



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 1934829 B

(45) 授权公告日 2011.09.07

(21) 申请号 200480042156.0

(22) 申请日 2004.12.23

(30) 优先权数据

04015198.7 2004.06.29 EP

0303584-7 2003.12.30 SE

(85) PCT申请进入国家阶段日

2006.08.28

(86) PCT申请的申请数据

PCT/EP2004/014668 2004.12.23

(87) PCT申请的公布数据

W02005/064863 EN 2005.07.14

(73) 专利权人 艾利森电话股份有限公司

地址 瑞典斯德哥尔摩

(72) 发明人 P·拉松 N·J·汉松

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司
72001

代理人 杨凯 陈景峻

(51) Int. Cl.

H04L 12/56 (2006.01)

(56) 对比文件

W0 01/92992 A2, 2001.12.06, 说明书第14
页第18行, 第15页第2行, 第3页第24行-第30
行, 第7页29行-第8页第18行, 图2, 图8, .

W0 01/73959 A1, 2001.10.04, 全文.

审查员 刘爽

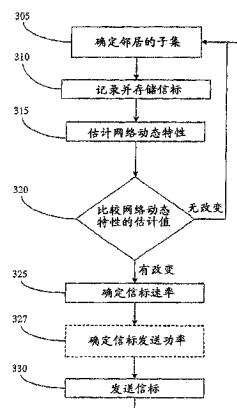
权利要求书 2 页 说明书 8 页 附图 4 页

(54) 发明名称

无线自主或多跳网络中的方法和装置

(57) 摘要

本发明涉及无线多跳或自主通信网络中信标或“hello”消息的使用。在本发明的方法中, 信标消息(HELLO消息)在自主或多跳网络中的多个无线电节点(205、215)之间发送。无线电节点发送其信标的速率基于对网络动态特性的估计。此外, 信标的发送功率优选地基于对网络动态特性的估计。无线电节点基于从相邻无线电节点接收的信标对网络动态特性作出估计。



1. 一种自主或多跳网络中第一无线电节点将信标消息发送到至少第二无线电节点的无线电节点 (205) 中的信标发送方法, 其中自主或多跳网络包含多个另外的无线电节点 (205、215), 其中无线电节点发送其信标的速率是自适应的, 所述第一无线电节点中的信标发送方法的特征在于包括以下步骤:

a) - 确定一个邻居子集 NB_v (305);

b) - 记录来自作为所述子集一部分的无线点节点的多个信标消息 (310), 并根据所记录的各自的多个信标消息确定所述子集中的无线电节点的相对速度;

c) - 基于所述子集中的无线电节点的相对速度估计网络动态特性 (315);

d) - 基于对所述网络动态特性的估计确定信标速率 (325)。

2. 如权利要求 1 所述的信标发送方法, 其中: 第一无线电节点无线发送其信标的信标发送功率基于对网络动态特性的估计。

3. 如权利要求 1 或 2 所述的信标发送方法, 其中: 所述对网络动态特性的估计基于对多个相邻无线电节点的相对速度的分析, 且其中与第一无线电节点相比呈现最大相对速度的相邻无线电节点被给予对所述网络动态特性的估计的最大影响。

4. 如权利要求 1-3 中任一项所述的信标发送方法, 其中所述方法包括在所述确定步骤 d) 前要执行的如下步骤:

- 比较对网络动态特性的估计值 (320), 其中: 如果网络动态特性的当前估计值与网络动态特性的先前估计值有至少预定量的不同, 则所述方法进到所述确定步骤 d), 否则所述方法首先继续执行步骤 a-c。

5. 如权利要求 1-4 中任一项所述的信标发送方法, 其中: 所述估计网络动态特性的步骤中, 所述对网络动态特性的估计至少部分地基于从所述子集中的无线电节点接收的信标的路径损耗历史。

6. 如权利要求 1-5 中任一项所述的信标发送方法, 还包括存储有关的信标消息的信标参数的步骤。

7. 如权利要求 6 所述的信标发送方法, 其中: 所述信标参数包含至少一个与信标消息的接收信号强度有关的参数和至少一个与所述信标消息的到达时间有关的参数。

8. 如权利要求 6 或 7 所述的信标发送方法, 其中: 所述信标参数包含由发送无线电节点包括在所述信标消息中的参数。

9. 如权利要求 8 所述的信标发送方法, 其中: 由发送无线电节点包括在所述信标消息中的参数中的至少一个参数包含关于发送节点的位置的参数。

10. 一种适合于在自主或多跳网络中通信的无线电节点 (205), 所述无线电节点包括适合于发送信标消息的发送部分和适合于接收信标消息的接收部分, 所述无线电节点的特征在于包括:

- 信标记录单元 (505), 用于记录来自多个其它无线电节点的多个信标消息并确定信标参数, 所接收信标参数至少包含有关的接收信号功率和所接收信标消息的到达时间;

- 存储单元 (510), 用于存储所接收信标参数;

- 统计处理单元 (515), 用于对所存储的多个信标参数进行统计分析, 由此基于各其它无线电节点的相对速度产生对网络动态特性的估计;

- 信标调节单元 (520), 用于调节所发送信标消息的传输速率和 / 或功率。

11. 如权利要求 10 所述的无线电节点,其中:所述统计处理单元 (515) 至少部分地基于对至少一个其它无线电节点与第一无线电节点相比的相对速度的分析来估计所述网络动态特性。

12. 如权利要求 11 所述的无线电节点,其中:所述统计处理单元 (515) 至少部分地基于对多个相邻无线电节点的相对速度的分析来估计所述网络动态特性,且其中与第一无线电节点相比呈现最大相对速度的相邻无线电节点被给予对所述网络动态特性的估计的最大影响。

13. 如权利要求 10-12 中任一项所述的无线电节点,其中:所述信标接收单元 (505) 适合于确定相邻无线电节点的子集 NB_v ,且所述存储单元 (510) 适合于记录并存储从作为所述子集的一部分的至少第二无线电节点接收的信标参数。

14. 一种自主或多跳网络中无线电节点将信标消息发送到至少第二无线电节点的无线电节点 (205) 中的装置,其中自主或多跳网络包含多个另外的无线电节点 (205、215),其中无线电节点发送其信标的速率是自适应的,所述无线电节点中的所述装置包括:

- a) 确定部件,用于确定一个邻居子集 NB_v (305);
- b) 记录及确定部件,用于记录来自作为所述子集一部分的无线点节点的多个信标消息 (310),并根据所记录的各自的多个信标消息确定所述子集中的无线电节点的相对速度;
- c) 估计部件,用于基于所述子集中的无线电节点的相对速度估计网络动态特性 (315);
- d) 确定部件,用于基于对所述网络动态特性的估计确定信标速率 (325)。

无线自主或多跳网络中的方法和装置

技术领域

[0001] 本发明涉及无线多跳或自主 (ad hoc) 通信网络。更具体地说,本发明涉及在这样的网络中信标或“hello”消息的使用。

背景技术

[0002] 移动通信的自组织无线网络的概念至少从七十年代就已公知,但是在早些年对这样的系统的研究和使用的局限性限于军事和紧急应用场合。人们确实认识到了用于各种通信的该系统的潜力,但是设备的成本和系统的复杂性使其应用非常有限。

[0003] 近些年来,自组织网络已经为人们所关注。人们希望为大量设备提供各种类型通信,认识到如果所有的设备可替代地与具有长距离无线通信能力的另一设备进行短程通信,则它们并不需要长距离的无线通信能力,从而增加对诸如膝上型电脑、个人数字助理 (PDA) 和数码相机之类的移动设备的使用,并且如果可能与或从不在其“内部环境”的网络进行通信,可能明显增加其有用性,尤其是因特网的存在为寻求这种通信提供了理由。同时该技术在收发器、电池、无线传输技术方面逐渐发展 - 它已经使得提供大量的带有无线通信单元 (例如收发器、编码器 / 解码器等) 的不同类型的设备变得技术上可行和经济上合理。自主网络和多跳网络就属于这些引起了大量注意的自组织网络。在该类型的网络中,多个并最好所有的移动节点 (例如蜂窝电话 / 移动终端、PDA 或膝上型电脑) 能够用作无线电站或其它移动节点的路由器 (移动主机)。因此,消除了对固定基础设施的需求,通过访问到固定网络 (比如因特网),便良好完成了全面的自主操作。因此,从源移动节点到目的地移动节点发送的数据分组在到达目的地移动节点之前通常通过若干中间移动节点 (多跳) 进行路由。由于路由路径 (跳跃序列) 没有按照任何方式预先确定,自主网络通常完全自组织,尽管可以用完善的优化路由来发现最好的路径。自主网络一般使用多跳,多跳网络可以有一些预定的优选跳跃方案,即多跳网络未必是自主网络。

[0004] 网络中的节点通常最好保持有最近更新的路由表,规定本节点能够将数据分组发送到移动节点。在多跳网络中,使用数据分组路由或类似方式,为所路由的各分组执行以下步骤:当节点接收分组时,它为将数据分组导向目的地的下一跳节点检查其路由表。如果接收节点没有任何的下跳节点,但不是目的地节点,则路由表状态在多跳网络中是不连续的。为更新状态,接收节点可以例如发起到目的地的路由搜索,等到状态被自动更新 (可以基于常规执行) 或简单地响应不具有正确操作路由的前面的站,并且所述前面的站可尝试另一路由。然而,后例并不能真正解决全部的问题,而是轻微的将其缓解。该过程继续,直到数据分组最终到达目的地节点。或者,没有路由列表保持在移动节点中并且路由路径经由会话建立。路由过程和对路由列表的更新可以按多种方式执行,并且现有技术中已报导了许多。

[0005] 今天预想的自主和多跳网络不仅可提供在不同种类的移动节点之间的通信,而且使得移动节点能访问固定网络并因而与其它类型的终端进行通信,访问数据库的信息并且下载用于资料或娱乐等的文件。上述固定网络包括公共交换电话网 (PSTN)、公共陆地移动

网 (PLMN)、局域网 (LAN) 和因特网。对于自主和多跳网络的全面描述给出在 M. Frodigh 等人的“无线自主建网 – 无需网络的建网技术”(参见“Wireless ad hoc networking-The art of networking without a network”, Ericsson Review, pp 248-263 (4) 2000) 中。图 1 示出了示范性的自主网络, 包括比如移动终端 105 的移动节点、PDA 105、膝上型电脑 110 和其它设有比如数码相机 115 的通信设备、以及比如 LAN 120 的设有无线接入点 125 的通信网络和适用于 GPRS 的无线蜂窝通信网络 130。这些网络通常经由路由器 140 与因特网或者公司 IP 网互连。移动节点形成个人局域网 135 (PAN), 在其中它们进行通信并且在不同 PAN 中的移动节点连接到在其它 PAN 中的节点, 并且连接到其它的通信网络。从而各移动节点可通过多跳与所有的其它节点以及通信网络进行通信。

[0006] 自主和多跳网络的组织和优化决非微不足道。在某些情况下, 自主或多跳网络会产生不具生产性的大范围的信令, 因为该信令并不将有效载荷数据提供给目的地节点。自主网的优化表明需要节省无线电资源和功率, 这在大多情况下体现为电池寿命。由于节点的移动性, 网络拓扑可能频繁并且按照不可预测的方式改变。而且, 设备可能突然接通或关断 (或进入某睡眠模式), 导致新的链路出现或者现有链路消失。在这种动态环境中进行路由是一个困难的任务。在该领域已作了大量研究工作, 并在例如 WIPO 出版物 W002/35779 和 W0 03/079611 中有描述。功率问题在上述引用的“爱立信评论”(“Ericsson Review”) 中有描述。W0 02/35779 通过考虑和交换将数据分组转发到其目的地的“成本”, 讲授了按有效方式执行多跳的方法。在 W0 03/079611 中, 讲授了基于对路径损耗和噪声电平估计的、调节用于传输的功率的方法。

[0007] 为了能够执行路由并在该环境移动节点中 (一般还在固定网络中) 保持连接有效, 按小分组的形式交换所谓的信标消息 (或 HELLO 消息)。在一些例子中, 节点还用信标来为各相邻节点维持一跳路由入口的表格, 例如允许节点来执行路由建立和路由维护。优化算法一般大量依赖于信标设置 (beaconing) 的结果。在执行服务质量 QoS 路由时信标设置特别重要, 因为在这种情况下必须对拓扑结构有良好了解。信标还可以用于邻居发现、同步 (在接收信标帧之后, 一个站使用时间标记值来更新其本地时钟), 并用来了解由其它节点支持的数据速率。

[0008] 尽管需要在自主和多跳网络中进行通信, 但是信标设置使用很少的电池功率用于发送、接收和处理信标以及干扰节点的睡眠周期。而且, 信标会干扰正常的数据传输。从而, 数据分组会被破坏并且需要重传, 这样就消耗更多的电池功率, 降低网络中的容量并且引入附加的延迟。此外, 使用功率节省模式的站将需要消耗更多的功率, 因为它们需要被更经常地被叫醒, 这减少了功率节省模式的好处。对于用过的发送功率也可作类似的推理。

[0009] 发明内容

[0010] 在所有的自主和多跳网络中信标设置非常重要 (特别对于 QoS 路由), 因为拓扑结构需要在多跳网络中被良好反映以利于有效操作。然而, 信标传输所生成的开销量会相当大, 用于传输所消耗的功率降低了电池寿命、占用了无线资源并且增加了不容忽略的干扰。

[0011] 现在的课题是提供对自主或多跳网络在拓扑结构获知上所要求的精度并且同时限制上述信标设置的缺陷。

[0012] 本发明的目的是提供一种克服现有技术的缺陷的方法、系统和程序。该目的通过权利要求 1 和 12 所定义的方法、权利要求 30 所定义的系统、权利要求 23 所定义的无线电

节点和权利要求 28 所定义的程序产品来实现。

[0013] 在根据本发明的方法中,信标消息(HELLO 消息)在自主或多跳网络的多个无线电节点之间发送。无线电节点发送其信标的速率基于对网络动态特性的估计。此外,信标的发送功率最好也基于对网络动态特性的估计。无线电节点将它们对网络动态特性的估计基于从相邻无线电节点接收的信标。

[0014] W001/92992 和 W0/0173959 教导网络中无线电节点或路由器向另一个无线电节点传送信标信息的方法。上述节点/路由器传送其信标的速率是自适应的。该速率例如根据物理速度、在与附近的邻居节点的无线电连通性的改变或进一步移动的预期计划来确定。该速率还会受到上述节点/路由器的启动状态的影响。上述物理速度(仅指所讨论的节点/路由器的速度)可根据例如定位装置确定或通过在一时间段监测附近节点的速率来确定。

[0015] 根据本发明的方法可包括以下步骤。本方法应当至少在一个无线电节点中执行,但是最好在网络中尽可能多的无线电节点中执行。

[0016] a)- 定义邻居的子集;其中第一无线电节点:

[0017] b)- 记录并存储与来自至少第二无线电节点的信标消息相关的信标消息或信标参数,该第二无线电节点是子集的一部分;

[0018] c)- 至少根据第二无线电节点基于所接收的信标或信标参数估计网络动态特性;

[0019] d)- 基于对网络动态特性的估计确定信标传输速率。

[0020] 该方法可包括比较网络动态特性估计的步骤,其中如果对网络动态特性的当前估计与对网络动态特性的先前估计有至少预定数量的不同,则该方法进到确定步骤 d),否则该方法继续对子集中的相邻无线电节点进行监控(步骤 a-c)。

[0021] 根据本发明的多个无线电节点的系统形成了自主或多跳网络,其中无线电节点在彼此之间发送信标消息(HELLO 消息)。系统的无线电节点中的至少一个发送其信标的速率是基于对网络动态特性的估计。

[0022] 根据本发明的无线电节点适合与在自主或多跳网络中的多个其它无线电节点进行通信,其中对于多个无线电节点中的无线电节点中的至少一个,无线电节点发送和接收信标消息(HELLO 消息)。系统的无线电节点中的至少一个发送其信标的速率基于对网络动态特性的估计。

[0023] 根据本发明的一个实施例,无线电节点包括发送部分和接收部分,它包括发送器和接收器以及分别与之关联的信号处理单元。接收部分被设置用来接收、存贮和处理多个信标消息以确定对网络动态特性的估计,并且在这点上发送部分被设置用来调节速率,无线电节点发送信标的速率基于对网络动态特性的估计。这可优选地被实现使得接收部分包括用于记录多个信标消息的信标记录模块,并且确定信标参数,该信标参数包括例如各自所接收的信号功率以及所接收的信标消息的到达时间。接收部分还包括用于存储信标参数的存储模块,以及用于执行对由存储模块提供的信标参数进行统计分析的统计处理模块。发送部分最好包含一个信标调节模块,用以基于对由统计处理模块提供的网络动态特性的估计来确定和调节发送的信标消息的传输速率和/或功率。

[0024] 本发明使得在自主或多跳网络中将与信标消息相关的开销最小化成为可能。

[0025] 本发明的一个优点是拓扑图的精度良好,并且在例如由移动无线电节点之间的移

动性引起拓扑结构改变时有效地维持连接。这将改善在网络中用于连接的吞吐量。比如由本发明的方法提供的有效的信标协议,对于提供具有带宽(即数据速率)保证的 QoS(服务质量)的多跳网络特别重要。

[0026] 另一优点是本发明的该方法和装置能显著降低无线电节点的功耗,同时确保拓扑图的精度良好,这将提高无线电节点的电池寿命。

[0027] 本发明的实施例在从属权利要求中规定。若结合附图和权利要求书一起考虑,本发明的其它目的、优点和新技术特征将变得显而易见。

附图说明

[0028] 现在将参考附图来详细描述本发明,其中

[0029] 图 1 是关于多个自主网和到固定网络的接入点的示意图(现有技术);

[0030] 图 2 是关于形成可利用本发明的方法的自主网的节点的示意图;

[0031] 图 3 是关于本发明的方法的流程图;

[0032] 图 4a-f 说明了在会影响按照本发明的方法对网络动态特性的估计的网络中的不同情形;

[0033] 图 5 是根据本发明的无线电节点的示意图。

具体实施方式

[0034] 图 2 是说明其中可有利地使用本发明的方法和装置的自主或多跳无线通信网络 200 的示例的示意图。该网络包括多个移动无线电节点 205:1、205:2、...、205:v、...、205:n。最好各移动无线电节点 205 具有用作路由器的能力。移动无线电节点的示例包括但不限于:移动终端(蜂窝电话)、膝上型电脑和带有无线通信接口的 PDA 以及这些设备的组合。可使用各种无线电传输技术,例如时分多址(TDMA)、空间时分多址(STDMA)、码分多址(CDMA)、载波监听多址(CSMA)或者比如蓝牙™和 WLAN 标准。该网络还可包括具有有限(或没有)路由能力的设备(未示出),它们能与网络中的其它实体进行通信,但是不传送消息。此外,该网络可包括固定无线电节点 215,它最好提供到诸如 LAN、PLMN(即蜂窝系统)和 PSTN 之类的其它通信网络的接入点。

[0035] 移动无线电节点 205 到处移动、进入睡眠模式、例如通过关断而离开网络,其它无线电节点 205 可以添加到该网络。于是就形成了一个一直在改变着的通信网络,其中对于不同的网络和部分网络,改变率和改变幅度会显著不同,而且特定网络例如在不同时间会有不同的特性。在后文中使用的术语“网络动态特性”,指表现出自主网或多跳无线通信网络的动态特性,并且该特性基于对网络中的改变率和改变幅度的测量。

[0036] 前面描述的无线电节点 205,通过用信标(或 HELLO)消息重复发送信令来维持网络,它们需要建立可能的路由路径。信标消息一般代表着网络中的大量的开销和功耗。

[0037] 在根据本发明的方法和装置中,自主网或多跳无线通信网络的移动无线电节点 205 以及也可能有的固定无线电节点 215,基于网络的动态特性在其发送的信标消息和/或在发送信标消息中使用的发送功率中修改周期。根据本发明方法,无线电节点 205、215 基于来自其它无线电节点的输入信标消息决定网络动态特性。从而,可认为本发明的方法分布到各个无线电节点,各节点最好基于网络的本地拓扑结构进行其自身分析和修改。

[0038] 考虑无线电节点 205:v, 本发明的第一实施例包括以下主要步骤, 最好在各无线电节点 205、215 中执行, 该步骤说明在图 3 的流程图中。

[0039] 305 : 定义一个邻居的子集。

[0040] 将网络中的所有无线电节点纳入考虑通常是不可行的。因此, 为移动无线电节点 205:v 定义了一个相邻无线电节点的子集。表示为 NB_v 的子集可包含预定数量的最接近的无线电节点, 例如十个最接近的邻居。或者, 在一个子集中包含预定距离内的无线电节点。最好, 将距离与信标消息的无线电信号的路径损耗相关, 但可使用其它形式的距离测量, 如果可用的话, 比如使用 GPS。

[0041] 310 : 记录和存储信标。

[0042] 移动无线电节点 205:v 记录来自子集 NB_v 中的各邻居的信标消息并存储各个信标消息的信标参数。信标参数例如可包括接收功率、到达时间、发送节点的距离或位置的测量。参数可以通过接收无线电节点导出, 另一种方式是可以由发送无线电节点包含在信标消息中, 或者是这两种方式的结合。

[0043] 315 : 估计网络动态特性。

[0044] 基于来自在子集 NB_v 的邻居的所接收的信标消息的信标参数, 移动无线电节点 205:v 对该无线电节点所经受的网络动态特性进行估计。预定数量的先前接收的信标, 或者在预定时间周期中接收的信标被考虑。所述估计中可考虑对在邻居的子集 NB_v 中的改变幅度和改变率, 最好通过测量相对路径损耗, 即测量移动无线电节点 205:v 与其相邻无线电节点相比的相对速度。从而, 在子集 NB_v 中接近移动无线电节点 205:v 的并以某速度运动的无线电节点, 将比以相同速度运动但距离无线电节点 205:v 较远的另一无线电节点对网络动态特性的估计有更大的影响。换言之, 在网络动态特性的估计中, 移动无线电节点 205:v 的本地区域中的改变将比远程区域中的改变被给予较高的权重。

[0045] 320 : 比较网络动态特性的估计值。

[0046] 如果对网络动态特性的当前估计值与先前不同, 或者最好是具有预定数量的差异, 则算法进到步骤 325。否则, 即在估计值中没有 改变或改变不明显, 移动无线电节点 205:v 继续监控相邻无线电节点以检测网络动态特性的改变, 即步骤 305-320。

[0047] 325 : 确定信标速率。

[0048] 移动无线电节点 205:v 基于从步骤 315 对网络动态特性的估计值确定信标消息的发送速率。

[0049] 330 : 发送信标。

[0050] 移动无线电节点 205:v 发送适于网络动态特性的信标消息。重复步骤 305-320 以确定信标发送速率和 / 或发送功率是否应当被更新。

[0051] 如前所述, 按照与信标发送速率相同的方式, 信标的发送功率可有利地基于网络动态特性被调节。本方法还可包括以下的附加步骤:

[0052] 327 : 确定信标发送功率。

[0053] 移动无线电节点 205:v 确定从步骤 315 基于网络动态特性的估计值来确定信标消息的发送功率。

[0054] 在本发明的第二实施例中, 移动无线电节点 205:v 为其将发送的各信标确定信标速率和 (可能时) 发送功率。步骤 315-325(327) 将由步骤 315' 替代, 且步骤 330 将相应

地由 330' 替代,以对应于:

[0055] 315':确定信标速率和发送功率。

[0056] 移动无线电节点 205:v 基于在子集 NB_v 中的无线电节点的路径损耗历史确定下一个信标的信标速率和(可能时)发送功率

[0057] 330':发送信标。

[0058] 移动无线电节点 205:v 按照在步骤 315' 中的确定来发送适于网络动态特性的信标。

[0059] 这个备选实施例可用更形式化的方式描述,其中无线电节点 205:v 的第 i 个信标的发送功率 $P_{TX}^i(v)$ 和信标速率 $B_{rate}^i(v)$ 可作为路径损耗历史的函数计算:

$$[0060] \quad P_{TX}^i(v) = f_1(G_{j_k}; j_k \in J_k, k \in NB_v), \quad (1)$$

$$[0061] \quad B_{rate}^i(v) = f_2(G_{j_k}; j_k \in J_k, k \in NB_v), \quad (2)$$

[0062] 其中, G_{j_k} 是从无线电节点 k 接收的第 j 个信标的前往无线电节点 k 的路径损耗, J_k 是从无线电节点 k 接收的信标的(可被截短)历史,并且 NB_v 是节点 v 的邻居,以及 f_1 和 f_2 是一些将发送功率和信标速率调整到某预定性能目标的任意目标函数。该等目标函数应当从广义上理解,因为它涉及输入参数的简单线性处理或者更多的含有各种数学工具比如变换、迭代等的高级处理。从上面的公式可以推出,相对于节点的重心具有最大的相对速度的邻居会对发送功率和信标速率有最大的影响。路径损耗(或路径增益)可优选地由那些在信标消息的报头中指明的使用功率电平的信标来确定。基于接收功率电平和对发送电平的认识,不难确定(开环)路径增益。还可使用其它的路径损耗确定方法(例如闭环方法)。除了使用关系式(1)和(2)外,无线电节点 205:v 的第 i 个信标的发送功率 $P_{TX}^i(v)$ 和信标速率 $B_{rate}^i(v)$ 还可根据通过搜索 $P_{TX}^i(v)B_{rate}^i(v)$ 的定义空间而被优化的单个目标函数加以确定。

[0063] 相对于其相对速度的邻居对网络动态特性的估计值的影响在图 4a-f 中示出。图 4a 所示的移动无线电节点 205:v 是对于移动无线电节点 205:1 静止的情形。两个无线电节点很可能都静止不动,但是静止的情形还可能出现在两个无线电节点以基本相同的速度运动时。在图 4b 中,由无线电节点 205:v 接收的来自无线电节点 205:1 的信标被描写为接收信号强度相对于时间的曲线图。这还能看作信标历史 $J_k(k=1)$ 的图示。如图所示,来自移动无线电节点 205:1 的信标以基本恒定的强度接收,除了由于无线电信道的时间中的变化的一些变化之外。在图 4c 和 d 中,移动无线电节点 205:2 在距离移动无线电节点 205:v 的相当大距离处以速度 v 运动。因为在移动无线电节点 205:v 和 205:2 之间的相对速度在它们之间的距离大时会比较小,在由移动无线电节点 205:1 发送以及由移动无线电节点 205:v 接收的信标的接收信号强度中的时间上的改变会缓和,这可以在图 4d 中看出。如果在另一方面,移动无线电节点 205:3 接近移动无线电节点 205:v,如图 4e 所示,并且例如以相同的速度 v 运动,在移动无线电节点 205:v 和 205:2 之间的相对速度会较大。这反映在图 4f 所示的信标的历史中,其中可看出接收的信号强度中的显著改变。

[0064] 由移动无线电节点 205:v 接收的信标的历史可用公知方法进行分析,例如作为在连续信标之间相对差异的简单测量、在所接收信号强度的导数中的改变,或使用更完善的统计方法。

[0065] 在上述情形中,移动无线电节点 205:3 会对由移动无线电节点 205:v 所经受的网络动态特性有最大的影响,它必须将其信标传输速率调整到该无线电节点,通常为较高速率。如果移动无线电节点 205:3 不存在,则移动无线电节点 205:v 将看到一个几乎静止的网络并且因而会使用较低速率。信标的传输功率一般大部分由较远的邻居支配,而不取决于具有高相对速度的近邻居。然而,信标的历史可用来例如预测快速运动的无线电节点不久将需要高的发送功率,如在下文中将进一步讨论。

[0066] 为简单起见,在图 4b、d 和 f 中,信标速率被说明为相等和恒定的。如果本发明的方法由网络中的无线电节点使用,则信标速率为可变参数。这不一定限制对所接收信标的分析。事实上,一个无线电节点发送其信标的速率反映出该无线电节点如何感受网络,因此由另一无线电节点接收的信标速率可被结合到网络动态特性的估计中。注意,在具有高的相对移动性的区域中,信标速率将会高以反应实际拓扑的改变,然而在相对移动性较低的其它区域中,速率会低,因为在网络拓扑结构中没有变化或变化不明显。

[0067] 根据对网络动态特性的估计,在本发明的示范实施例中,可能对网络的未来行为并因此而对适当的未来信标速率和发送功率下结论。这些类型的结论之所以能作出,是由于对来自各无线电节点的历史作了分析。由此能就例如移动无线电节点的相对速度作出结论。预测器可利用该知识,可结合先验知识或所取得的知识来估计未来时间区段的信标速率和发送功率。适当的预测器已成为公知的现有技术,但是会例如基于指数光滑或某种滤波器,这取决于所需的精度。在本发明的第三实施例中,功能性预测包括在其中信标速率和发送功率被确定的步骤中,分别对应于在第一和第二实施例中的步骤 325、327 和 315'。

[0068] 本发明的方法可以按各种方式实现。本发明的第四实施例给出了一个可能的实现示例,在本发明的该实施例中,发送功率和信标速率基于先前的发送功率和信标速率以及在路径损耗中的相对差异的绝对值 $|\Delta G_{jk}|$,即:

$$[0069] \quad \Delta G_{jk} = \left| \frac{G_{jk} - G_{jk-1}}{G_{jk-1}} \right| \quad (3)$$

[0070] 因而发送功率和信标速率可以计算为:

$$[0071] \quad P_{TX}^i(v) = f_1(P_{TX}^{i-1}(v), G_{jk}, \Delta G_{jk}; i \in I, j_k \in J_k, k \in NB_v) \quad (4)$$

$$[0072] \quad B_{rate}^i(v) = f_2(B_{rate}^{i-1}(v), G_{jk}, \Delta G_{jk}; i \in I, j_k \in J_k, k \in NB_v) \quad (5)$$

[0073] 其中 I 为由移动无线电节点 205:v 发送的信标的历史(可被截短)。该实施例方便和有效,因为在考虑相对差异 ΔG_{jk} 时信标历史被“重新使用”。

[0074] 本发明使得在自主或多跳网络中与信标消息相关的开销能最小化。拓扑图的精度良好,并且在例如在移动无线电节点之间的移动性引起拓扑结构改变时连接被有效维持。这将改善网络中连接的吞吐量。例如有本发明的方法所提供的有效信标协议,对于提供具有带宽(即数据速率)保证的 QoS(服务质量)特别重要。

[0075] 适合使用本发明的方法的无线电节点(205)在图 5 中示意说明。本发明的无线电节点包括发送部分 501 和接收部分 502,它分别包括发送器和接收器以及与之相关的信号处理单元。接收部分被设置用来接收、存贮和处理多个信标消息以确定对网络动态特性的估计,并且发送部分设置成基于对网络动态特性的估计来调节无线电节点发送信标的速率。这可被优选地实现,使得接收部分 502 包括用于记录多个信标消息(步骤 310)的信

标记录模块 505, 并且确定信标参数, 该信标参数包括例如各自接收的信号功率以及所接收的信标消息的到达时间, 用于存储信标参数的存储模块 510, 以及统计处理模块 515, 用于执行对由存储模块 510 提供的信标参数进行统计分析 (步骤 315、320)。

[0076] 发送部分 501 最好包括信标调节模块 (520), 用以基于对由统计处理模块提供的网络动态特性的估计来确定和调节被发送信标消息的发送速率和 / 或功率 (步骤 325、327 和 330)。

[0077] 以上描述的实现应当视为非限定性示例。显然, 对于本领域技术人员来说, 上述“模块”应当视为功能性单元, 而不必为物理实体, 并且在该意义上涵盖一些功能上联接的模块。

[0078] 本方法和装置将进一步地明显降低无线电节点的功耗, 并且同时保证拓扑图的精度良好。这将改善移动无线电节点 205 的电池寿命。

[0079] 本发明的方法最好借助于包括用于执行本方法的步骤的软件代码的程序产品或程序模块产品来实现。所述程序产品最好在自主或多跳网络内的多个无线电节点 205、215 上执行。所述程序由计算机可用介质 (比如软盘、CD) 配送或从中下载, 也可通过因特网等传送。

[0080] 虽然本发明结合当前被认为最实际可行的优选实施例而被描述, 但是应当理解, 本发明并不限于所公开的实施例, 相反, 本说明书涵盖在所附权利要求书的精神和范围内包括的各种修改和等价物。

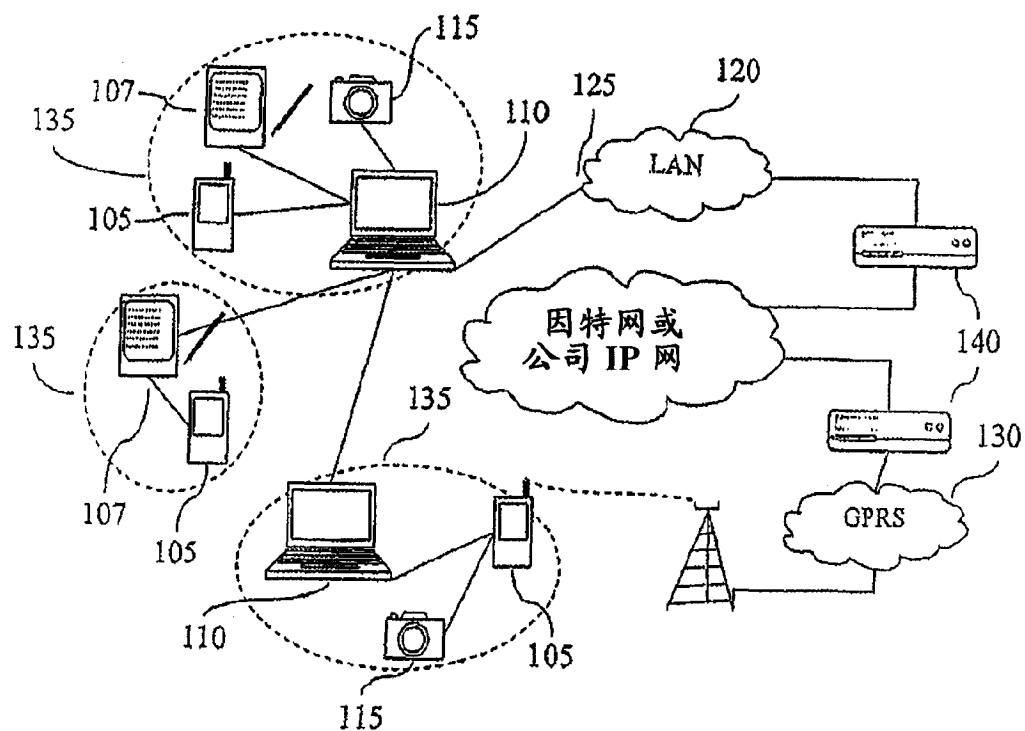


图 1(现有技术)

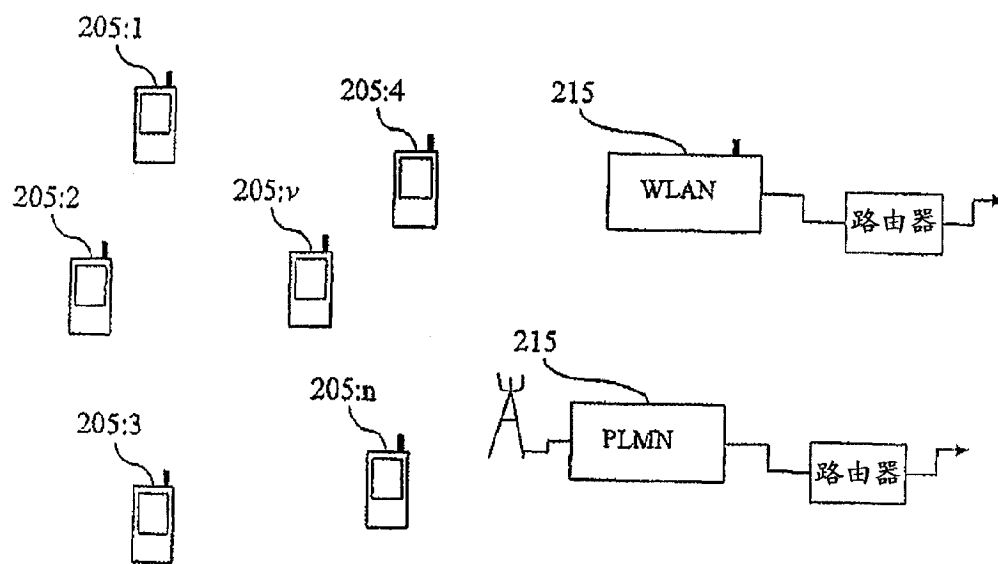


图 2

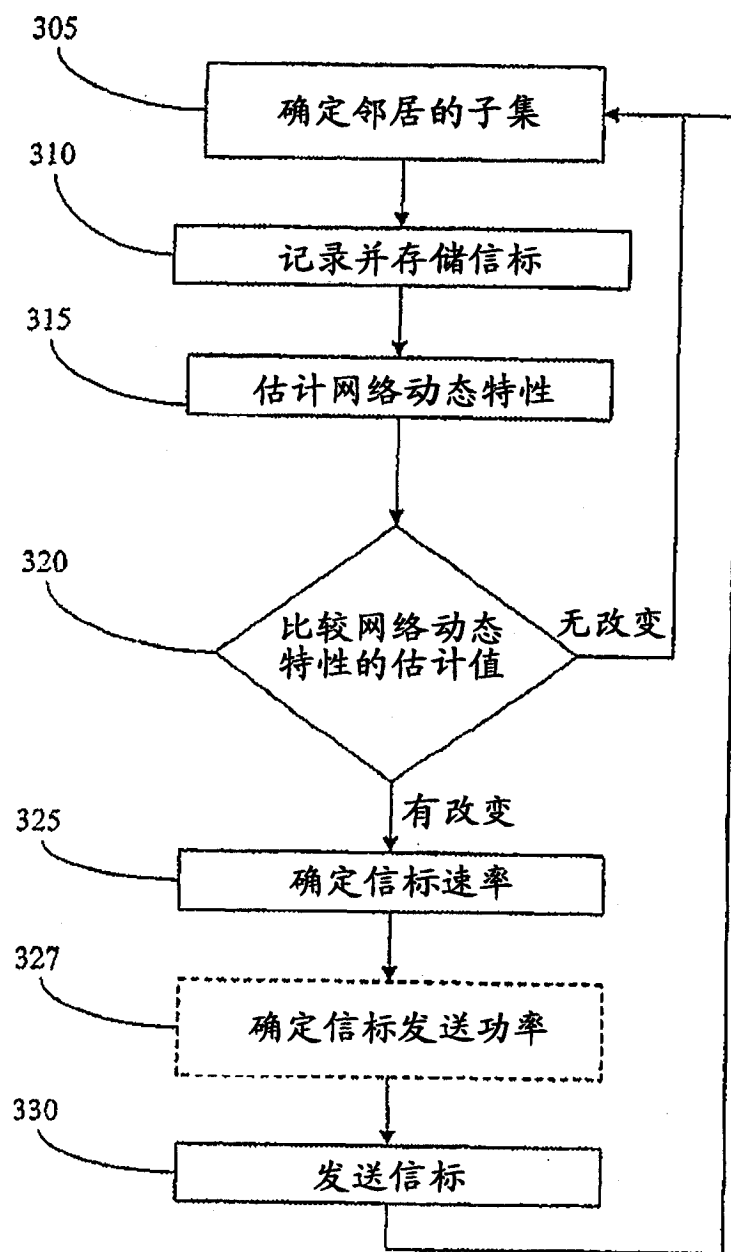


图 3

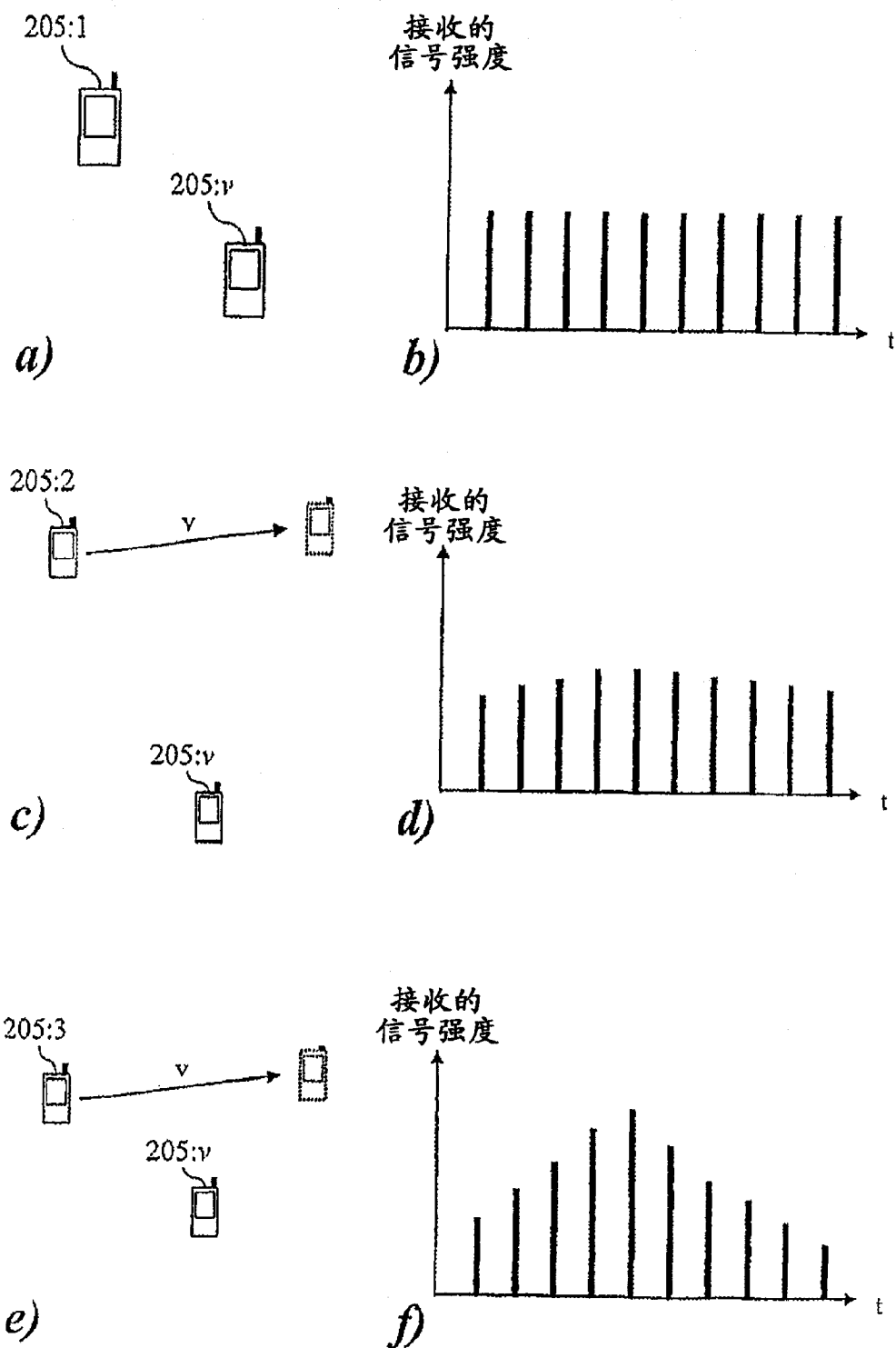


图 4

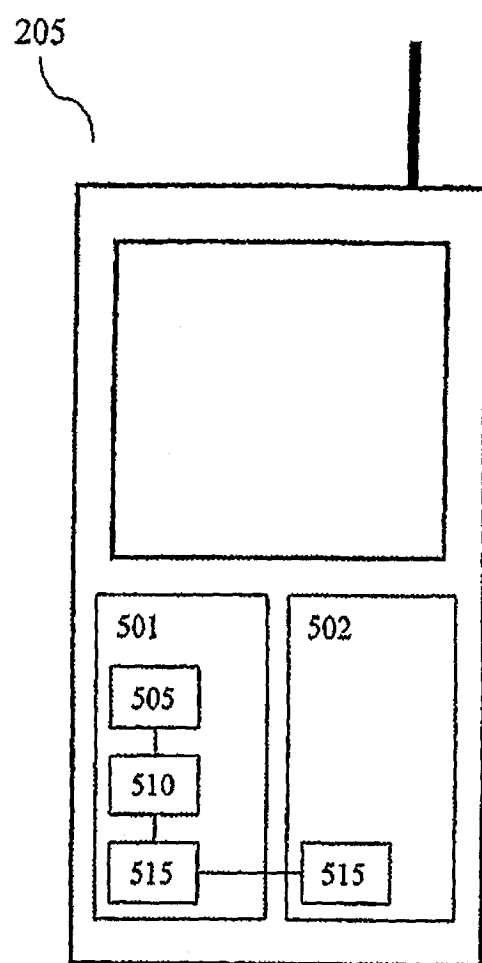


图 5