中的至少一个。

本发明的方法方面用于根据多层协议分级结构在例如上面简述的 MANET 中操作移动节点。该方法可以包括在较高协议层设立服务质量(QoS)阈值。此外，在较高协议层下面的至少一个中间协议层，基于 QoS 阈值而选择至少一个路由，以便将数据传送到至少一个目标移动节点，并且也可以确定选定路由的 QoS 量度是否低于 QoS 阈值。

此外，在至少一个中间协议层下面的较低协议层，该方法还可以包括使用无线通信设备来确定至少一个选定路由的 QoS 量度，使无线通信设备通过至少一个选定路由将数据传送到至少一个目标移动节点。也可以使该无线通信设备在该层上基于 QoS 量度低于 QoS 阈值的确定而调整信号传送功率。该方法还可以包括使无线通信设备基于 QoS 量度低于 QoS 阈值的确定而调整期望方向上的信号传送增益和/或信号传送模式。

附图说明

图 1 是根据本发明的 MANET 的示意性方框图。

图 2 是在图 1 的 MANET 中实现的多层协议分级结构的可选实施例的示意性方框图。

图 3 和 4 是分别示出在根据本发明调整信号传送功率以便提高信号连接性之前和之后的 MANET 的示意性方框图。

图 5 和 6 是分别示出在根据本发明调整源移动节点处的信号传送功率以便减少相邻移动节点处的信号干扰之前和之后的 MANET 的示意性方框图。

图 7 是在根据本发明调整源移动节点处的信号传送天线模式以便类似地减少相邻移动节点处的信号干扰之后的、图 5 的 MANET 的示意性方框图。

图 8-11 是示出根据本发明的用于在 MANET 中操作移动节点的方

法的流程图。

具体实施方式

现在将参考示出了本发明优选实施例的附图，在下文中更全面地描述本发明。然而，本发明可以以很多不同形式实施，并且不应当被解释为局限于此处阐述的实施例。相反，提供了这些实施例，以便使这个公开内容变得彻底和完整，并且向本领域的技术人员全面传达本发明的范围。相同标号始终引用相同的单元，并且原始标记和多个原始标记用来表示可选实施例中的类似单元。

初始参考图 1，根据本发明的 MANET 20 说明性地包括多个移动节点 21-28。在所示示例中，移动节点 21 用作源节点，而移动节点 25 用作源节点试图与其通信的目标节点。节点 21-28 可以是能够在 MANET 内通信的任何适当类型的移动设备，如计算机、个人数据助理(PDA)等等，例如包括无线通信设备 30、以及本领域的技术人员所理解的其它设备。当然，还应当理解，如果需要的话，在某些应用中，节点 21-28 中的某些节点可以可选地连接到固定通信基础设施。

此外，源移动节点 21 说明性地包括控制器 31，下面将描述其操作。举例来说，如本领域的技术人员所理解的那样，可以使用微处理器、存储器、软件等来实现控制器 31。此外，如图所示，无线通信设备 30 可以包括无线调制解调器、无线局域网(LAN)设备、蜂窝电话设备等，以及相关的天线。举例来说，如本领域的技术人员所理解的那样，可以使用一个或多个相控阵列天线(以及其它适当的天线)。还应当理解，移动节点 23-28 同样也优选地包括适当的无线通信设备/控制器，为说明清楚起见，其没有在图 1 中示出。

控制器 31 执行的一个功能是在源移动节点 21 和目标移动节点 25 之间建立一个或多个路由，以便在其间传输数据。在示例性实施例中，说明性地示出了单个路由，其经过移动节点 22-24 并且包括无线通信链路 29a-29d。应当注意，虽然为说明清楚起见，仅仅示出了单个路由，但是根据本发明可以使用任何数目的路由。

如本领域技术人员所理解的那样，例如，MANET 路由可以将任何数目的中间节点包括在其中，这取决于网络大小和节点之间的邻近度。典型地，沿着路由的每个中间节点被称为“跳跃点(hop)”，这样，经过多个中间节点的路由有时被称为“多跳”路由。应当理解，虽然为说明清楚起见，在本例中示出了相对少数目的中间节点 22-24，但是 MANET20 可以将任何数目的节点包括在其中。此外，应当理解，到目标移动节点 25 的部分路由还可以包括有线基础设施。

还应当理解，控制器 31 建立路由的方式将取决于在 MANET 20 中实现的具体 MANET 路由选择协议。如上所述，这可以使用先应式协议、反应式协议或者通过其组合来实现，其中先应式协议连续地保持路由选择信息最新，而反应式协议在存在将数据发送到目标节点 22 的需要时按需发现路由。根据本发明，可以使用任何适当的 MANET 协议例如上述 MANET 协议来建立路由。

虽然 MANET 仍然处于其的相对初期并且尚未采用任何通用标准，但是如同其它无线网络(例如，无线 LAN)一样，在 MANET 内的数据通信将很可能遵循开放式系统互连(OSI)架构(或其的某种变体)。作为背景，OSI 是网络协议分级结构，其包括七个不同的控制层，即(从最高到最低)，应用层、表示层、会话层、传输层、网络层、数据链路层和物理层。

一般而言，在 OSI 模型中，在始发节点或终端处，从应用层开始直至物理层，控制从一层传递到下一层。然后，跨越网络发送数据，并且当其到达目标终端/节点时，以相反次序沿着分级结构向上(即，从物理层到应用层)处理它。此外，典型地，与每个特定层相对应的数据在网络级被组织到被称为分组的协议数据单元(PDU)中。

根据本发明，控制器 31 类似地根据多层协议分级结构 32 操作，以便为 QoS 操作提供集成框架。一般而言，多层协议分级结构包括较高协议层 33、一个或多个中间协议层 34 和较低协议层 35，在其上执行补充的 QoS 操作，以便提供增强的 QoS 功能性。

更具体地说，在图 2 中说明性地示出了多层协议分级结构 32'的示

例性实施例，并且在图 8 和 9 中示出了用于使用其的相关方法。应当注意，为说明和理解清楚起见，说明性地用虚线示出和标注了执行图 8 和 9 所示的方法步骤的各个协议层。根据多层协议分级结构 32'，从块 80 开始，控制器 31 可以在应用层 36'，对跨越 MANET 20 的数据传输设立服务质量(QoS)阈值(块 81)。更具体地说，应用层 36'优选地是创建或处理要被传送的数据的层。

QoS 阈值(或服务类型，TOS)将根据在该较高层运行的特定应用而改变。例如，诸如视频或音频数据的时间敏感数据可以要求大于文本数据文件的 QoS 阈值，以便维护其完整性。定义特定应用所需的 QoS 阈值的一种常见方式是通过对于数据传输能够容忍的总计端到端延迟。然而，根据本发明，可以使用很多其它 QoS 参数来定义 QoS 阈值。例如，如本领域的技术人员所理解的那样，这样的参数可以包括可用带宽、出错率、端到端延迟变化、跳数、期望路径持久性、优先级等中的一个或多个。

在块 82，在应用层 36'下面的 QoS 支持层 37'，控制器 31 基于 QoS 阈值和模式，确定是否需要数据接收确认。也就是，如本领域的技术人员所理解的那样，在某些情形下，将期望让接收移动节点确认所传送数据的接收(“Ack”)，并且/或者当不能确认数据的正确接收(“Nack”)时，通知源移动节点 21。QoS 支持层 37'可以在概念上被看作相对于 OSI 模型的会话和/或传输层，如图 2 所示。

例如，当源移动节点 21 需要执行到相邻节点的“可靠”多点传送操作时，数据分组接收确认可能是特别有用的。举例来说，如果将移动节点组织成群集或组，并且源移动节点 21 用作群集领导节点，则它可能需要将更新的网路拓扑信息或其它控制数据发送到其群集中的其它节点。这样，源移动节点 21 可以请求这些节点确认该重要数据的接收。当然，在很多其它情形下，可以基于数据的重要性和额外 Ack/Nack 传送所需的开销，根据需要而使用数据确认。

此外，可以在 QoS 支持层 37'执行的另一特别有利的功能是高级许可控制。更具体地说，从块 89(图 9)开始，控制器 31 可以基于从其它移

动节点接收的各自 QoS 路由请求和源节点 21 的内部 QoS 量度，确定是否许可来自其它移动节点的业务。也就是，控制器 31 基于其自己的 QoS 要求/资源以及请求访问源节点 21 的资源的其它移动节点的 QoS 要求/资源，基本上确定目前它可以支持什么类型的业务。

举例来说，内部 QoS 量度可以包括可用功率、可用带宽、最近出错率和最近延迟中的一个或多个。为说明清楚起见，许可控制操作被示出为在与图 2 中的 QoS 支持层 37'相独立的块 47'中执行。然而，可以由相同的控制器或处理器在 QoS 支持层 37'执行这些操作中的一些或全部(不过，也可以由独立的处理器并且在其它层执行它们)。在 2002 年 4 月 29 日提交的、并且转让给本受让人的、共同未决的美国申请序列号 10/134,173 中提供了关于这样的许可控制操作的更多细节，在此将其全文引作参考。

在块 83，在 QoS 支持层 37'下面的 QoS 分组编码层 38'，控制器 31 对来自应用层 36'的数据进行编码，以便传送到(一个或多个)目标移动节点 25。当然，本领域的技术人员应当理解，还可以在 QoS 分组编码层 38'以及使用与由发送移动节点使用的编码算法互补的解码算法，对要由应用层 36'的控制器 31 使用的、从其它移动节点接收的数据分组进行解码。

一种特别有利的编码方案是使控制器 31 使用前向纠错(FEC)算法对数据进行编码，以基于 QoS 阈值生成数据的纠错数据。而且，控制器 31 还可以选择多个路由，以便将数据传送到目标移动节点 25。在此情况下，在块 91，控制器 31 可以有利地交织要被传送的纠错数据和数据分组，并且在多个选定路由之间分配所交织的数据。

这样，通过执行 FEC 并且在多个路由之间分配所交织的数据，即使当失去一个路由时，MANET 也允许纠正被破坏的数据分组，从而允许如果必要的话在建立新路由时继续传送。此外，可以在多个路由之间分散与 FEC 编码相关联的附加数据量，这样减轻了增加的带宽要求。在 2003 年 2 月 19 日提交并且转让给本受让人的、共同未决的美国申请序列号 10/369,313 中，提供了关于可以在 QoS 分组编码层 38'执行的

FEC/交织操作的更多细节，在此将其全文引作参考。

在块 84，可以在 QoS 编码层 38'下面的 QoS 路由选择层 39'执行路由选择。一般而言，控制器 31 使得将 QoS 路由请求发送到相邻移动节点，以便发现到(一个或多个)期望目标移动节点的潜在路由。然后，将路由确认返回到源移动节点 21，其包括路由可以支持或提供什么 QoS 级别的指示或量度。然后，可以将可用路由列表存储在路由选择表 45'中，控制器 31 基于路由选择算法，从其选择(一个或多个)期望路由。在以下申请中描述了若干特别有利的、用于在 MANET 内建立一个或多个路由并且跨越其发送数据的方案，即，2002 年 8 月 8 日提交的共同未决美国申请序列号 10/214,997、2002 年 6 月 19 日提交的共同未决美国申请序列号 10/174,721、以及标题为“ROUTE SELECTION IN MOBILE AD-HOC NETWORKS BASED ON TRAFFIC STATE INFORMATION”、律师事务所案号为 GCSD-1468(51334)的共同未决申请，这些申请全都被转让给本受让人，并且在此将其全文引作参考。

此外，在块 92，控制器 31 可以可选地基于 QoS 阈值和传送外出数据所需的能量使用级别(即，功率)，在 QoS 路由选择层 39'对外出数据执行负载调整。这有利地允许针对给定情形，适当地平衡给定应用所需的功耗、可用 QoS 和 QoS。在标题为“LOAD LEVELING IN MOBILE AD-HOC NETWORKS TO SUPPORT END-TO-END DELAY REDUCTION, QoS AND ENERGY LEVELING”的、律师事务所案号为 GCSD-1470 (51336)的共同未决申请中，提供了关于负载调整操作的更多细节，在此将其全文引作参考。

另外，在块 93，在 QoS 路由选择层 39'下面的 QoS 转发层 40'，控制器 31 优选地在单点传送通信模式和多点传送通信模式之间选择。更具体地说，控制器 31 可以在应用层 36'针对给定应用指示将在 QoS 转发层 40'选择的特定类型的通信模式(例如；用于群集领导节点广播的可靠多点传送通信)。

对于其它应用，可以不必在应用层 36'指定具体的通信模式。如此，控制器 31 可以基于 QoS 阈值，确定哪个通信模式是适当的。当

然，这个确定还可以考虑其它因素，例如，特定的无线通信设备 30 资源的可用性，特定类型的传送是否有可能对其它移动节点造成非故意的干扰等。特别地，即使在应用层 36'指定了具体的通信模式，控制器也可以在 QoS 转发层 40'确定基于上述因素中的一个或多个而应该使用不同的通信模式。

此外，在块 85，在 QoS 转发层 40'下面的 QoS 业务层 41'，控制器 31 优选地控制数据业务流，并且还可以管理其数据队列，以维护 QoS 阈值。特别地，在一个有利的实施例中，上述 QoS 路由请求可以具有各自的业务流标识符、以及与其相关的第二 QoS 阈值或上限。如此，在块 94，控制器 31 可以有利地基于各自的业务流标识符而管制所许可的业务，以便确保所许可的业务不超出各自的第二 QoS 阈值。在 2002 年 4 月 29 日提交的、转让给本受让人的、共同未决的美国申请序列号 10/134,714 中，提供了关于这样的业务管制的更多细节，在此将其全文引作参考。

此外，如本领域的技术人员所理解的那样，在 QoS 业务层 41'下面的至少一个较低协议层，控制器 31 与无线通信设备 30 协作，以便基于从较高层提供的命令/数据，通过(一个或多个)选定路由传送数据到目标移动节点 25，从而结束图 8 所示的方法(块 87)。

此外，当单点传送和多点传送模式都由控制器 31 实现时，控制器可以有利地与无线通信设备 30 协作，以便基于选定的具体通信模式传送数据。也就是，在块 95-98，根据正被使用的特定类型的通信模式、以及(一个或多个)选定路由的 QoS 量度，可以调整或裁制(tailor)各种信号传送特征，从而结束图 9 所示的方法(块 99)。下面将进一步讨论信号传送和接收特征的调整。

更具体地说，分级结构 32'的较低协议层优选地包括在 QoS 业务层 41'下面的无线适配层 42'、在无线适配层下面的介质访问(MAC)层 43'、以及在 MAC 层下面的物理(PHY)层 44'。无线适配层 42'在较高协议层与 MAC 和 PHY 层之间提供接口，其中后者是控制器 31 在物理上与无线通信设备 30 接口之处。当然，本领域的技术人员应当理解，其

它层也可以包括在分级结构 32'内，例如链路层，并且在特定实施例中，可以在不同层实现在此描述的某些功能。

因此，在块 95，在物理层 44'，控制器 31 优选地与无线通信设备 30 协作，以便确定(一个或多个)选定路由的 QoS 量度，其可以用来确定是否需要进行任何 QoS 调整，或者是否在该路由上完全不再可能进行通信。还应当理解，QoS 量度不仅用于为已建立的路由维护 QoS，而且它们还典型地用于路由发现和选择，这在图 2 中由操作块 46'说明性地示出。另外，应当注意，虽然为说明清楚起见，与无线适配层 42'相独立地示出了块 46'，但是事实上可以在无线适配层(或其它层)执行在其中示出的操作。

在块 96，通过监控选定路由的 QoS 量度，控制器 31 在 QoS 路由选择层 39'可以确定 QoS 量度是否低于 QoS 阈值。如果是，则在块 97，在物理层 44'，控制器 31 可以与无线通信设备 30 协作，以调整一个或多个信号特征，以便改善 QoS 量度。

现在附加地参考图 3-7 和 10-11，现在将描述可以如何调整信号特征，以便改善 QoS 的具体示例。第一个示例是这样的时候，即 QoS 量度表明到期望的移动节点如沿着选定路由的下一个移动节点的信号连接性已经降至不合要求的级别(例如，低于 QoS 阈值)。

关于图 3 所示的 MANET 50，其包括源移动节点 51 和与其相邻的移动节点 52-58，源移动节点在由半径 r_1 限定的区域 59'上传送。这样，如图 4 所示，在如上所述设立 QoS 阈值，确定 QoS 量度并且选择(一个或多个)期望的路由 (块 100-103)之后，当确定了 QoS 量度低于 QoS 阈值(块 104)时，控制器 31 在 PHY 层 44'与无线通信设备 30 协作，以便提高信号传送功率。如本领域的技术人员所理解的那样，可以基于一个或多个 QoS 因素如出错率、接收信号强度等而确定降低的信号连接性。

结果，MANET 50'的传送区域 59'现在由具有大于半径 r_1 的半径 r_2 的圆圈来限定。这样，例如，如果源移动节点 51 最初与移动节点 54 通信，并且它移出范围(如图 3)，则提高信号传送功率将使得这个节点处

于传送区域59'之内。

当然，可以采取相反的方案，以便避免无意地对相邻的邻近移动节点造成干扰。考虑图5所示的MANET 60，其说明性地包括源移动节点61和彼此干扰的邻近移动节点62。特别地，从源移动节点61到移动节点63-67的传送在移动节点62处造成非故意的干扰。这样，例如，如果QoS量度表明来自移动节点62的干扰导致不满足QoS阈值，则控制器31可以确定移动节点61和62这两个节点彼此干扰，并且相应地降低其信号传送功率。如此，其信号传送区域68从由半径 r_{11} 限定的圆圈(图 5)减至由半径 r_{21} 限定的较小圆圈(图 6)，这将不再造成对移动节点62'的干扰。

除了信号功率之外，还可以调整其它信号特征，以便实现类似的结果(即，提高的节点间连接性，或者减少的干扰)。例如，在图 7 所示的情况下，如图所示，改变了信号传送天线模式(或波束形状)，以便从传送区域68"中排除移动节点62"。如本领域的技术人员所理解的那样，另一类似的技术是在期望方向上调整信号传送增益，这也影响传送区域。

此外，通过基于QoS量度低于QoS阈值的确定而调整信号传送功率、信号传送增益和/或信号传送模式，控制器31还可以有利地调整信号传送范围，以便并入更多的移动节点。例如，当需要附加路由时，或者当新的节点加入群集或节点组时，这可能是特别有益的。

在块106，还可以可选地调整其它信号特征，以便提供改善的QoS。如本领域的技术人员所理解的那样，例如，可以改变正被执行的错误编码。类似地，控制器31可以与无线通信设备30协作，以便如果QoS量度大于或等于QoS阈值则使用第一调制技术，否则使用第二调制技术来调制数据。举例来说，适合的调制技术可以包括TDMA、CDMA、FDMA和SDMA等。然后，在块107，根据调整后的信号特征执行传送，从而结束所示方法(块108)。

此外，控制器31与无线通信设备30协作，以便以期望数据速率传送数据。如此，如本领域的技术人员所理解的那样，控制器31还可以

与无线通信设备 30 协作，以便基于可用 QoS，在必要时调整数据速率。

还应当理解，还可以使用类似技术来减少特定节点从相邻干扰节点接收的干扰。也就是，目标移动节点可以确定在其上接收数据的路由的 QoS 量度已经低于在应用层 36'设置的 QoS 阈值(其可以由源移动节点提供，由两个节点达成协议，或者独立地设立)。在此情况下，在块 110'和 111'(图 11)，例如，如在上面类似地描述的那样，控制器 31 可以调整总体信号接收增益和/或信号接收模式，以便减少在接收数据时由干扰移动节点造成的干扰。

另外，无线通信设备 30 还可以在由图 2 中的 MAC/PHY 列 47a'-47c'说明性地代表的多个信道上操作。这样，如果给定路由与多个信道中的一个相关联，则控制器 31 可以与无线通信设备 30 协作，以便当选定路由的 QoS 级别低于 QoS 阈值时，搜索或者监控一个或多个其它可用的物理信道。在 2002 年 4 月 29 日提交并且转让给本受让人的美国申请序列号 10/134,862 中，提供了这样的信道监控和选择的更多细节，在此将其全文引作参考。当然，应当注意，列 47a'-47c'也可以对应于其它物理层设置或“调节器(knob)”，例如调制类型、通信模式类型等。

因此，本领域的技术人员应当理解，本发明的协议分级结构提供了一种 QoS 框架，其用于高效且方便地组织协作 QoS 操作，以便提供增强的 QoS。而且，本发明提供了一种全体且集成的框架，其允许针对特定应用的、基于组件的开发，并且使用场景(scenario)。此外，它还提供了使用业务状态(例如，利用、剩余容量、跳数、传输延迟等)来帮助产生多个可选的源到目标的分组路由。

而且，根据本发明，无线适配层 42'可以有利地允许使用多个无线接口(例如，不同的无线类型、接口、物理信道等)。此外，本发明还提供了 QoS 驱动的 PHY 层适配，以便改善覆盖范围，减少干扰，增加所达到的邻近节点的数目，并且提高可靠性。另外，根据需要，可以在较高协议层对数据分组进行编码，以便提供更强的纠错等，并且还可以使用多个路由来提供更高的可靠性和吞吐量，以及减小端到端的延迟。

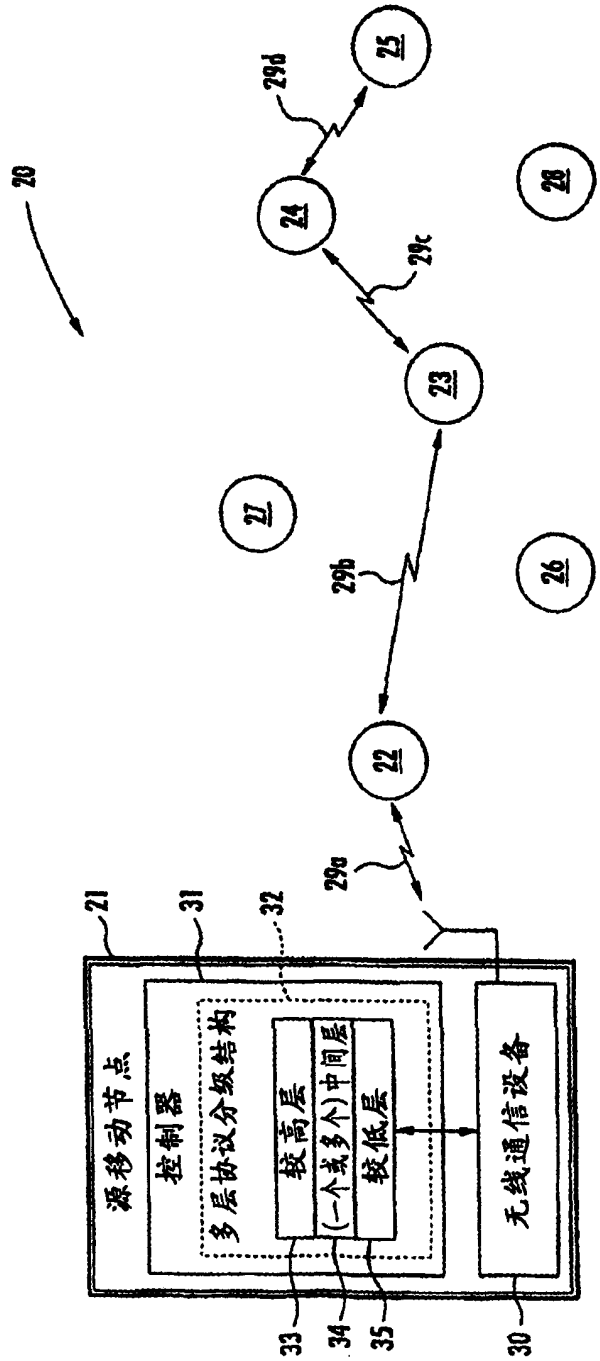

20
21
31
32
源移动节点
控制器
多层协议分级结构
较高层
(一个或多个)中间层
较低层
无线通信设备
33
34
35
30
22
23
24
25
26
27
28
29a
29b
29c
29d

图 1

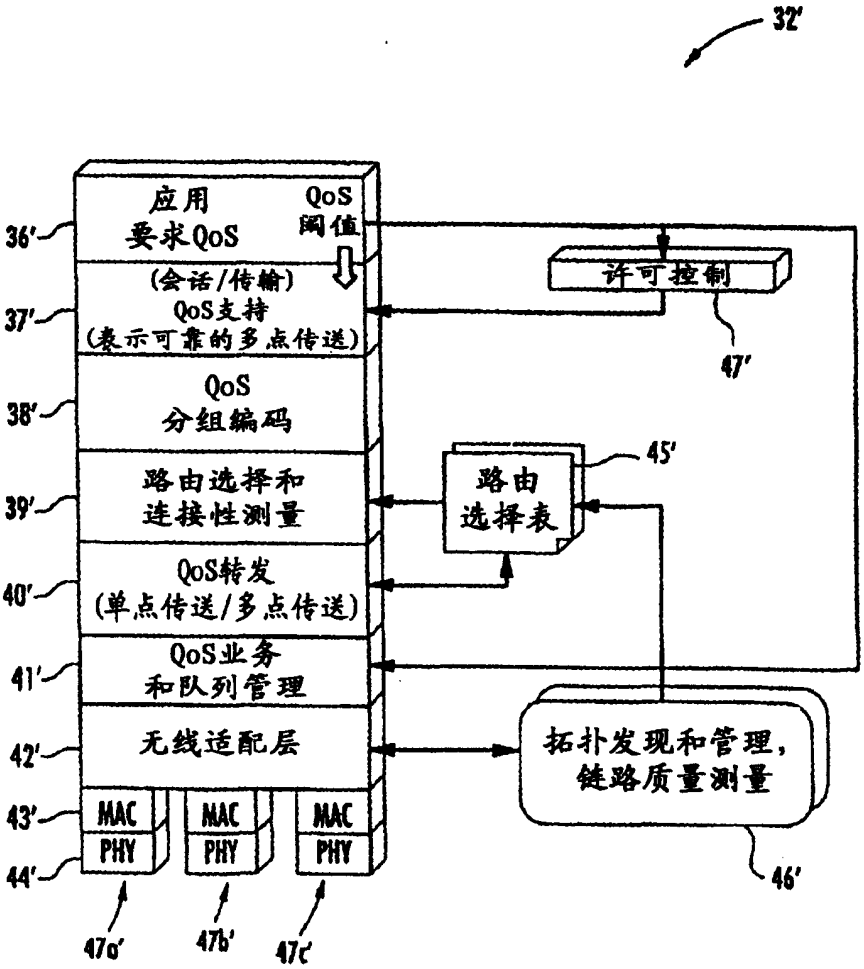

32'
应用
要求QoS
QoS
阈值
(会话/传输)
QoS支持
(表示可靠的多点传送)
QoS
分组编码
路由选择和
连接性测量
QoS转发
(单点传送/多点传送)
QoS业务
和队列管理
无线适配层
MAC
PHY
MAC
PHY
MAC
PHY
36'
37'
38'
39'
40'
41'
42'
43'
44'
47a'
47b'
47c'
许可控制
47'
路由
选择表
45'
拓扑发现和管理,
链路质量测量
46'

图2

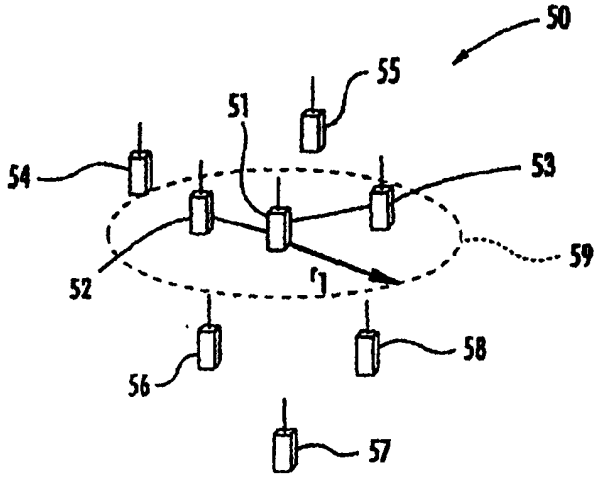


图 3

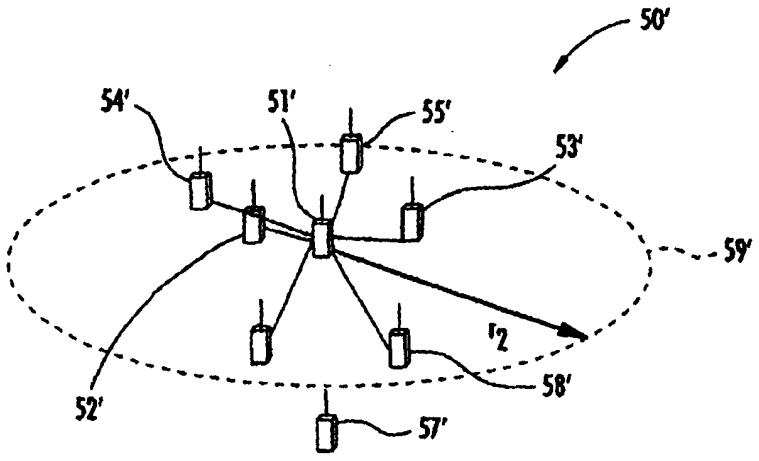


图 4

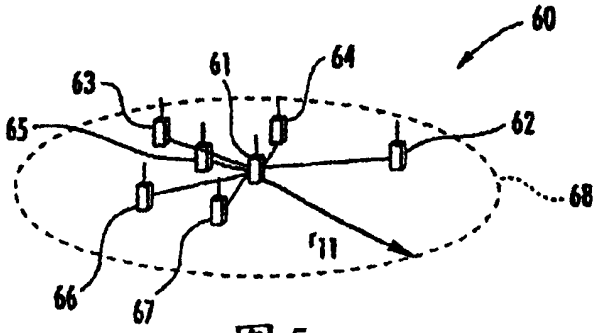

60
61
64
63
65
62
68
r11
66
67

图5

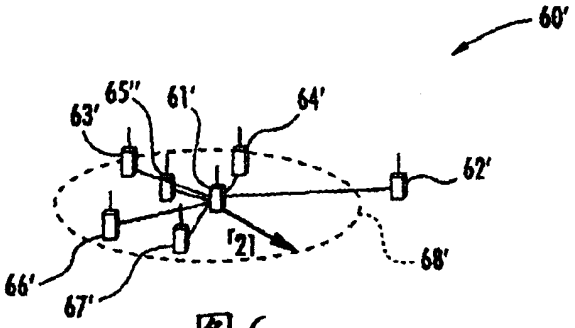

60'
65''
61'
64'
63'
62'
r21
68'
66'
67'

图6

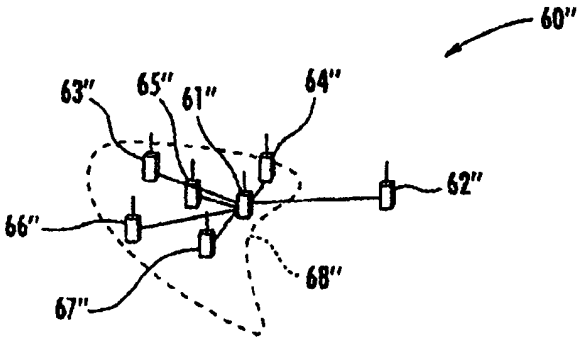

60''
63''
65''
61''
64''
62''
66''
68''
67''

图7

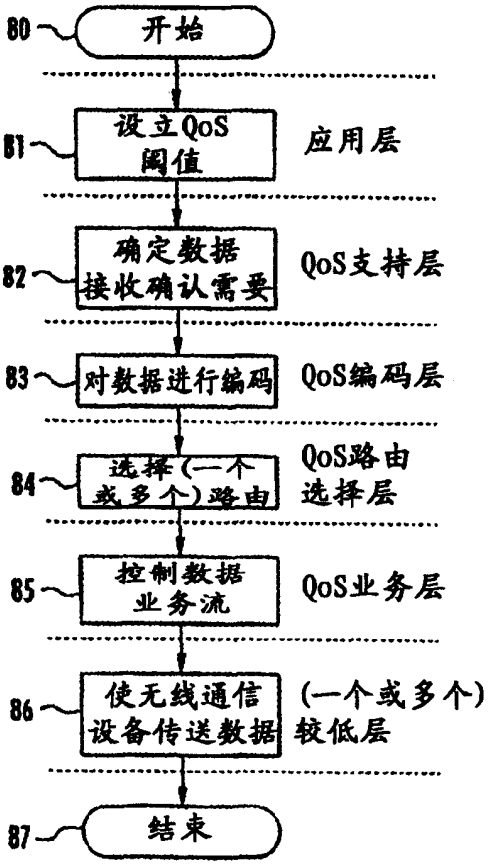

80
开始
81
设立QoS阈值
应用层
82
确定数据接收确认需要
QoS支持层
83
对数据进行编码
QoS编码层
84
选择(一个或多个)路由
QoS路由选择层
85
控制数据业务流
QoS业务层
86
使无线通信设备传送数据
(一个或多个)较低层
87
结束

图8

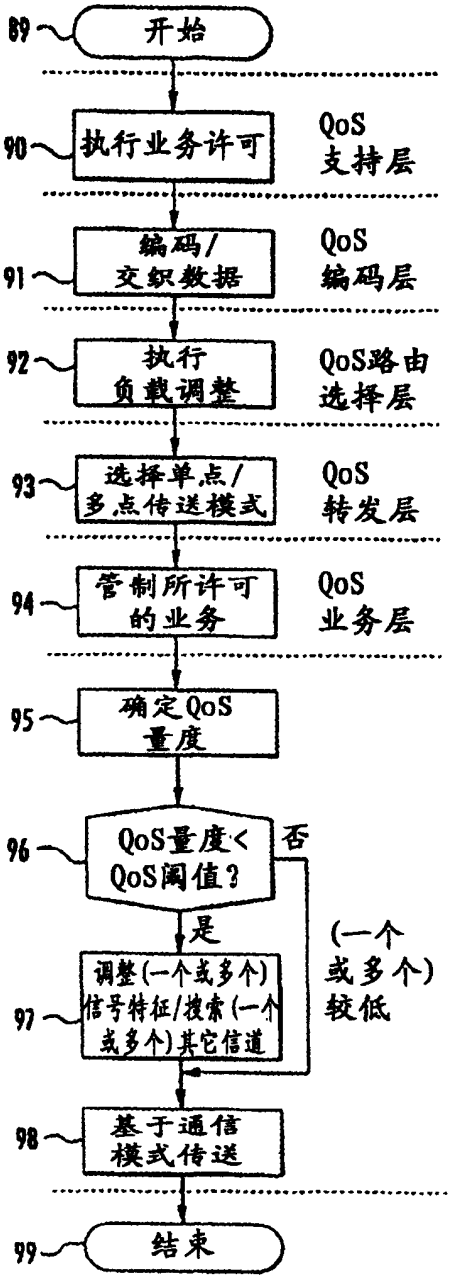

89
开始
90
执行业务许可
QoS支持层
91
编码/交织数据
QoS编码层
92
执行负载调整
QoS路由选择层
93
选择单点/多点传送模式
QoS转发层
94
管制所许可的业务
QoS业务层
95
确定QoS量度
96
QoS量度< QoS阈值?
否
是
97
调整(一个或多个)信号特征/搜索(一个或多个)其它信道
(一个或多个)较低
98
基于通信模式传送
99
结束

图9

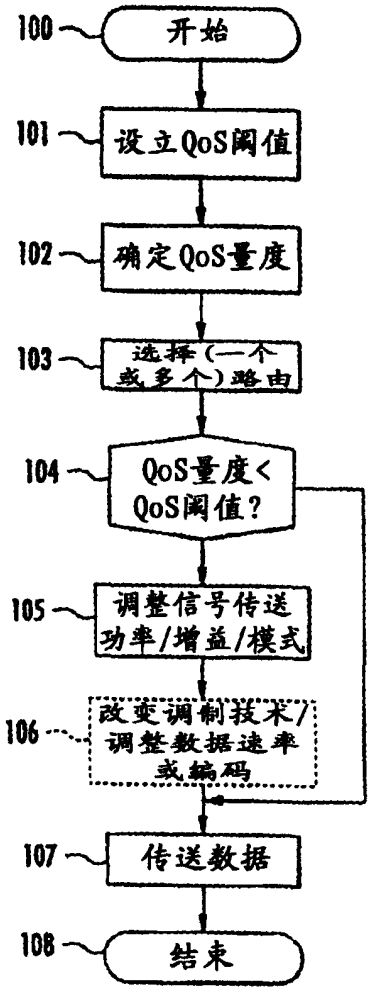

100
开始
101
设立QoS阈值
102
确定QoS量度
103
选择(一个或多个)路由
104
QoS量度< QoS阈值?
105
调整信号传送功率/增益/模式
106
改变调制技术/调整数据速率或编码
107
传送数据
108
结束

图10

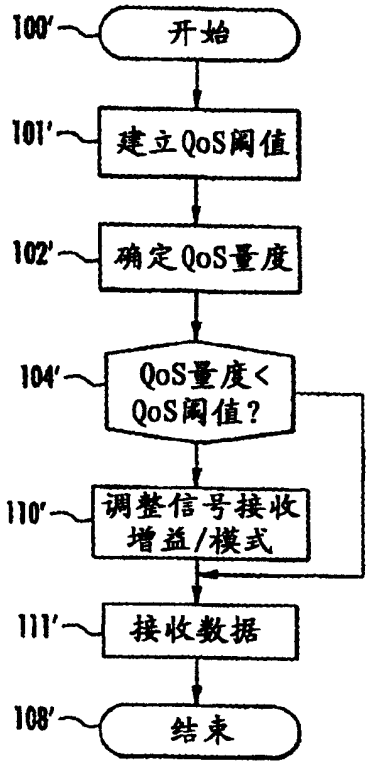

100'
开始
101'
建立QoS阈值
102'
确定QoS量度
104'
QoS量度< QoS阈值?
110'
调整信号接收增益/模式
111'
接收数据
108'
结束

图11