



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 1943175 B

(45) 授权公告日 2011. 07. 27

(21) 申请号 200680000028. 9

(22) 申请日 2006. 02. 03

(30) 优先权数据

60/649, 760 2005. 02. 04 US

(85) PCT申请进入国家阶段日

2006. 06. 16

(86) PCT申请的申请数据

PCT/JP2006/302284 2006. 02. 03

(87) PCT申请的公布数据

W02006/083021 EN 2006. 08. 10

(73) 专利权人 株式会社东芝

地址 日本东京都

专利权人 特勒克利亚科技公司

(72) 发明人 卡迈什·梅地帕里 大卫·法莫拉里

普拉文·戈帕拉克里希南

儿玉利一 松尾绫子 尾林秀一

法拉马克·瓦基利

(74) 专利代理机构 北京市中咨律师事务所

11247

代理人 杨晓光 李峥

(51) Int. Cl.

H04W 72/08 (2009. 01)

(56) 对比文件

同上.

US 6732163 B1, 2004. 05. 04, 参见说明书第 63 段.

CN 1462523 A, 2003. 12. 17, 全文.

US 2004/0121749 A1, 2004. 06. 24, 参见说明书第 3 段、第 10 段、第 28 段、第 38 段、第 41 段、第 54 段、第 64 段、第 69 段、第 70 段、第 71 段.

CN 1271902 A, 2000. 11. 01, 全文.

审查员 贾青

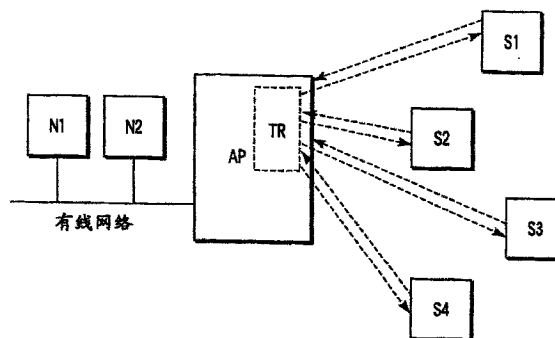
权利要求书 2 页 说明书 20 页 附图 5 页

(54) 发明名称

多类多信道无线 LAN 等的最佳信道分配

(57) 摘要

本申请公开了一种用于改进无线局域网的总吞吐量的系统, 其包括至少一个接入点, 该接入点配备有至少一个被配置为同时利用多个信道在多个频率进行发送和接收的收发机, 并且所述接入点被配置为获取用户的信道条件并基于所述信道条件在所述信道上集中用户的集合。



1. 一种系统,用于改进无线局域网的总吞吐量,其包括:

a) 至少一个接入点,其配备有至少一个被配置为同时利用多个信道在多个频率进行发送和接收的收发机;

b) 所述接入点被配置为获取用户的信道条件并基于所述信道条件在所述信道上集中用户的集合;

其中所述接入点被配置为基于 PACK 算法将用户分配给信道,其中所述 PACK 算法是将具有类似信道增益和通信量特性的用户分配到相同的信道的启发式算法。

2. 根据权利要求 1 中所述的系统,其中,所述至少一个接入点具有单个无线电装置,该装置被配置为动态地改变工作频率。

3. 根据权利要求 1 中所述的系统,其中,所述系统包括用户终端,其被配置为用于至少两个不同的联网规范,并且其中,将第一个所述联网规范的用户置于第一信道,将第二个所述联网规范的用户置于第二信道。

4. 根据权利要求 3 中所述的系统,其中,所述至少两种联网规范包括 IEEE 802.11g 和 IEEE 802.11b 联网规范。

5. 一种改进无线局域网性能的方法,包括:

a) 使接入点同时多个信道上发送和接收通信;以及

b) 基于访问所述接入点的用户的信道条件的强度差别,并基于 PACK 算法将所述用户分离到所述多个信道中不同的信道,其中所述 PACK 算法是将具有类似信道增益和通信量特性的用户分配到相同的信道的启发式算法。

6. 根据权利要求 5 中所述的方法,进一步包括:使所述接入点利用单个无线电装置以动态方式改变工作频率。

7. 根据权利要求 5 中所述的方法,进一步包括:使所述接入点基于信道质量来集中用户的集合。

8. 一种改进与 IP 网络的无线通信性能的系统,包括:

a) 至少一个接入点,其配备有至少一个被配置为同时在多个信道上发送和接收的收发机;

b) 其中,所述接入点被配置为基于信道条件将用户集中到所述信道上;

其中,所述接入点被配置为基于 PACK 算法将用户分配给信道,其中所述 PACK 算法是将具有类似信道增益和通信量特性的用户分配到相同的信道的启发式算法。

9. 根据权利要求 8 中所述的系统,其中,所述至少一个接入点被配置为响应于来自用户站的关联请求,所述用户站被配置为在给定时间仅在所述信道中的一个上发送或接收,其中所述用户站在不同的位置并且能够使用不同的信道速率。

10. 根据权利要求 8 中所述的系统,其中,所述站与有线网络中的节点进行会话。

11. 根据权利要求 8 中所述的系统,其中,所述接入点被配置为能够进行话音业务。

12. 根据权利要求 8 中所述的系统,其中,所述接入点被配置为能够进行分组数据业务。

13. 根据权利要求 8 中所述的系统,其中:

a) 所述接入点被配置为将用户分成多个具有各自吞吐量级别的用户类;

b) 当所述用户被容许时,所述接入点被配置为如下将所述用户分配到所述信道:

(i) 在每一个信道上,所述接入点分配尽可能多的来自各个类的用户,

1) 当所述各个类中的用户的数目少于用于此类的信道容量时,不会有呼叫的溢出通信量,并且所述各个类中的所有用户被分配到该信道;

2) 当类中的用户数目多于此类的信道容量时,出现呼叫的溢出通信量,呼叫将被进一步由所述接入点以逐步方式从较高吞吐量的类开始经过所述类进行分配,从而将具有较高吞吐量的溢出通信量与具有较低吞吐量的通信量相配对。

14. 根据权利要求 8 中所述的系统,其中:

a) 所述接入点被配置为将用户分成多个具有不同吞吐量级别的用户类;

b) 如果所述接入点不能容纳所有用户,则将所述接入点配置为以这样的方式分配用户,即以逐步方式从较高吞吐量的第一类开始经过所述用户类,尽可能地分配更多的用户,然后移至下一类,然后随后的类。

15. 根据权利要求 8 中所述的系统,其中,所述接入点被配置为通过在所述信道中的对应信道上仅容许具有相似信道条件的用户来处理异步呼叫。

16. 根据权利要求 8 中所述的系统,其中,在所述接入点接收与额外接入点的存在相关的外部干扰的情况下,所述接入点被配置为测定所述信道的每一个的利用情况,并建立将被选择的所述信道的子集。

17. 根据权利要求 16 中所述的系统,其中,所述接入点被配置为维持每个所述信道上的信道活动性的移动窗口平均。

多类多信道无线 LAN 等的最佳信道分配

技术领域

[0001] 本发明涉及无线通信,以及更具体地,涉及一些用于最大化无线局域网(WLAN)的总系统吞吐量和性能的系统和方法的优选实施例。

背景技术

[0002] [网络和因特网协议]

[0003] 存在许多类型的计算机网络,其中,因特网是最出名的。因特网是一种全世界范围的计算机网络。今天,因特网是一种公用的、自我支持(self-sustaining)的网络,可由数以百万计的用户使用。因特网使用一组称为 TCP/IP(即,传输控制协议/因特网协议)的通信协议来连接主机。因特网具有称为因特网骨干网的通信基础设施。主要由因特网服务提供商(ISP)控制对所述因特网骨干网的访问,由 ISP 将所述访问出售给公司或个人。

[0004] 关于 IP(因特网协议),通过此协议可以将数据从一台设备(例如,电话, PDA[个人数字助理],计算机等)发送到网络上的另一台设备。今天有各种版本的 IP,包括,如, IPv4, IPv6 等。网络上的主机设备有至少一个 IP 地址,这是其自身的唯一标识符。

[0005] IP 是一种无连接协议。在通信中的端点之间的连接不是连续的。当用户发送或接收数据或消息时,所述数据或消息被划分成称为分组的组分。每个分组被当作独立的数据单元。

[0006] 为了使在因特网或其它类似网络上的点之间的传输标准化,建立了 OSI(开放系统互连)模型。OSI 模型将网络上两点之间的通信过程分为七个叠层(stacked layer),每层加入其自身的功能集。每个设备处理消息,从而存在在发送端点通过每层的下行流(downward flow),而在接收端点通过所述层的上行流(upward flow)。提供所述七个功能层的程序和/或硬件通常是设备操作系统、应用软件、TCP/IP 以及/或者其它传送和网络协议,以及其它软件或硬件的组合。

[0007] 典型地,当消息往返于用户时使用上四层,而当消息通过设备(例如, IP 主机设备)时,使用下三层协议。IP 主机可以是网络上任何能够传输和接收 IP 分组的设备,诸如,服务器、路由器或工作站。为一些其它主机指定的消息不被向上传递到所述较高层,但被转发到其它主机。在 OSI 和其它类似模型中, IP 在第 3 层,即,网络层。

[0008] [无线网络]

[0009] 无线网络可以集成各种类型的移动设备,诸如,蜂窝电话和无线电话、PC(个人计算机)、膝上型计算机、可穿戴计算机、无绳电话、寻呼机、头戴式耳机、打印机、PDA 等。例如,移动设备可包括数字系统,以确保话音和/或数据的快速无线传输。典型的移动设备包括以下组件中的一些或全部:收发机(即,发射机和接收机,包括,例如,具有集成的发射机和接收机,并且如果需要还可具有其它功能的单片收发机);天线;处理器;一个或多个音频变换器(例如,设备中用于音频通信的扬声器或麦克风);电磁数据存储器(诸如, ROM, RAM, 数字数据存储器等,诸如在提供数据处理的设备中);内存;闪存;全芯片集(full chip set)或集成电路;接口(例如, USB, CODEC, UART, PCM 等);以及/或者其它。

[0010] 可以使用无线 LAN 进行无线通信,在其中移动用户可通过无线连接与局域网 (LAN) 相连接。无线通信可包括,例如,经由诸如光、红外线、无线电、微波等电磁波传播的通信。目前存在各种 WLAN 标准,如,蓝牙,IEEE 802.11,以及 HomeRF(家用射频)。

[0011] 举例来说,可利用蓝牙产品在移动计算机、移动电话、便携式手提设备,个人数字助理 (PDA),以及其它移动设备之间提供链路,并提供到因特网的连通性。蓝牙是一种计算和通信工业规范,其具体描述了移动设备如何利用短程无线连接容易地互连或者与非移动设备相连接。蓝牙产生了一种数字无线协议,以解决需要保持数据同步以及设备之间的一致性的各种移动设备的迅速增多而给最终用户带来的问题,从而使得来自不同生产商的设备能够无缝地一起工作。可根据通用的命名概念对蓝牙设备命名。例如,蓝牙设备可以拥有蓝牙设备名称 (BDN) 或与唯一的蓝牙设备地址 (BDA) 相关联的名字。蓝牙设备也可以参与因特网协议 (IP) 网络。如果蓝牙设备在 IP 网络上工作,可以为此蓝牙设备提供 IP 地址和 IP(网络)名称。因而,被配置为参与 IP 网络的蓝牙设备可包含,诸如,BDN、BDA、IP 地址以及 IP 名称。术语“IP 名称”指对应于接口的 IP 地址的名称。

[0012] IEEE 标准,IEEE 802.11 对用于无线 LAN 和设备的技术进行了规范。利用 802.11,可以通过支持几种设备的每一个单个基站实现无线网络。在一些例子中,设备可以被预先装配无线硬件,或者用户可以安装分立的硬件,诸如,包括天线的卡。举例来说,不管所述设备是否为接入点 (AP),802.11 中使用的设备通常包括三种知名的组件,移动站 (STA)、网桥、PCMCIA 卡,或者另一种设备:无线电收发机;天线;以及用于控制在网络中的点之间的分组流量的 MAC(介质访问控制)层。

[0013] 另外,在一些无线网络中可使用多接口设备 (MID)。MID 可包括两个独立的网络接口,诸如,蓝牙接口和 802.11 接口,因而使得所述 MID 可以参与两个分立的网络并与蓝牙设备相连接。所述 MID 可以具有 IP 地址以及与该 IP 地址相关联的通用 IP(网络)名称。

[0014] 无线网络设备可包括,但不限于,蓝牙设备、多接口设备 (MID)、802.11x 设备 (IEEE 802.11 设备包括,例如,802.11a、802.11b 以及 802.11g 设备)、HomeRF(家用射频)设备、Wi-Fi(无线保真)设备、GPRS(通用分组无线业务)、3G 蜂窝设备、2.5G 蜂窝设备、GSM(全球移动通信系统)设备、EDGE(增强数据速率的 GSM)设备、TDMA 型(时分复用)设备或者 CDMA 型(码分复用)设备,所述 CDMA 型设备包括 CDMA2000。每一种网络设备可包含各种类型的地址,这包括但不限于 IP 地址、蓝牙设备地址、蓝牙通用名称、蓝牙 IP 地址、蓝牙 IP 通用名称、802.11 IP 地址、802.11 IP 通用名称或者 IEEE MAC 地址。

[0015] 无线网络还可涉及诸如在移动 IP(因特网协议)系统、PCS 系统以及其它移动网络系统中发现的方法和协议。关于移动 IP,这涉及由因特网工程任务组 (IETF) 产生的标准通信协议。利用移动 IP,移动设备用户可在网络间移动,同时保持其已分配的 IP 地址。参看请求评论 (RFC) 3344。NB:RFC 是因特网工程任务组 (IETF) 的正式文本。移动 IP 增强了因特网协议 (IP) 并增加了当移动设备在其归属网络外进行连接时将因特网流量转发到该移动设备的方法。移动 IP 给每个移动节点分配其本地网络上的归属地址以及标识在网络及其子网中所述设备的当前位置的转交地址 (CoA)。当设备移到不同的网络时,其接收新的转交地址。归属网络上的移动代理将每个归属地址与其转交地址相关联。每次当移动节点利用诸如因特网控制消息协议 (ICMP) 改变其转交地址时,其向所述归属代理发送绑定更新。

[0016] 在基本 IP 路由(即,外部移动 IP)中,典型地,路由机制依赖于以下假设,每个网

络节点总具有不变的与诸如因特网的连接点,并且每个节点的 IP 地址标识其所连接的网络链路。在此文本中,术语“节点”包括连接点,其可以包括诸如用于数据传输的重新分配点或端点,并且其可以识别、处理和 / 或向其它节点转发通信。例如,因特网路由器可以查看例如用于标识设备的网络的 IP 地址前缀等。然后,在网络层次,路由器查看例如用于标识特定子网的一组比特。利用典型的移动 IP 通信,如果用户从诸如因特网断开连接移动设备,并试图在新的子网重新连接它,则需要为该设备配置新的 IP 地址,适当的网络掩码和缺省路由器。否则,路由协议将不能正确地传递分组。

[0017] [已有的无线系统的一些限制]

[0018] 本部分阐明本发明人的一些知识,这并不必然代表现有技术知识。

[0019] 无线网络,特别是无线局域网 (WLAN),诸如基于 IEEE 802.11 的 WLAN 已经经历了显著的成长以及使用增长。比如,举一些例子,在办公室、住宅以及闹市区 (hot spot) 和特定的联网试验台中都可以看到 802.11b 或 Wi-Fi 系统。此外,802.11a 和相对新的 802.11g 标准提供了比 802.11b (比如,可达到 11Mb/s) 更高的数据率 (比如,可达到 54Mb/s)。另外,随着 WLAN 芯片组的成本不断下降,笔记本计算机生产商可以更容易地提供与所有这三个 802.11 下的标准兼容的 WLAN 设备。

[0020] 于是,调查这些或者其它不同 WLAN 系统的性能增强越来越有价值。当前的 WLAN 系统的主要缺陷之一在于所有用户对信道进行时间共享;缺乏维持同时的数据传输的固有能力和。这是由于所有与某个 AP 相关联的终端共享相同的频率、编码和空间所引起的。此外,已经将在 802.11 DCF (分布式协调功能) 中用于介质访问的 CSMA/CA 协议设计为向所有用户提供长期的公平对待,以使得不管其信道数据率的差别,所有用户均具有相同的概率来获得对所述介质的访问。如果对于所有用户产生的流量都相同,他们基本上都能实现相同的长期吞吐量 (long term throughput)。因此,所实现的吞吐量由具有最低传输率的用户所限制。

[0021] 涉及于此背景工作包括,尤其在于,解决 CSMA/CA 协议的长期公平性的工作。参见,例如,以下列出的参考文献 [2,6]。参考 Heusse 等的参考文献 [2],此参考文献考虑了 802.11b WLAN,并示出具有不同数据率的不同用户可实现相同的长期吞吐量,此吞吐量显著低于具有高数据率的用户能够实现的吞吐量。例如,两个各自具有 11Mb/s 信道的 UDP 用户的每一个得到约 3Mb/s 的吞吐量。然而,如果一个用户为 1Mb/s,而另一个用户为 11Mb/s,则他们都获得 0.7Mb/s 的吞吐量。这种现象也被称为 802.11 的基于吞吐量的公平性。参考,例如,以下列出的参考文献 [6]。参考 Tan 和 Gutttag 的参考文献 [6],此参考文献介绍了一种以基于时间的公平性为基础向所有站提供相等的信道时间的方法。这种为不同用户分配相等的时间类似于在 IS856 3G 蜂窝系统中提出的比例公平调度方案所实现的分配。参考,例如,以下列出的参考文献 [9]。为用户分配相同时间使得用户的吞吐量正比于其信道速率。另外,Bianchi 对 802.11 DCF 进行了性能分析,参见参考文献 [17],提供了一种对 Heusse 等进行了改进的有用的分析模型,以解决基础架构模式的 WLAN。

[0022] 此外,已经对蜂窝系统语境下的多信道提供进行了详尽的研究。在那一点上,频率复用的概念实际上和蜂窝系统是同义的。参见,例如,以下的参考文献 [11]。另外,参见参考文献 [10],诸如动态信道分配的技术也众所周知。此外,在自组织网络的语境下的多信道的使用也明显得到了注意。在此,在自组织网络的语境下研究的主要方面包括,例如,

连接性以及最大化空间复用。所述连接性方面包括,例如,路由以及介质访问控制,还包括多信道隐藏终端问题,在其中,当两个相邻节点工作在不同频率时,它们对彼此的传输不可知。以下列出的 So 和 Vaidya 最近的工作,参照参考文献 [7],以及 Raniwala 等,参照参考文献 [18],有助于总结多信道自组织网络中的一些背景发展。

[0023] 虽然已经知道了多种系统和方法,但仍需要可以克服一个或多个以下和 / 或其它限制的改进系统和方法。

[0024] [参考文献]

[0025] ITU Recommendation P.59,“Artificial Conversational Speech,”March 1993

[0026] M. Heusse, F. Rousseau, G. Berger-Sabbatel, A. Duda,“Performance Anomaly of 802.11b,”Proc. of INFOCOM 2003.

[0027] K. Medepalli, P. Gopalakrishnan, D. Famolari and T. Kodama,“Voice Capacity of IEEE 802.11b, 802.11a and 802.11g WLAN Systems,”To appear :Proc. of IEEE GLOBECOM 2004.

[0028] IEEE 802.11b specification,1999, <http://standards.ieee.org/getieee802/download/802.11b1999.pdf>

[0029] IEEE 802.11a specification,1999, <http://standards.ieee.org/getieee802/download/802.11a-1999.pdf>

[0030] G. Tan and J. Gutttag,“Time-based Fairness Improves Performance in Multi-rate WLANs,”Proc. of USENIX 2004.

[0031] J. So and N. Vaidya,“Multi-Channel MAC for Ad Hoc Networks : Handling Multi-Channel Hidden Terminals Using A Single Transceivers,”Proc. of ACM MobiHoc 2004.

[0032] L. Kleinrock and F. A. Tobagi,“Packet Switching in Radio Channels : Part I - Carrier Sense Multiple Access and their Throughput-Delay Characteristics,”IEEE Transactions on Communications, Vol. 23, Issue : 13, Dec 1975, pp. 1417-1433.

[0033] P. Viswanath, D. Tse and R. Laroia,“Opportunistic beamforming using dumb antennas,”IEEE Transactions on Information Theory, vol. 48(6), June 2002.

[0034] I. Katzela and M. Naghshineh,“Channel assignment schemes for cellular mobile telecommunication systems : A comprehensive survey,”IEEE Personal Comm., pp. 10-31, June 1996.

[0035] T. S. Rappaport,“Wireless Communications : Principles & Practice,”Prentice Hall, 2002.

[0036] F. A. Tobagi and L. Kleinrock,“Packet Switching in Radio Channels : Part II - the Hidden Terminal Problem in Carrier Sense Multiple-Access and the Busy-Tone Solution,”IEEE Trans on Comm, Dec 1975, pp. 1417-1433.

[0037] S. Boyd and L. Vandenberghe,“Convex Optimization,”Cambridge University Press, 2003.

[0038] A. Bykadorov,“On quasiconvexity in fractional programming,”-In : “Generalized Convexity,” S. Komlosi, T. Rapesak, S. Schaible (Eds.) / Proceedings

Pecs (Hungary), 1992; Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems, no. 405, Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg-New York, 1994, p. 281-293.

[0039] A. Caprara, H. Kellerer, U. Pferschy, "The Multiple subsets sum problem," SIAM Journal on Optimization, Vol. 11, No. 2, pp. 308-319, 2000.

[0040] C. Koksall et al., "An analysis of short-term fairness in wireless media access protocols," in Proceedings of ACM SIGMETRICS, 2000.

[0041] G. Bianchi, "Performance analysis of the IEEE 802.11 Distributed Coordination Function," JSAC Wireless Series, vol. 18, no. 3, 2000.

[0042] A. Raniwala, K. Gopalan and T. Chieh, "Centralized Algorithms for Multi-channel Wireless Mesh Networks," ACM Mobile Computing and Communications Review (MC2R), vol. 8, no. 2, April 2004.

[0043] IEEE 802.11g-2003, <http://standards.ieee.org/getieee802/download/802.11g-2003.pdf>.

发明内容

[0044] 本发明的优选实施例可显著改进已有的方法和/或装置。

[0045] 根据一些优选实施例,可使用额外的正交维 (dimension of orthogonality) 潜在地将具有最强信道条件的用户与具有最弱信道的那些用户分离 (segregate), 从而改进整体性能。

[0046] 在所述优选实施例中,提供了一种这样的系统,其将多正交信道的并发使用建立为用于提供所述额外的正交维的有利方法。

[0047] 尤其,所述优选实施例可利用多信道实现显著的增益。例如,如在以下部分 IV 中的讨论,可见在具有 C 个信道的多信道 WLAN 中,适当的信道分配可以得到增加的总吞吐量,其大于单个信道吞吐量的 C 倍 (例如,可能实现超线性增益)。

[0048] 参见以上的参考文献 [4], IEEE 802.11b 标准确定了工作于 2.4GHz 频带中的 14 个信道,其中信道号 1、6 和 11 是三个非重叠信道。在 IEEE 802.11a 的情形下,参见以上的参考文献 [5],所述标准中定义的所有 12 个信道 (即,低到中 U-NII 频带的 8 个和高 U-NII 频带中的 4 个) 可以被用在重叠和/或相邻的小区中。关于 802.11g,参考以上的参考文献 [19],由于其为 2.4GHz ISM 频带而设计,其也具有 3 个非重叠信道。

[0049] 然而,可以注意到,尽管适应目前标准的 WLAN 支持这样的多信道,但是它们仅以静态方式使用所述多信道中的一个。在这样的情况下,每个 WLAN 接入点 (AP) 仅对一个信道进行操作。在这样的情况下,对工作信道的选择依赖于应用场景。例如,住宅用户不关心对其 WLAN 接入点 (AP) 将使用的信道的指定。这实际上经常是一些商务、办公室、校园,以及其它专业环境中的情况。在一些更加详细计划的应用中,通过考虑传播特性和所导致的 AP 之间的相互干扰来确定将使用的信道。因而,这种现代的设备仅需要采用配有信道改变能力的单个无线电设备。

[0050] 另一方面,在本发明优选实施例中,每个 AP 配备有能够同时在多个频率发送和接收的收发机。然而,所述终端仍然优选地使用能够以动态方式改变工作频率的单个无线电设备。

[0051] 在此公开中,考虑到了在满足所有用户容许 (admit) 的 QoS 要求的同时,在 WLAN 中最佳地分配载波 (即,频率) 的问题。其中,本公开有助于说明以下值得注意的概念。首先,其示出了最佳信道分配的问题可作为凸优化问题用公式表示和解答。其次,其说明了基于具有相似信道条件的集中用户 (pooling user) 的提出的启发式算法可被用作近似最优策略的方法。第三,量化了最佳信道分配的收益,并说明了就最小化呼叫阻塞概率而言,所提出的启发式算法可以实现接近最佳的性能。以下可看出,所述分析和结果不仅解决了 IEEE 802.11b、802.11a 以及 802.11g 的主要 WLAN 标准,而且进一步进行了扩展,诸如,考虑到了 802.11b 和 802.11g 共存的有用情况。在本发明之前,其它的都没有意识到研究解决这些问题的需求。

[0052] 根据本发明的一些实施例,提供了一种改进无线局域网的总吞吐量的系统,其包括:至少一个接入点,此接入点配备了至少一个被配置为同时利用多个信道在多个频率发送和接收的收发机;所述接入点被配置为获取用户的信道条件并基于所述信道条件在所述信道上集中用户的集合。在一些实施例中,所述至少一个接入点具有单个无线电装置,其被配置为动态地改变工作频率。在优选实施例中,所述接入点被配置为基于启发式算法,并且优选地,基于 PACK 算法,将用户分配给信道。在一些实施例中,所述系统包括用户终端,其被配置为用于至少两个不同的联网规范 (networking specification),并且其中,将第一个所述联网规范的用户置于第一信道,将第二个所述联网规范的用户置于第二信道。

[0053] 根据本发明一些其它实施例,实现了一种改进无线局域网性能的方法,其包括:a) 使接入点同时在多个信道上发送和接收通信;以及 b) 基于访问所述接入点的用户的信道条件的强度差别,将所述用户分离到所述信道中的不同的信道。在一些实施例中,所述方法进一步包括使所述接入点利用单个无线电装置以动态方式改变工作频率。在一些实施例中,所述方法进一步包括使所述接入点基于信道质量来集中用户的集合。

[0054] 根据本发明的一些其它实施例,提供了一种改进与 IP 网络的无线通信性能的系统,其包括:至少一个接入点,其配备有至少一个被配置为同时在多个信道上发送和接收的收发机;其中所述接入点被配置为基于信道条件将用户集中到所述信道上。在一些实施例中,所述至少一个接入点被配置为响应于来自用户站的关联请求 (association request),所述用户站被配置为在给定时间仅在所述信道中的一个上发送或接收,其中所述用户站在不同的位置,并且能够使用不同的信道速率。在一些实施例中,所述接入点被配置为能够进行话音业务和/或分组数据业务。在一些优选实施例中,所述接入点被配置为基于启发式算法将用户分配给信道。

[0055] 在一些例子中,所述接入点被配置为将用户分成多个具有各自吞吐量级别的用户类;当所述用户被容许时,所述接入点被配置为如下将所述用户分配到所述信道:在每个信道上,所述接入点分配尽可能多的来自各个类的用户,当所述各个类中的用户的数目少于用于此类的信道容量时,不会有呼叫的溢出通信量,并且所述各个类中的所有用户被分配到该信道;当类中的用户数目多于用于此类的信道容量时,出现呼叫的溢出通信量,呼叫将被进一步由所述接入点以逐步方式从较高吞吐量的类开始经过所述类进行分配,从而将具有较高吞吐量的溢出通信量与具有较低吞吐量的通信量相配对。

[0056] 在一些实施例中,所述接入点被配置为将用户分成多个具有不同吞吐量级别的用户类;如果所述接入点不能容纳所有用户,则将所述接入点配置为以这样的方式分配用户,

即以逐步方式从较高吞吐量的第一类开始经过所述用户类,尽可能地分配更多的用户,然后移至下一类,然后随后的类。

[0057] 在一些实施例中,其中所述接入点被配置为通过在所述信道中的对应信道上仅容许具有相似信道条件的用户来处理异步呼叫。然而,在一些其它实施例中,在所述接入点接收与额外接入点的存在相关的外部干扰的情况下,所述接入点被配置为测定所述信道的每一个的利用,并建立将被选择的信道的子集。在一些其它实施例中,所述接入点被配置为维持每一信道上的信道负载活动性(channel load activity)的移动窗口平均(movingwindow average)。

[0058] 鉴于以下连同附图的描述,各种实施例的上述和/或其它方面、特征和/或优势将更容易被理解。各种实施例可包括和/或排除不同的可应用的方面、特征和/或优势。另外,各种实施例可以结合可应用的其它实施例的一个或多个方面或特征。不要将对特定实施例的方面、特征和/或优势的描述理解为对其它实施例或权利要求的限制。

[0059] 通过例子参照附图示出本发明的优选实施例,这并不作为对其的限制,附图如下:

附图说明

[0060] 图 1 是描述被建模为四 (4) 状态马尔可夫链的会话语音的示意图, $p_1 = 0.4$, $p_2 = p_3 = 0.5$;

[0061] 图 2 是描述可利用多信道实现的说明性的增益的图表;

[0062] 图 3 是描述 802.11b 的最佳、串行以及 PACK 策略的说明性的吞吐量比较的图表;

[0063] 图 4 是描述 802.11b 的最佳、串行以及 PACK 策略的阻塞概率的说明性比较的图表;

[0064] 图 5 是描述 802.11b 中最佳和 PACK 类型的阻塞用户的说明性数目的图表;

[0065] 图 6 是描述 802.11b 中串行分配类型的阻塞用户的说明性数目的图表;

[0066] 图 7 是描述当每一类中将容许的呼叫的最小分数被设置为三分之一 ($1/3$) 时,最佳方案类型的阻塞呼叫的说明性数目的图表;

[0067] 图 8 是描述八 (8) 信道 IEEE 802.11a 系统中所有信道的说明性的总吞吐量的图表;

[0068] 图 9 是描述作为 8 信道 802.11a 系统中负载的函数的说明性阻塞概率的图表;

[0069] 图 10 是描述 802.11b、802.11a 以及 802.11g 中知名常数的说明性总结的表格;

[0070] 图 11 是架构图,其示出了作为说明性和非限制性例子的多个经由连接到有线网络的接入点进行无线通信的站;

[0071] 图 12 是架构图,其示出了根据一些说明性实施例的具有在多个信道上通信的收发机的接入点。

具体实施方式

[0072] 尽管可以以许多不同的形式实施本发明,在此仍描述了一些说明性的实施例,需要理解的是,本公开的用意是为本发明的原理提供例子,这些例子不是为了将本发明限制为在此描述和/或在此说明的优选实施例。

[0073] 1. 优选实施例介绍

[0074] 无线 LAN 获得了越来越广泛的普及,了解它们在不同应用场景下的性能,并研究能够改进其性能的各种方式,变得很重要。本发明人已经确定潜在的性能增强特征之一是同时使用多个正交信道。然而,相比单个信道的 WLAN,支持多信道和多种用户业务类别(诸如,话音、数据等)的 WLAN,面临资源(信道)分配的问题。

[0075] 在优选实施例中,可以把将呼入(incoming all)最佳地分配到信道之一同时保持单个呼叫的 QoS 要求的问题建模为受约束的优化问题。在优选实施例中,最小化呼叫阻塞概率以及最大化总系统吞吐量是两个令人感兴趣的目标函数。

[0076] 优选地,可采用简单的启发式算法(在此优选为 PACK),其将具有类似信道增益和通信量特性(traffic characteristic)的用户分到相同的信道。显著地,这可以分别为三个主要的 WLAN 系统:IEEE 802.11b;802.11a;以及 802.11g 中的每一个实现接近最佳的性能。对于具有不同信道条件的不同话音用户的情况,可以为 802.11b 系统实现 60% 的吞吐量增加。另外,如下显示,如果不进行这样的集中,呼叫阻塞概率会增加多达 75%。如以下进一步显示,对于例如 802.11g 终端与 802.11b 终端共存的情况,对用户分组可产生级联效益。在这样的情况下,可以将 802.11g 终端放置在与 802.11b 终端所使用的不同的信道。尤其,因而,这可以允许实施者去除诸如 CTS-to-self 和 RTS-CTS 的吞吐量减少的保护方案。如以下进一步显示,当在地理区域中部署多于一个 AP 时,可以以分布式和自适应的方式实现所述最佳方案。

[0077] 在本部分阐明关于所述优选实施例的进一步细节。然后,介绍对使用单个信道的单个 AP 进行容量分析的分析框架。然后,提供了使用并行信道(concurrent channel)的动机,并扩展所述框架,以将使用多信道的 AP 中的信道分配问题公式化。并且,然后解决了当多个 AP 共享地理区域的情况下的信道分配,并提供了数值结果,其量化了信道分配策略的性能。

[0078] 2. 说明性的系统模型

[0079] 参考图 11 和 12,在一些说明性和非限制性的例子中,在基于诸如 802.11 WLAN 的基础设施中至少一个 AP 可以访问 C 个正交频率载波。假设所述 AP 配备有全双工收发机 TR- 即,其能够在所述 C 个信道中的每一个上同时发送和接收,如图 12 所描述。在每个信道上,所述 AP 响应于来自站的相关消息等,进行诸如发送信标的正常 802.11 操作。假设所述站 S1-S4 类似于已有的半双工 802.11 设备,从而其可以在任何给定时间在所述 C 个信道中的仅一个信道上进行发送或接收。通常假设 802.11 基础服务集(BSS),例如,小区中的用户与所述 AP 有不同的距离。因而,不同用户可以使用不同的信道速率。

[0080] 在各种实施例中,用户可以在 WLAN 上运行任何适当的应用程序。然而,优选地,假设所述 AP 知道应用程序通信量描述。利用此信息,所述 AP 可以估计出第 i 个用户所需要的资源 λ_i ,并利用其确定是否容许用户,以及如果可容许所述用户,又是应在哪个信道上容许所述用户。尽管一些实施例可包括多个干扰的 AP,如下讨论,在许多实施例中,更具体地描述于此,采用了支持多信道以及,例如,WLAN 上的话音的独立 AP。在话音业务的情况下,在如图 11 所示的一些说明性的实施例中,假设所述站与例如有线网络中的节点 N1、N2 等进行会话。

[0081] a. 话音业务模型

[0082] 我们使用 ITU 建议来产生会话语音,这在建议 P. 59 中有说明,参考,诸如以上的参考文献 [1]。所使用的话音编解码器是 G. 711 编解码器,其产生速率为 64kb/s 的话音分组。我们假设在所述系统的有线部分发生零延迟,并忽略所有传播延迟。所述 P. 59 建议的显著特征是其将在两个用户 A 和 B 之间的会话建模为(马尔可夫概率分析技术的)四状态马尔可夫链,其状态如下:(a)A 谈话,B 沉默,(b)A 沉默,B 谈话,(c)均谈话,(d)均沉默。图 1 对此进行了描述。在一些例子中,所述状态的持续时间是互相独立且相同分布的指数随机变量,其均值分别是 854 μ s、854 μ s、226 μ s 和 456 μ s。在本发明人的说明性研究中,假设仅当用户处于谈话状态时产生话音分组。即,提出了沉默抑制的简化假设,在其中,当用户沉默时不产生话音分组。

[0083] 在图 1 中,将会话话音建模为 4 状态马尔可夫链,其中 $p_1 = 0.4$, $p_2 = p_3 = 0.5$ 。

[0084] b. 协议层和报头

[0085] 在一个例子中,考虑编解码器分组化间隔(packetization interval)是 10 μ s,所述原始话音分组是 80 字节。在这种情况下,报头由用于 MAC 的 28 字节、用于 UDP 的 20 字节、用于 IP 的 8 字节和用于 RTP 的 12 字节组成。在一些例子中,不加入其它报头来增加所述分组长度;然而,对于每次分组传输都产生物理层报头(802.11b 是 192 μ s,802.11a 是 20 μ s,而 802.11g 是额外的 6 μ s)。

[0086] c. MAC 层描述

[0087] 802.11 MAC 规范定义了用于介质访问的两种模式:中央协调的 PCF(点协调功能)和分布式访问方案 DCF。不同于 DCF,所述标准将所述 PCF 模式指定为选项。此外,由于在控制信道访问的 AP 中涉及的额外复杂性,在商用 WLAN 设备中很少实施这种模式。另一方面,由“会话前侦听(listen-before-talk)”协议对所述 DCF 进行控制,其实质上也被称为 CSMA(载波侦听多路访问)。参考诸如以上参考文献 [8]。在这种情况下,需要发送分组的每个站首先至少在 DIFS(分布式帧间间隔)的持续期间侦听所述信道。如果侦听到所述信道空闲,所述站选择在范围 [0,CW] 中均匀分布的随机后退计数值(random back-off counter value),其中 CW 表示竞争窗口。所述竞争窗口被维持在 SLOT(时隙)的单元中,并被初始设置为 CWmin。一旦选中所述后退计数值,则对于每一个信道被侦听为空闲的时隙,计数器减一。如果在计数器达到零之前侦听到所述信道为忙碌,则停止所述减数处理,仅当再次在 DIFS 期间侦听到信道空闲时才继续执行。在传输之后,发送者期望在 SIFS(短帧间间隔)期间以内接收到确认(ACK)。如果没有接收到 ACK,则假设所述分组被丢失。每次丢失分组(诸如,由于冲突或信道差错)时,竞争窗口增大一倍,直到达到最大值 CWmax。另外,在发送下一个分组之前,在 EIFS(延长的帧间间隔)而不是 DIFS 的持续期间侦听所述信道。所述站进行有限的尝试来重传分组,这由 RETRY_LIMIT 参数指定。在成功传输分组之后,CW 被重置为 CWmin。

[0088] 两个不在彼此传输范围以内的站可能由于众所周知的隐藏终端问题导致在相邻节点处冲突。参看诸如以上的参考文献 [12]。所述标准规定了 RTS(请求发送)以及 CTS(清除发送)消息交换,以减少这些事件。为简化分析,假设所有站都在彼此的无线电范围之内,并且,因此,可以适当地分配 RTS/CTS 周期。

[0089] 图 10 描述了这样的表格,其被标注为表 1,该表格总结了与 IEEE802.11b、802.11a 和 802.11g 系统相关的知名常数。对于 802.11g 系统,需要注意以下几点。虽然 802.11g 工

作在与 802.11b 相同的 2.4GHz 频带,但 802.11b 终端不能解码 OFDM 调制的高速率 802.11g 传输;因此,这会增加冲突的数目。在此,802.11g 标准规定了两种机制,以最小化在高速率 802.11g 用户和低速率 802.11b 用户之间的串扰。遗留(legacy)的 802.11b 用户一向 802.11g 接入点注册,就启动这些机制。图 10 中所示表格的最后一列反映了几个系统变量中发生的变化。遗留终端的第一效果是将所述 SLOT 持续时间由 $9\mu s$ 增加到 $20\mu s$ 。第二效果是在 MAC 层引入额外的消息交换周期,这促进了在 802.11g 和 802.11b 用户之间的和平共存。在以下段落中,描述了在 MAC 层使用的两种保护方法:

[0090] CTS-to-self:此方案中,在通常的 DIFS 侦听时间以及随机后退时间之后,发送者发送 CTS 消息(用其自身地址),以将即将到来的分组传输通知所有相邻的 802.11b 节点。随着所述 CTS 消息之后,发送者等待 SIFS 持续时间,然后发送有效负载分组(payload packet),并照期望在所述 SIFS 时间以内的 ACK。

[0091] RTS-CTS 交换:如果 802.11g 终端尽管使用了 CTS-to-self 处理,仍受到严重的分组丢失,则它们可以选择使用全部 RTS-CTS 交换周期。在此,再次,在所述初始信道侦听和随机后退之后,所述站发送 RTS 消息,并期望在 SIFS 持续时间之后的 CTS。一旦接收到 CTS 分组,则在 SIFS 持续时间之后发送所述有效负载分组。此 RTS/CTS 交换是标准 RTS/CTS 交换。

[0092] 在这两种方案中,必须以所有终端都能够理解的速率发送所述 CTS 和 RTS 消息。因而,11Mb/s 是这些分组的最大速率。另外,需要使用长的 PLCP 报头。于是,除了所述 CTS-to-self 周期以外,所述完整的 RTS/CTS 周期减小了 802.11g 系统的容量。需要注意的是,一旦完成任何一种机制,所述 802.11g 终端使用几乎与 802.11a 终端相同的 54Mb/s OFDM 物理层,只是 SLOT 持续时间更长,为 $20\mu s$ 。

[0093] d. 物理层模型

[0094] 所支持的数据速率是感兴趣标准的函数。于是,在本发明人的研究中,这些只是参数。以下阐明的量化结果用于所支持的最高物理速率。这样,IEEE 802.11b 物理层支持 1、2、5.5 和 11Mb/s,这四种都是强制性的。此外,IEEE 802.11a 具有基于 OFDM 的物理层,并支持 6、9、12、18、24、36、48 以及 54Mb/s,其中 6、12 以及 24Mb/s 是强制性的。并且,IEEE 802.11g 物理层支持 802.11b 以及 802.11a 的数据速率,其强制性速率是 1、2、5.5、11、6、12 以及 24Mb/s。

[0095] 在以下的分析中,为简单起见,假设所述设备静止,且所述信道中不发生差错。然而,由于冲突,仍有可能丢失分组。此外,为简单起见,还假设 BSS 内部的所有用户在彼此以及所述 AP 的范围之内。

[0096] 3. 具有单信道的单个接入点

[0097] 本部分强调如何计算单载波 WLAN 的吞吐量。为说明起见,考虑请求服务的话音和数据用户的总数分别为 V 和 D。我们将所述 V 个话音用户分为 M 个子组,其中,子组内的所有话音呼叫基本上具有相同的信道质量和声码器特性(profile)。优选地,声码器特性指示所述声码器类型(诸如 G.711, G.723 等)以及所述分组化间隔(诸如 10ms, 20ms 等)。可以由 AP 通过在初始化话音呼叫期间分析 SIP(会话初始协议)信令消息来容易地得到此信息。类似地,我们可以将数据用户分成 N 个子组,其中,子组内的所有数据呼叫具有相同的信道质量。注意到,一般而言,数据呼叫被认为是最好的成果,因此数据呼叫不太可能指定

通信量特性（诸如，最小数据率、最大数据率、分组长度等）。如果实际上指定了这样的特性，以说明所述通信量特性的方式形成所述子组。这样的子组划分的净效应是子组内的所有用户基本上具有相同的分组传输时间。我们将第 i 个话音子组中的话音用户的平均有效分组传输时间表示为 T_i^V ，而将第 i 个数据子组中的数据用户的平均有效分组传输时间表示为 T_i^D 。在此的有效传输时间包括用户数据的实际传输时间加上开销时间。基于上述 802.11 DCF 的描述，可以利用 n 次重传之后的有效时间来计算所述有效传输时间 $\bar{T}$ ， T_n 如下：

$$[0098] \quad T_n = (n+1)T_0 + \left\{ \sum_{k=1}^n \min\{2^k CW_{\min}, CW_{\max}\} \right\} \times$$

$$[0099] \quad \frac{SLOT}{2} + n(EIFS - DIFS - CW_{\min} \times \frac{SLOT}{2})$$

$$[0100] \quad T_0 = T_p + T_{Layers} + DIFS +$$

$$[0101] \quad SLOT \times \frac{CW_{\min}}{2} + SIFS + T_{ACK}$$

$$[0102] \quad T_0 = T_p + T_{Layers} + DIFS +$$

$$[0103] \quad SLOT \times \frac{CW_{\min}}{2} + \frac{8 \times CTS}{R} + T_{PHY} + 2 \times SIFS + T_{ACK}$$

$$[0104] \quad T_0 = T_p + T_{Layers} + DIFS +$$

$$[0105] \quad SLOT \times \frac{CW_{\min}}{2} + \frac{8 \times (RTS + CTS)}{R} + 2 \times T_{PHY} + 3 \times SIFS + T_{ACK}$$

$$[0106] \quad \bar{T} = \frac{1}{\sum_{n=0}^{N_{\max}} p_{col}^n (1 - P_{col})} \sum_{n=0}^{N_{\max}} T_n \times p_{col}^n (1 - P_{col})$$

[0107] T_0 的上述三个不同的等式分别用于 (i) 仅 802.11b、802.11a 以及 802.11g，(ii) 具有 CTS-to-self 的 802.11g，以及 (iii) 具有 RTS-CTS 的 802.11g。 P_{col} 是冲突概率，其取值从传输到传输而言是独立的，对于 802.11b 近似为 1/32，对于 802.11a 和 802.11g 近似为 1/16。 $N_{\max}$ 是重传的最大次数。 T_p 是传输原始语音分组所需要的时间。 T_{Layers} 是传输 RTP/UDP/IP/MAC/PHY 报头所用的时间。 T_{ACK} 是传输确认 (ACK) 所用的时间。以及， D 是以秒计的编解码分组化间隔。 T_i^V 和 T_i^D 也是利用上述表达式计算的，不同之处在于所述平均数据分组长度用于 T_i^D ，而所述话音分组长度用于计算 T_i^V 。现在，由于 802.11 DCF 为所有竞争节点提供了等长期信道访问概率 (equal long term channel access probability)，以上系统的总周期时间可按照如下给出（注意：每一节点在此周期内发送一个分组）：

$$[0108] \quad T = \sum_{i=1}^M a_i T_i^V + \sum_{i=1}^N p_i T_i^D$$

[0109] 其中 a_i 和 p_i 分别是所述第 i 个话音和数据子组中的话音和数据用户的数目。如果所述第 i 个话音和数据子组的用户数据分组长度分别为 B_i^V 和 B_i^D ，则对应的吞吐量分别为 $\frac{B_i^V}{T}$ 和 $\frac{B_i^D}{T}$ 。因而，给定载波上的总系统吞吐量为：

$$[0110] \quad S = \frac{\sum_{i=1}^M a_i B_i^V + \sum_{i=1}^N p_i B_i^D}{T} = \frac{\sum_{i=1}^M a_i B_i^V + \sum_{i=1}^N p_i B_i^D}{\sum_{i=1}^M a_i T_i^V + \sum_{i=1}^N p_i T_i^D}$$

[0111] 特别地，在以上推导中，主要集中于所述长期吞吐量 (long term throughput)。在短时标内（例如，数百毫秒），已知 802.11 MAC 呈现出不公平性，不同的用户可实现不同

的吞吐量。例如,参考以上参考文献 [15]。由呼叫消耗资源 (λ) 的概念将是用于容许控制 (admission control) 的量度。实际上,其指示所述 WLAN 系统“专用于”用户的时间分数。在上述参考文献 [3] 中对其进行最初计算,在其中也示出了可以成功地预测 WLAN 的话音容量。在那些分析中,基本思想涉及以马尔可夫链的 4 个状态中的每一个为条件,并计算依赖于有效传输时间的状态。大致而言,每秒产生的分组的数目和每个分组所需要的时间的乘积就是 λ 。基于此方式,可分别将由话音和数据呼叫所消耗的净资源表示为 $\sum_{i=1}^M a_i \lambda_i^V$ 和 $\sum_{i=1}^N p_i \lambda_i^D$ 。因而,剩余资源则为 $1 - \sum_{i=1}^M a_i \lambda_i^V - \sum_{i=1}^N p_i \lambda_i^D$, 并且,如果 $\mu + \sum_{i=1}^M a_i \lambda_i^V + \sum_{i=1}^N p_i \lambda_i^D \leq 1$, 则可以容许资源需求为 μ 的呼入。再者,如上所指出的,将此方式扩展为包括其它通信量类型也是非常简单的,例如,AP 对于通信量特征有着合理的知识。

[0112] 4. 具有多个信道的单个接入点

[0113] 在此部分中,我们考虑在其布置中配备有 C 个载波的单个 AP。为便于说明,考虑用户为话音用户或者分组数据用户。当用户请求访问信道时,AP 决定将哪一个信道分配给所述用户。为简便起见,我们首先考虑将 V 个话音呼叫和 D 个数据呼叫最佳地分配给 C 个载波的问题。很明显,这样的问题只是出于简化目的,并不能用于实际建模。实际上,呼叫通常是以异步方式进入和离开的。因而,AP 不具有在一个步骤中将信道分配给用户的能力。我们后面将描述这种利用所有用户的认识来解决所述信道分配的方式如何有助于促进在呼叫异步地到达和离开时解决所述信道分配问题。在以下部分中,例如,通过以下讨论的超线性增益的概率可以很容易地意识到使用多信道的优势。

[0114] a. 来自使用多信道的增益

[0115] 为了理解来自使用多信道的增益,我们可以通过举例来考虑一种由 3 个用户组成的简单的 WLAN 系统。考虑所有这 3 个用户都使用 UDP 和 1500 字节的分组长度向有线网络发送数据。我们进一步假设第一个用户的信道数据率是 11Mb/s,第二个用户的是 5.5Mb/s,而第三个用户的是 1Mb/s。接着上一部分的分析,成功传输一个 UDP 分组所需要的平均时间大约是 1.99ms、3.17ms 以及 13.8ms。在单信道系统中,所述三个用户时间共享,从而得到吞吐量为 $\frac{1500 \times 8}{1.99 + 3.17 + 13.9} \approx 1.9\text{Mb/s}$ 。在三信道系统中,所述用户的每一个被置于一个信道,以实现 10.7Mb/s 的吞吐量。当有两个信道时,实现最高吞吐量的组合是用户 1 在信道 1,而另外两个用户在信道 2。所得到的吞吐量是 5.5Mb/s。

[0116] 图 2 说明了通过采用多信道可得到的说明性的增益。特别地,图 2 通过超线性缩放示出了总计吞吐量 (例如,条形图样),清楚地提供了使用多信道的动机。注意到,当所有用户在相同的数据率时,不可能有这样的增益。然而,在真实世界环境中,WLAN 用户经历不同的信道条件,得到不同的信道速率。在这样的情况下,多信道可显著改进系统宽度性能。

[0117] 可注意到,尽管有人认为对 3 个用户进行信道分配并不复杂,但是这种想法不能被正确地外推到一般的情况,尤其当考虑到诸如呼叫阻塞率等其它因素时。

[0118] 于是,很明显,此部分为本发明人所进行的研究提供了进一步动机。

[0119] b. 作为线性规划的最佳信道分配

[0120] 扩展在前部分的描述,我们用 a_{ij} 表示被分配到第 j 个频率载波的第 i 个

话音子组中的用户数目。类似地, β_{ij} 为分配到第 j 个频率载波的第 i 个数据子组中的用户数目。根据这些定义, 我们看到当容许所有呼叫时, 则 $\sum_{j=1}^C \alpha_{ij} = a_i, \sum_{j=1}^C \beta_{ij} = b_i$, $\sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^C \alpha_{ij} = \sum_{i=1}^M a_i = v$ 以及 $\sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^C \beta_{ij} = \sum_{i=1}^M b_i = D$ 。我们的问题的目标在于找到 α_{ij} 和 β_{ij} 的值, 使得在满足容许的用户的 QoS 要求的同时实现最大的总系统吞吐量。第 j 个信道上的吞吐量如下给出:

$$[0121] \quad S_j = \frac{\sum_{i=1}^M \alpha_{ij} B_{ij}^V + \sum_{i=1}^M \beta_{ij} B_{ij}^D}{T_j}$$

[0122] 其中, B_{ij}^V (B_{ij}^D) 是第 i 个话音 (数据) 子组以及第 j 个载波中的所述用户的分组长度。 T_j 是第 j 个载波上的总循环时间, 并且其计算方式类似于单 AP 单信道的情况。所有 C 个载波上的总吞吐量为 $s = \sum_{j=1}^C s_j$ 。关于强加的所述 QoS 限制, 我们认为资源消耗的总和限制小于一就足够满足所述容许的呼叫的 QoS 要求。在上述参考文献 [3] 中已经验证了此推断为真。因而, 所述将用户分配到不同信道的问题即为如下优化问题:

$$[0123] \quad \text{最小化: } \theta_v (1 - \frac{1}{V} \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^C \alpha_{ij}) + \theta_d (1 - \frac{1}{D} \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^C \beta_{ij})$$

[0124] 并满足:

$$[0125] \quad \sum_{i=1}^M \alpha_{ij} \lambda_{ij}^V + \sum_{i=1}^M \beta_{ij} \lambda_{ij}^D \leq 1, j=1, 2, \dots, C$$

$$[0126] \quad w_i v_i \leq \sum_{j=1}^C \alpha_{ij} \leq v_i, i=1, 2, \dots, M$$

$$[0127] \quad u_i d_i \leq \sum_{j=1}^C \beta_{ij} \leq d_i, i=1, 2, \dots, N$$

[0128] 在以上公式中, 我们包括了目标函数中的阻塞概率。所述用于话音和数据呼叫的阻塞概率分别是 $(1 - \frac{1}{V} \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^C \alpha_{ij})$ 和 $(1 - \frac{1}{D} \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^C \beta_{ij})$ 。常数 θ_v 和 θ_d 为正, 并可被视为是用于控制在所述话音和数据呼叫阻塞概率之间的折衷 (tradeoff) 的调节点 (knob)。最后, 常数 w_i 和 u_i 分别是容许的第 i 类话音和数据用户类的最小分数。当需要时, 也将这些常数看成是用于在不同类中实施优先权和公平性的调节点。现在可以观察到, 我们已经将满足容许的呼叫的 QoS 的容许呼叫的数目的最大化问题进行了公式化, 从而将其公式化为简单的线性规划 (LP)。然而, 由于优化变量 α_{ij} 和 β_{ij} 是整数值, 我们需要解决整数 LP。尽管可利用内点方法非常有效地解决 LP, 但是, 另一方面, 已经知道, 解决整数 LP 计算强度很大。例如, 参考以上的参考文献 [13]。另一方面, 在所述优选实施例中, 我们采用了启发式算法, 以下对此进行更详细描述。

[0129] 仔细察看所述问题的公式化, 本发明人认为最佳解将沿着容许更多来自具有较低 λ 的组的用户的线。这是我们的启发式算法 PACK 的基础。

[0130] 可注意到, 我们可以将最大化吞吐量包含为所述目标函数的一部分。然而, 我们观察到所述吞吐量的表达是线性分数函数 (linear-fractional function) 的和。很容易可以看出, 通过将 α_{ij} 或 β_{ij} 中的一个以外的其它所有都设置为零来最大化每一个线性分数。

仅对一项赋予非零权重, 所述项对应于 $\max\{\frac{B_i^V}{T_i^V}, \frac{B_i^D}{T_i^D}\}$ 。线性分数函数是拟线性的, 这是因为, 次级和上级 (super-level) 集合都是凸的 (即, 它们是半空间)。然而, 并不要求线性分

数函数的和是凸的。实际上,甚至不保证其是拟凸的。例如,参考以上的参考文献 [14]。我们已经进行了关于吞吐量最大化目标的试验,发现结果不稳定,这表明最大化了非凸(或凹)函数。以下将沿着所述数值结果的表示,提供关于阻塞概率和吞吐量目标的额外的评价。

[0131] c. 我们的 PACK 算法的描述

[0132] 尤其在于,寻求 PACK 算法有两个值得注意的动机。首先,为了进行容许控制和信道分配操作,AP 并不总是能够执行优化过程。第二,优化框架假设所有呼叫几乎同时到达,并且然后,AP 需要决定哪一个呼叫到哪里去。然而,实际上,呼叫异步地到达和离开。因而,具有原地的 PACK 算法可以潜在地帮助解决真实世界中的情况。为便于说明,我们继续考虑已经使用过的模型——即,AP 需要决定哪一个用户到哪一个信道。例如,考虑 N 类用户和 N 个信道。不损害通用性,我们假设以各吞吐量的降序来排列所述类——例如,当所有用户

都是话音用户时, $\frac{B_1}{T_1^V} \leq \frac{B_2}{T_2^V} \leq \dots \leq \frac{B_N}{T_N^V}$ 。如果 AP 确定能够容许所有用户请求的服务,则如下进行。在第 i 个信道上,从分配尽可能多的来自第 i 类的用户。当每一类的用户数少于此类的单信道容量时,不存在溢出通信量。在这种情况下,如上进行的分离不同用户组相同于最大化所述吞吐量等式中的单独的线性分数函数。当一些类中的用户数目超过对应于此类的单信道容量时,在此分配的第一阶段之后,一些呼叫仍保持未分配。在这种情况下,AP 从类 1 开始,以顺序方式检查用户类的列表。例如,如果在信道 1 上发现任何未分配的呼叫,则将它们与包括具有最低吞吐量的用户的信道(信道 N) 相配对。如果信道 N 已经被占用,则尝试将其与信道 $N-1$ 进行配对,等等。一旦所有来自信道 1 的呼叫都得到分配,则前进到信道 2 呼叫,并尝试将其与从 N 开始一直递减直到 1 的信道进行配对。这背后的基本原理在于,当所有用户都得到容许时,感兴趣目标变为最大化由被容许的用户所看到的吞吐量。将具有高吞吐量的溢出用户与具有低吞吐量的用户相配对是一种使资源得到高效利用的方法。

[0133] 现在考虑所述 N 个信道不能完全容纳来自所有 N 个类的所有用户的情况。在这种情况下,最大化被容许的呼叫的数目成为感兴趣目标。在这种情况下,我们需要考虑用户类的排序列表,在其中,以资源消耗的升序进行排序——即, $\lambda_1 \leq \lambda_2 \leq \dots \leq \lambda_N$ 。我们从用户类 1 开始,尽可能多地进行分配,并且如果已经对所有类 1 呼叫进行了分配,我们移至类 2 呼叫,等等。例如,如果类 1 用户占满了所有 N 个信道,则来自所有其它类的用户被阻塞。然而,没有其它方案能容许更多的用户。在限制将被容许的用户的最小分数非零的情况下,我们可以以上述的分离方式容许最小数目的用户(如果可行)。容许剩余的呼叫,以最大化被容许的呼叫的数目。相关地,也可以认为用于最小化阻塞概率的信道分配与多子集求和问题相关。例如,参考前述参考文献 [15]。在所述多子集问题中,有具有不同权重的球, $g_1, g_2, \dots, g_N$, 并且有 N 个容器,其容量均相等。问题在于最大化所述容器的每一个的权重,并且不超出单个容器的容量。解决此问题被已知是 NP 困难的。因而,由于其接近最佳的性能,PACK 算法是一种更有吸引力的解决方法,如以下部分所示。

[0134] 在异步呼叫到达和离开的情况下,AP 更少弹性。在这种情况下,AP 可以简单地在一个信道上容许具有相同信道条件的用户。当所有用户具有相同的通信量特性时,简单,却又最佳。可以认为我们在所述数值结果中提供的结果可用于这种情况。

[0135] 5. 具有多信道的多个接入点

[0136] 在多个接入点的情况下,也可以应用为单个 AP 所描述的方法,但需要进行修改,例如,由于在 AP 之间的干扰,不能在每一个 AP 可使用所有 C 个信道。由于终端用户很少以有组织的方式使用 AP——例如,通过对小区间干扰和频率复用给与特别注意等,这是非常现实的情形。在蜂窝系统和无线 LAN 中的频率复用之间的最重要的区别在于,在蜂窝系统中,干扰用户或多或少具有提高噪声基准的影响。然而,在 WLAN 中,如果在任何高于载波侦听阈值(carrier sense threshold)的电平接收所述干扰信号,所述用户对即将忙碌的信道产生干扰,并因而抑制传输。因此,WLAN 用户在此期间实现零速率,而蜂窝用户仍然可以实现非零速率。

[0137] 当在地理区域使用多个 AP 时,我们显示了这样的解决方法,由此,在任何给定时间,每个 AP 仅使用可用信道的子集。由于 AP 将配备多个信道,将在每个信道上进行载波感应操作。在一些优选实施例中,我们提出使用这些操作以测量所述信道的每一个的利用。

[0138] 例如,所述 AP 可在所述 C 个窗的每一个上维持信道活动性的移动窗口平均,其中窗长为较大值,如,1 千万个时隙。此说明性的例子在 802.11b 的情况下对应于约 3.3 分钟的时间,而在 802.11a 的情况下对应于约 1.5 分钟。一般而言,由于用户的到达和离开可能以分钟为时标发生,用于较小的时间窗的跟踪信道负载可能没有用。尽管如此,不应推断出以较小的时标(诸如,甚至是秒)跟踪所述信道负载必然不会提供任何额外的收益。在数学上,如果我们用 ρ_i 表示信道 i ($i = 1, 2, \dots, C$) 上的负载,则在第 n 个时隙期间,

[0139] $\rho_i = (1 - \frac{1}{T})\rho_i + \frac{10^6}{T}$, 如果第 i 个信道忙碌

[0140] $\rho_i = (1 - \frac{1}{T})\rho_i$, 如果第 i 个信道空闲

[0141] 在上述平均中, T 为用于平均所使用的 IIR 滤波器的时间常数,并被取为 10^7 (即,1 千万)。对于所有信道, C 的初始值取为零。另外,如果 AP 感应到信道在某个时隙中忙碌,或者如果其在此时隙中进行传输,则称信道忙碌。进行了这些更新之后,所述 AP 需要决定其需要使用所述 3 个信道中的哪个,例如,其是否应使用所有 3 个信道,还是仅使用所述信道中的 2 个信道,所述信道中的 1 个信道,或者不使用。可如下进行这样的判定算法:

[0142] • 初始时,例如,当 AP 被引导时,其包括其可用信道集 Ψ 中的所有 C 个信道。可认为作为所述可用信道集的成员的任何信道都被用于赋予用户。

[0143] • 在第 n 个时隙之后,

[0144] 如果 ($\rho_i < \Lambda$),

[0145] 将信道 i 加入可用信道集,即, Ψ ;

[0146] 而如果 ($\rho_i > \Gamma$ 并且 $\text{card}(\Psi) > 0$),

[0147] 从集 Ψ 中移除信道 i 。

[0148] 其中, Λ 和 Γ 是容许和删除阈值 ($\Lambda < \Gamma$),其例如主要由网络操作员控制,而 $\text{card}(\Psi)$ 表示集 Ψ 的基数(cardinality)。定性地, Λ 和 Γ 的较小值表示使用相对少的信道的情况,而较大值指示在所述可用集中的信道数目更大。

[0149] 因而,在每个时隙之后,每个 AP 具有对其将使用的信道的精确认识。如果将被使用的信道总数为 C' ,则所述 AP 可用 C' 代替 C ,进行在名为“具有单信道的单个接入点”部分中所描述的优化。此方式的一些优点可包括:

[0150] • 可以由每一个 AP 以独立的方式决定将被选择的信道的集合——例如,所述解决方案可以是高度分布式的。

[0151] • 每一个 AP 可以在其推断为负载较轻的信道的集合上本地进行最佳呼叫容许控制。因而,此方式可以促进在多个 AP 之间的和谐资源共享。

[0152] 6. 说明性的数值结果

[0153] 我们现在示出数值结果,以说明在一些说明性的例子中我们的最佳信道分配方法的性能。因为,例如,多个 AP 的情况基本上涉及信道子集选择的仅有的额外特征,分析单个 AP 和多个信道的情况具有更重要的作用,至少对初始时而言。对于仅有话音通信量的情况——即, $D = 0$ 的情况,已经得到了所有的数值结果。此选择已说明了这样的情况,即在用户之间的物理数据速率的差别通常是单信道 WLAN 中性能降低的根源。因而,理解这些结论取代了其它目标,例如,应用程序的混合。

[0154] a. 用于 IEEE 802.11b 系统的说明性结果

[0155] 我们首先考虑 802.11b 系统。于是,可将正交信道的数目取为 3。区别所述用户的参数是所述信道条件。在此示例性的研究中,我们取 3 个用户类,其中一些信道数据速率为 11Mb/s,另一些为 5.5Mb/s,余下的为 1Mb/s。作为无需这样的优化的真实世界系统的基准,我们使用将用户连串行容许 (serial admission) 到所述信道上。在接下来的段落中,我们将进一步详细地描述所述串行方法。

[0156] 用户的串行容许 (SA): 这种情况被认为是表示“普通”AP 将进行的操作,在某种意义上,其基本上仅基于呼入所需要的资源和在特殊信道上余下的资源进行容许控制。具体地,所述过程例如如下工作:当呼叫请求到达时,所述 AP 计算此呼叫所需要的资源 (μ),并确定此用户是否可被容许到信道 1。如果已被容许到信道 1 的用户所消耗的净资源 Σ_1 满足 $1 - \Sigma_1 \geq \mu$,则所述用户可被容许到信道 1,并且将 Σ_1 更新为 $\Sigma_1 = \Sigma_1 + \mu$ 。否则,检查信道 2。并且,如果再次失败,则检查信道 3。如果不能将所述用户容许到所述 3 个信道中的任何一个,则取所述呼叫为阻塞呼叫。

[0157] 由上,可知道到达的次序十分重要。例如,如果很多 1Mb/s 的用户在其它用户之前进入所述系统,它们会占用所述信道能够空出的大部分资源,因而阻塞之后到达的高速率用户。对于相同群体大小和用户分布(如,对于一些 11、5.5 以及 1Mb/s 的用户),所述阻塞概率可能变化。因而,在说明性的模拟中,对于相同的用户分布,我们产生 10000 个用户随机到达模式,并计算作为 10000 数值的平均的阻塞概率。类似地,我们测量来自每一个用户随机到达模式的吞吐量,并对 10000 个这样的值取平均。

[0158] 可通过利用诸如 CPLEX 优化工具解决以上部分 4 中描述的整数 LP,从而得到所述优化的分配策略。为比较不同分配策略的性能,我们考虑了不同的负载情形。例如,由 [35 35] 所表示的说明性情形表明在数据速率 11Mb/s、5.5Mb/s 以及 1Mb/s 各有用户 35 个。一共有 105 个话音用户,这些用户请求在 AP 的布置下容许进入所述 3 个信道。对于 ITU 4 状态马尔可夫模型、G. 711 编解码以及 30ms 分组化间隔,这三类用户的 λ 值是 0.032、0.0392 以及 0.104。利用这些 λ 值,每一类用户的容量(假设,例如,不出现其它类别的用户)分别是 31、25 和 9。因而,在单信道上,例如,当话音用户的物理数据速率是 11Mb/s 时,可以支持 31 个同时语音呼叫;或者,例如,当所述物理数据速率分别是 5.5Mb/s 和 1Mb/s 时,可以支持 25 和 9 个同时呼叫。

[0159] 如果考虑这种负载情形下的用户串行容许,我们发现,平均而言,我们可实现高达,例如,约 51% 的阻塞概率。在所述示例性的研究中,对应的吞吐量为 6.4Mb/s。特别地,尽管此例中有 35 个用户,所述说明性的模型假设这些用户中的每一个正在和有线网络中的节点交谈。因而,每个无线用户优选地对应于两个数据流,一个从有线到无线,而另一个从无线到有线。当计算所述吞吐量时需要考虑到乘以 2。通过将所述 SA 的吞吐量与所述最佳策略进行比较,我们注意到 SA 不仅阻塞概率高出 73%,而且其 受到吞吐量惩罚 (throughput penalty)。所述最佳方案实现了较低的阻塞概率,同时实现了近 47% 的吞吐量提高。

[0160] 图 3 和 4 总结了这些示例性的结果。具体地,图 3 示出了用于 802.11b 的最佳、串行以及 PACK 策略的吞吐量比较,而图 4 示出了用于 802.11b 的最佳、串行以及 PACK 策略的阻塞概率的比较。

[0161] 我们最初注意到所述优选的 PACK 算法实现了基本上接近于最佳策略所能获得的吞吐量和阻塞概率。图 3 示出了所有三个信道在 [30 30 30]、[35 35 35] 以及 [40 40 40] 这三种负载情形时的总吞吐量。可看出,对于 SA 方案,所有这三种情况时的吞吐量都饱和为 6.4Mb/s。所述吞吐量已饱和而不会降低的原因在于,即使在 SA 方案中,我们优选地在进行容许控制。一旦所述净资源消耗接近一,就不再容许用户。

[0162] 在这些负载制度中,所述最佳方案的吞吐量约比采用随机到达的 SA 方案高出 60%。下一个感兴趣的量度是阻塞概率,这在图 4 中描述。再一次,所述 SA 方案实现例如比所述最佳方案高 75% 的阻塞概率。这些结果清楚地表明,例如,诸如 PACK 算法所完成的,所述集中用户的值基于信道质量。

[0163] 我们现在通过信道类型考虑被阻塞用户的数目。图 5 画出了通过解决整数 LP 得到的被阻塞用户的数目。具体地,图 5 描述了 802.11b 中的类型——最佳方案以及 PACK 的被阻塞呼叫的数目。如所述,在这种情况下转移到较低的信道数据速率的具有较高 λ 的用户是最可能被阻塞的。对于所有三种负载情况,PACK 所得到的信道分配基本上与最佳方案相同。于是表明当我们选择具有最佳信道条件的用户时,可容许最多数目的呼叫。

[0164] 在 SA 的情况下,如图 6 所示,由于不同用户类没有表现出差别,所有类经历了相同数目的被阻塞呼叫。具体地,图 6 示出了 802.11b 中的类型——串行分配的被阻塞呼叫的数目。此外,将被容许入的呼叫的数目对于给定的信道容量基本上保持不变。因而,随着负载增加,被阻塞呼叫的数目也基本上增加同样的量。例如,当我们从 [30 30 30] 到 [35 35 35] 时,图 6 中的每个条形增加 5。关于吞吐量对于阻塞概率的比较,尽管可能主张最佳和 PACK 的更高的吞吐量是被容许的用户的数目更多的结果,容许更大数目的具有更好信道条件的用户数目的事实实现了更好的性能。

[0165] 上述结果基于这样的假设,将任何类中容许的用户的最小分数设置为零。这正是 1Mb/s 用户的被阻塞呼叫的数目非常高的原因。为此,我们可以考虑把将被容许的用户的最小分数 (在我们的公式中为 w_i) 改变为,例如,所有用户的 1/3。图 7 中示出了所述最佳策略类型所得到的被阻塞呼叫的数目。具体地,图 7 描述了当将每一类中将被容许的呼叫的最小分数设置为 1/3 时最佳方案类型的被阻塞呼叫的数目 (具有公平性的最佳类型的被阻塞用户的数目)。如所示,除了 1Mb/s 之外的用户也被阻塞。然而,可注意到,所述最佳策略仅容许最小数目的低速率用户,并尽可能多地容许余下的高速率用户。此外,相比当 $w_i = 0$

时增加的总吞吐量,当负载由 [30 30 30] 改变为 [35 35 35] 再改变为 [40 40 40] 时,所述吞吐量实际上从 8.1Mb/s 降低到 8Mb/s 再降低到 7.6Mb/s。可由更大分数的低数据速率的用户被允许进入所述系统来解释此效果。

[0166] b. IEEE 802.11a 系统的说明性结果

[0167] 在此部分中,我们介绍 IEEE 802.11a 系统的说明性结果。如前所述,802.11a 标准允许我们具有 12 个信道。进一步地,与 802.11b 中的 3 相比,802.11a 中所使用的数据速率的数目是 8。作为一些例子,我们提供了当仅使用所述 12 个信道中的 8 个的情况下的结果。802.11a 系统中支持的所述 8 个不同的数据速率包括 6、9、12、18、24、36、48 以及 54Mb/s。对应于那些数据速率的单信道话音容量分别是 51、69、81、100、113、130、142 以及 145。在此,我们为 802.11a 定义如下三种负载情形。

[0168] 情形 A:其中每个数据速率的用户数对应于具有此速率的单信道容量(例如,负载向量是 [51,69,81,100,113,130,142,145])。

[0169] 情形 B:其中每个数据速率的用户数等于 145。

[0170] 情形 C:其中每个数据速率的用户数等于 200。

[0171] 图 8 和 9 示出了这些情形各自的结果。具体地,图 8 描述了 8 信道 IEEE 802.11a 系统中所有信道上的总吞吐量,而图 9 描述了作为 8 信道 802.11a 系统中负载的函数的阻塞概率。

[0172] 首先,可再次看出,所述 PACK 算法可实现几乎与所述最佳的性能相同的性能。此外,当负载使得对应于数据速率的用户数等于此数据速率的单信道容量时(例如,情形 A),到达的次序无关紧要。这意味着 SA、最佳以及 PACK 均可实现相同的性能。这可解释如下。如果将容许用户于信道上比作容器填充问题,则对于固定的容器和球尺寸(例如,不同的球大小不同,但是需要它们都很小),只要球的总数不超过容器总容量,可以填充所述容器而不管选择所述球的顺序。

[0173] 接下来,随着进行到较高负载的情形,我们看到 SA 开始承受吞吐量惩罚,而所述最佳和 PACK 策略实际上呈现吞吐量增加。注意到从情形 A 到 B 到 C 低信道速率的用户数增加,就可以理解此降低的原因。由于信道容量被固定,这些低速率用户(例如高资源消耗者)在高速率用户之前到达的概率增加。因而,容许了更多数目的低速率用户,阻塞了更高数目的高速率用户。SA 方案均匀地容许所有用户,而最佳策略接受具有更好信道条件的更大分数的用户。同样的概念也可以扩展到,例如,从每一数据速率中取出 200 个用户的情况。

[0174] 对于所述三种情形,各种数据速率中允许进入的用户数和 802.11b 的结果一致。这表明 SA 实质上阻塞所有用户,而最佳和 PACK 阻塞大多数低数据速率用户。很显然,和 802.11b 不一样,802.11a 的 PACK 分配与最佳分配略有不同,其比最佳总共多阻塞 3 到 4 个用户。

[0175] c. IEEE 802.11g 与 IEEE 802.11b 共存的说明性结果

[0176] 如上所述,IEEE 802.11g 系统在 ISM 频带中工作,并且需要与 802.11b 设备向后兼容。在缺少 802.11b 终端的情况下,802.11g 用户可以使用 OFDM 规范,而无需采用任何保护机制。因此,单独的 IEEE 802.11g 系统的性能和呼叫承载容量基本上与 802.11a 系统相同。于是,在此为 802.11a 系统示出的结果基本上相同地适用于单独的 802.11g 系统。然

而,当考虑 混合 802. 11b 和 802. 11g 的情形时,情况有所不同,因为,例如,上述的两种保护机制。

[0177] 为便于说明,我们考虑一组 802. 11b 用户的情况,其所有成员均为 11Mb/s,并且正在与有线网络上的节点进行话音通信,并且,除了该组 802. 11b 用户之外,还有两组 802. 11g 用户。在此例中,所述第一组 802. 11g 用户由 145 个用户组成,他们都使用 CTS-to-Self 保护机制。另一方面,所述第二组由 145 个用户组成,他们都使用 RTS-CTS 循环。在此例中选择数目 145 是因为这是单独的 802. 11g 系统的单载波话音容量。类似地,三十一个 802. 11b 用户对应于所述 11Mb/s 的单用户容量。所述具有 CTS-to-Self 的 802. 11g 系统可支持 57 个话音呼叫,而当使用 RTS-CTS 保护时其仅可支持 41 个呼叫。这些数目直接反映了当 802. 11b 和 802. 11g 共存时,使 802. 11g 分组通过所需要的时间显著增加,尤其在所述 RTS-CTS 保护的情况下。在这种情况下,对用户进行分组使得所有 802. 11b 用户被分配到一个信道,所有 802. 11g CTS-to-Self 用户被分配到第二个信道,并且所有 802. 11g-RTS-CTS 用户被分配到第三个信道。现在,由于所述第二和第三信道中都没有 802. 11b 用户,所述 802. 11g 用户不需要使用 CTS-to-Self 或 RTS-CTS 过程。于是,我们可以在所述信道的每一个中支持所有 145 个用户。由于也可以通过单信道支持三十一个 802. 11b 用户,我们发现分组实现了零阻塞概率。所对应的吞吐量近似达到了 40Mb/s。

[0178] 如果将要使用所述 SA 策略,可看到所述阻塞概率接近于约 60%,而吞吐量仅仅约 17Mb/s。此运用表明分组用户如何在性能增益方面产生级联效应。可基于其资源消耗分离 802. 11b 和 802. 11g 用户的事实已导致了完全使用所述 802. 11g 系统的高速容量的间接增益。

[0179] 7. 说明性的呼叫设置事项

[0180] 我们现在描述可由所述 AP 和移动点 (mobile) 用来在适当信道上容许用户的两种可能的方法。所述第一种方法不需要任何标准支持,而所述第二种方法假设可对 802. 11 管理消息进行一些改变。

[0181] 直接关联:所述站利用由所述 AP 发射的信标在所述 C 个信道的每一个上测量 SNR(信号噪声比)。其以 SNR 的降序对信道进行排序。其在最强的信道上发送关联消息(无需指示其它信道质量或通信量类型/特性)。如果没有接收到关联响应,其尝试所述次序中的下一个信道,等等。只要当前信道上的总资源消耗小于一,所述 AP 将在接收到关联请求之后发送关联响应。如果其成功地进入到所述 C 个信道之一,所述站将开始发送和/或接收通信量。在此阶段,如果所述站进行话音呼叫,则所述 AP 可以分析 SIP 信令消息,以得到诸如编解码器类型、间隔大小等信息。类似地,对于数据通信量,其可以确定由 TCP 使用的 MSS(最大段长度)。利用这些参数,所述 AP 可以确定由此呼叫所消耗的资源。另外,优选地使用在此描述的优化方法,其可以确定用于此站的正确信道。确定这个之后,优选地,其可以继续将所述用户维持在当前信道上,或者,解除所述站与当前信道的关联并当此站在正确信道上发送关联请求时发送关联响应。

[0182] 这种方法的一个潜在的缺点在于呼叫设置的等待时间。所述站可能需要顺序地尝试所述信道的每一个,且进行两次:第一次用于所述 AP 获得通信量信息,而第二次用于,已知所述 AP 具有其将此用户最佳地分配到信道时所需要的所有信息时,分配给所述正确信道。在 802. 11b 的情况下,由于仅有三个信道,相比具有 12 个信道的 802. 11a,等待时间不

会那么高。然而,由于所述等待时间仅存在于呼叫设置阶段,能够避免对标准消息格式的改变将是一种有吸引力的解决方案。

[0183] 利用测量列表的关联:需要系统资源的站可以通过调谐到所述 C 个信道中的每一个来监控不同信道上的信标,并选出对应于最强的接收的信标的 AP。然后,其向所述信道上的 AP 发送关联消息。所述 AP 接收所述关联消息,并通过利用信号强度测量(对所有 C 个信道)以及所述消息中的通信量类型(诸如话音、数据)子字段,确定是否在该信道上容许所述用户。明显地,需要修改所述 802.11 标准关联消息来支持这样的决策。鉴于此,如果所述 AP 决定允许所述用户进入所述相同的信道,优选地,其将在所述关联响应消息中表达出来。然而,如果所述 AP 决定允许所述用户进入另一个信道,优选地,其将在所述关联响应消息中指明对应的信道。

[0184] 本发明的广义范围

[0185] 在此虽然已经描述了本发明的说明性的实施例,然而,本发明不限于在此描述的各种优选实施例,而是包括本领域技术人员基于本公开可以理解的任何和所有具有等效元件、修改、省略、组合(诸如交叉各个实施例的方面)、适应和/或改变。需要基于权利要求中所采用的语言,对权利要求中的限制进行广义理解,而限于本说明书中或者在本申请审查期间所描述的例子,需要将这些例子理解为非排它的。例如,在本公开中,术语“优选地”是非排它的,其意味着“优选地,但并不限于”。在此公开以及此申请审查期间,装置加功能或者步骤加功能的限制将仅被用于具体的权利要求限制中,所有如下条件体现该限制:a)明确地表述了“用于...的装置”或“用于...的步骤”;b)明确地表述了对应的功能;以及c)没有对结构、材料或者支持所述结构的行为进行表述。在此公开中以及在此申请的审查期间,术语“本发明”或“发明”可用于指代本公开中的一个或多个方面。不应将术语本发明或发明错误地理解为关联程度的判定(identification of criticality),将其错误地理解为可适用于所有方面或实施例(即,应理解为,本发明具有多个方面和实施例),并且不应将其错误理解为限制本申请或权利要求的范围。在此公开以及此申请的审查期间,术语“实施例”可用来描述任何方面、特征、过程或步骤、任何其组合、以及/或者其任何部分等。在一些例子中,各种实施例可包括重叠的特征。在此公开中,将采用以下缩略术语:“e.g.”表示“例如”。

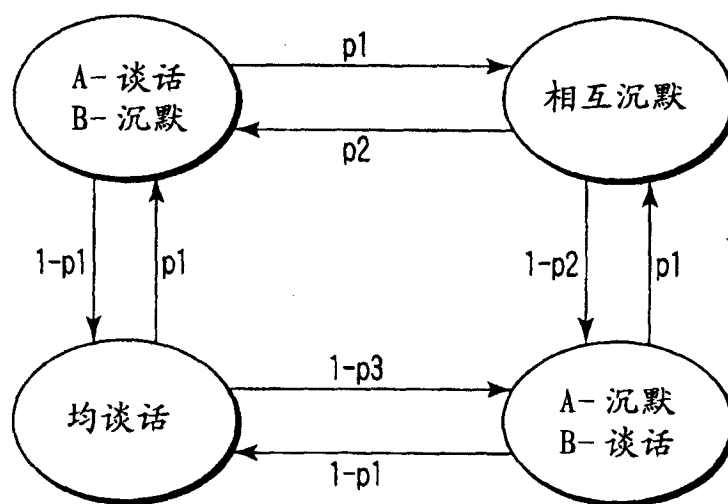


图 1

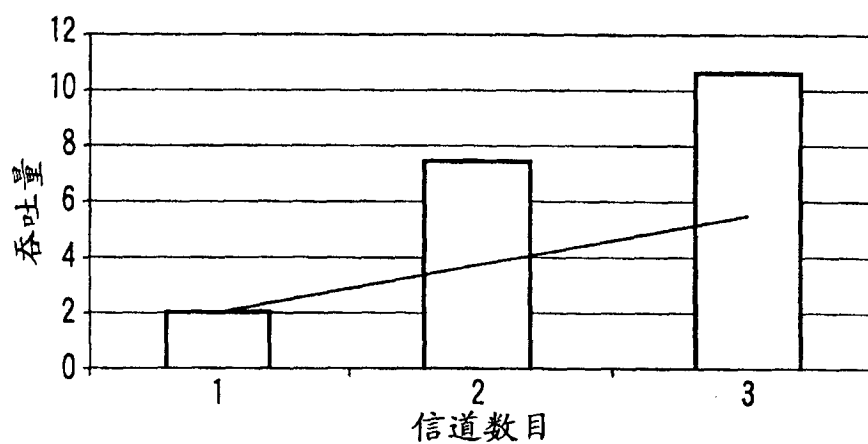


图 2

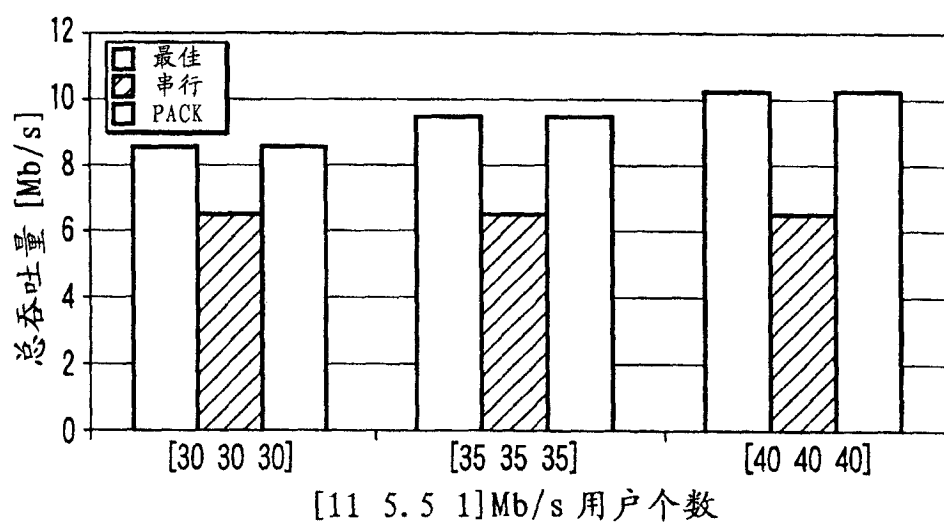


图 3

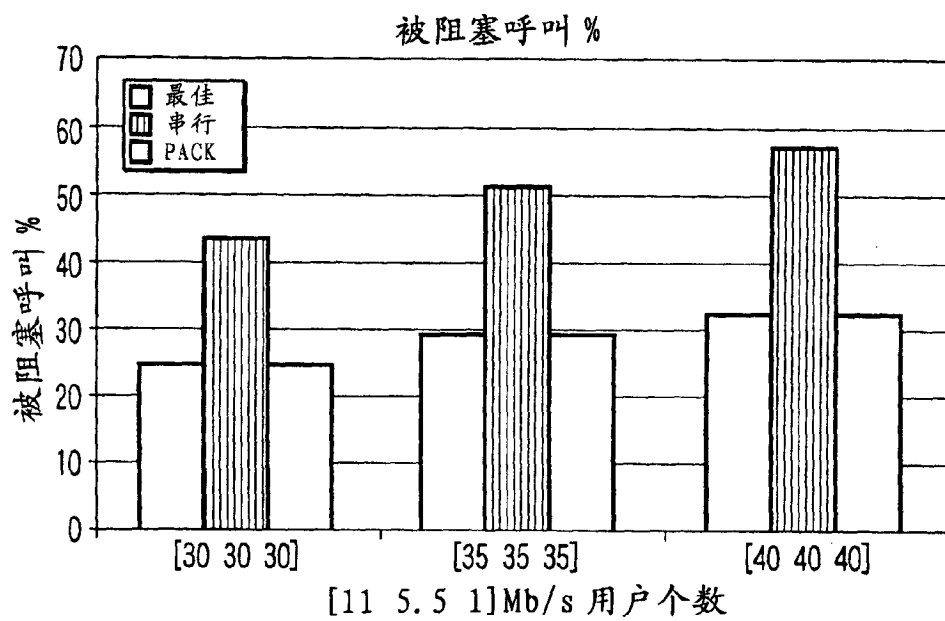


图 4

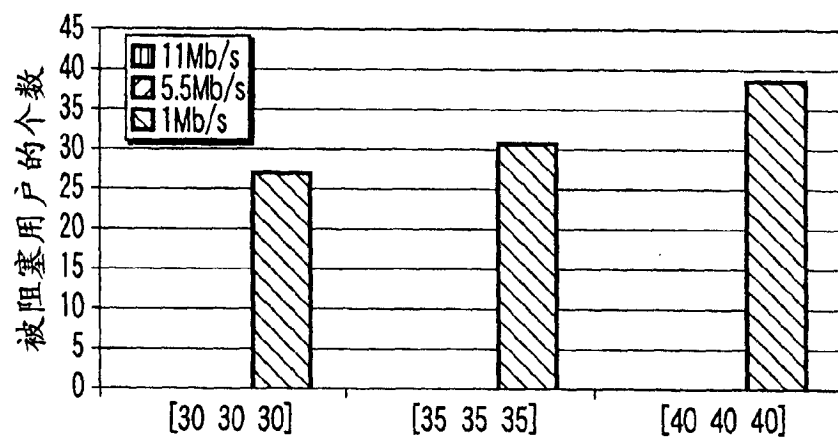


图 5

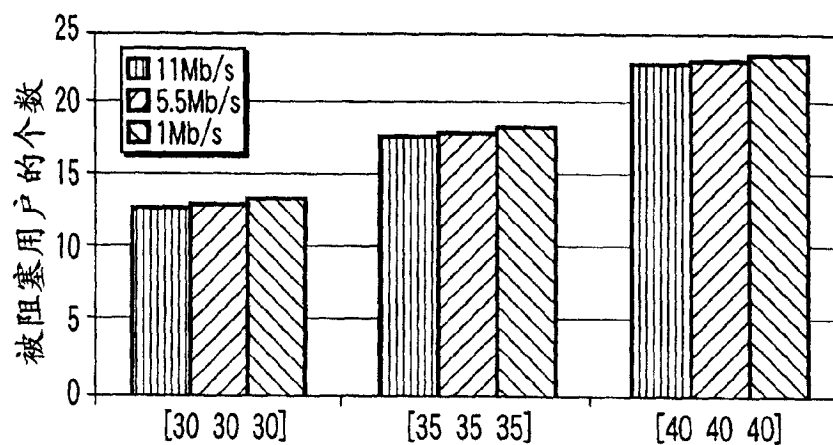


图 6

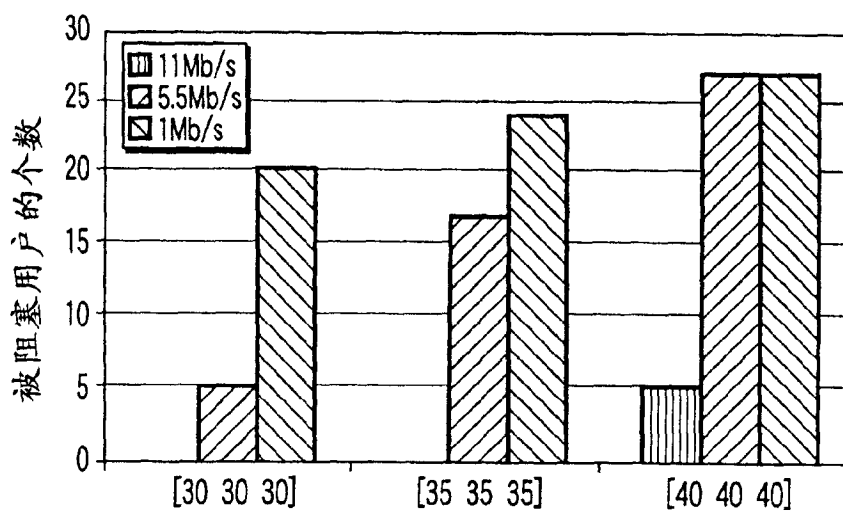


图 7

总吞吐量 [Mb/s]

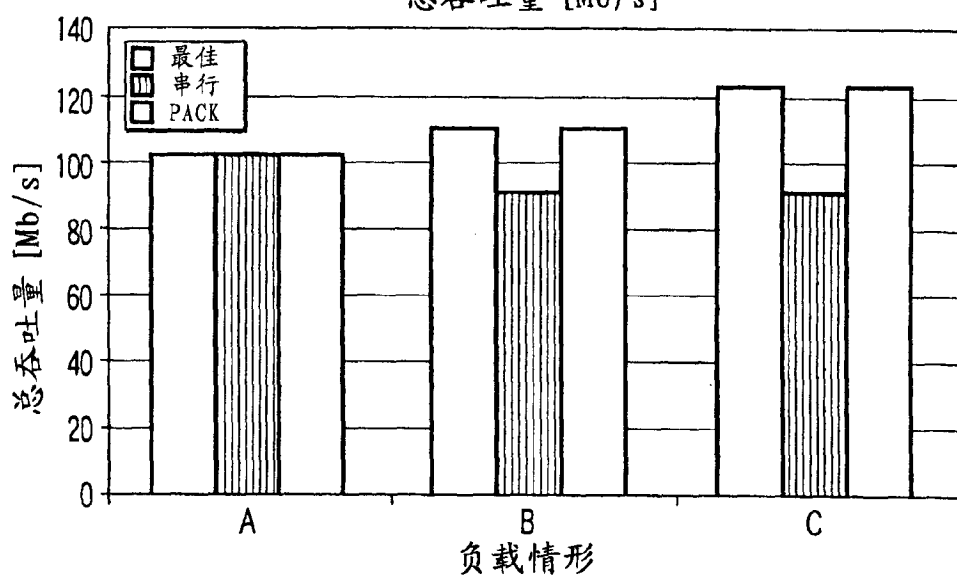


图 8

被阻塞呼叫 %

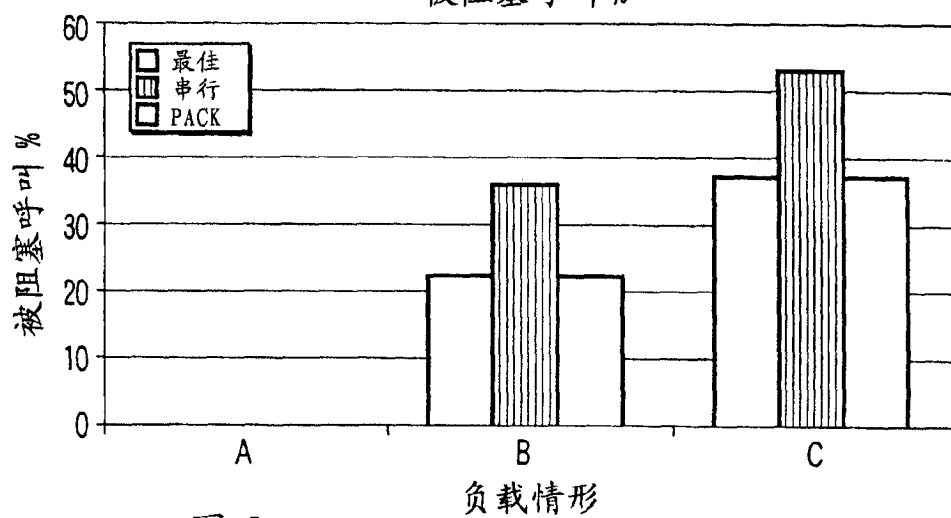


图 9

参数	数值			
	802.11b	802.11a	只有 802.11g	802.11g + 遗留
SLOT	20 μ s	9 μ s	9 μ s	20 μ s
SIFS	10 μ s	16 μ s	10 μ s	10 μ s
DIFS (SIFS+2X SLOT)	50 μ s	34 μ s	28 μ s	50 μ s
EIFS (SIFS+K+ 前同步码 +PLCP+DIFS) K=8 $\times$ ACK/Min_Mand_Rate	364 μ s	90 μ s	8 μ s	192 μ s
前同步码长度	144 μ s, 长 72 μ s, 短	20 μ s	20 μ s	20 μ s
最小强制数据速率 [Mb/s]	1	6	6	1
PLCP 报头长度	48 μ s, 长 24 μ s, 短	4 μ s	4 μ s	4 μ s
RTS 大小 (字节)	20	20	20	20
CTS 大小 (字节)	14	14	14	14
ACK 分组长度 (字节)	14	14	14	14
CWmin (SLOT 的单元)	31	15	15	15
CWmax (SLOT 的单元)	1023	1023	1023	1023
信号扩展	N/A	N/A	6 μ s	6 μ s

图 10

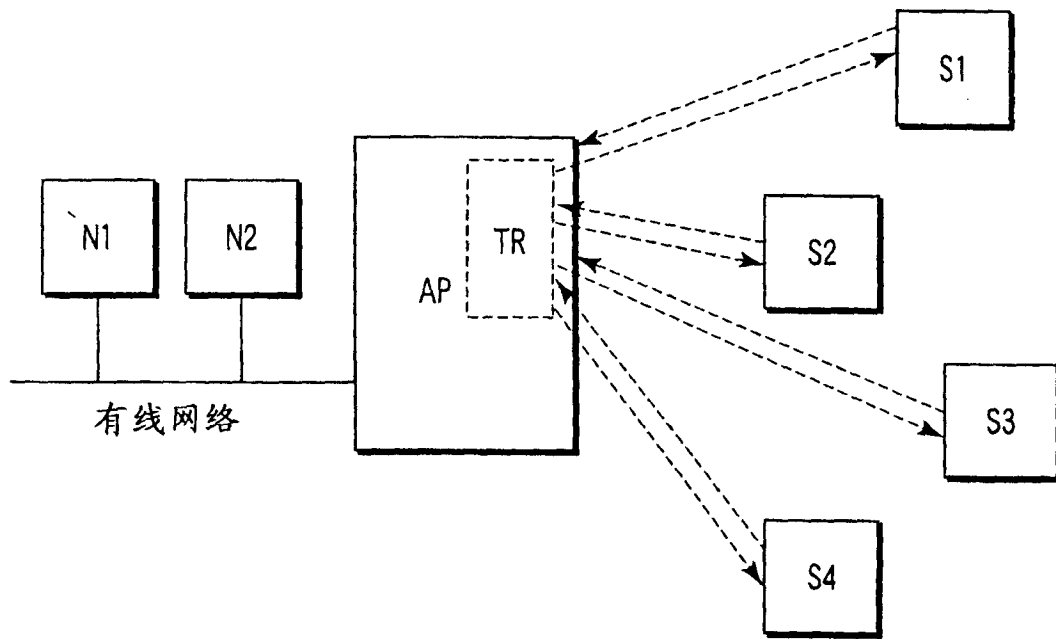


图 11

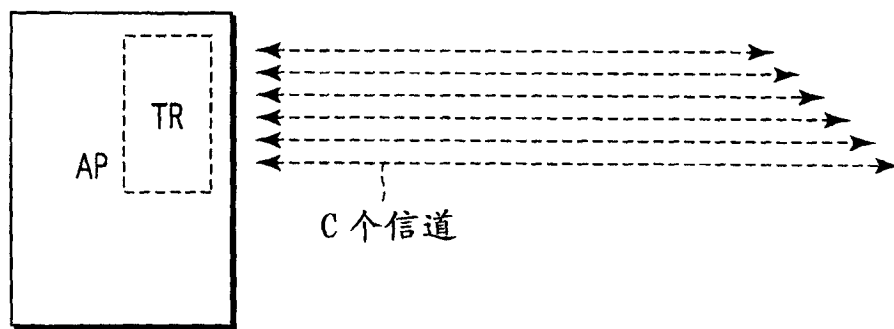


图 12