

(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101291169 B

(45) 授权公告日 2012.06.13

(21) 申请号 200810114475.8

审查员 黄玲

(22) 申请日 2008.06.06

(73) 专利权人 北京邮电大学

地址 100876 北京市海淀区西土城路 10 号

(72) 发明人 彭木根 朱松 王文博

(74) 专利代理机构 北京德琦知识产权代理有限公司 11018

代理人 夏宪富

(51) Int. Cl.

H04B 7/15(2006.01)

H04W 48/20(2009.01)

(56) 对比文件

CN 1589053 A, 2005.03.02,

US 2004095906 A1, 2004.05.20,

CN 101030802 A, 2007.09.05,

权利要求书 2 页 说明书 7 页 附图 2 页

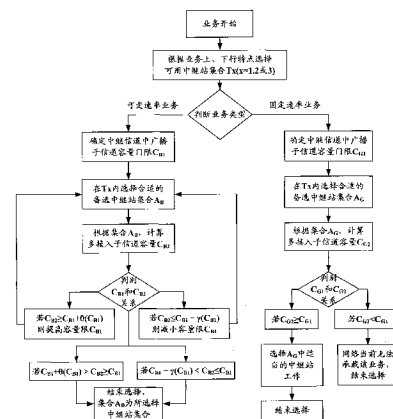
(54) 发明名称

无线中继站的选择方法

(57) 摘要

一种无线中继站的选择方法,操作步骤如下:

(1) 在小区内所有中继站中,依据业务的上、下行特征及各中继站的不同状态选择中继站,此时的三种基本选择标准为:综合考虑上、下行信道的状态挑选适合的中继站进行上、下行通信、单独考虑上行信道的状态挑选适合的上行传输中继站、或单独考虑下行信道的状态挑选适合的下行传输中继站;(2) 判断业务类型,根据可变速率和固定速率两种业务的特征及相应的选择原则,分别选择一个或多个合适的中继站,自适应灵活设置中继站的容量接入门限,从而高效、迅速地进行中继站选择,并减小信令开销,提高无线资源利用率。



1. 一种无线中继站的选择方法,其特征在于:根据网络中各中继站包括可用资源、发射功率、对其他节点和业务的干扰、能够支持的传输速率的各种状态,结合考虑无线网络各小区的负载,同时区分上、下行传输的业务种类,针对固定速率和可变速率业务类型,选择一个或多个中继站,自适应设置中继站的容量接入门限,从而高效、迅速地进行中继站选择,并减小信令开销,提高无线资源利用率;所述方法包括下列操作步骤:

(1) 在小区内所有中继站中,依据业务的上、下行特征及各中继站的不同状态选择不同的可用中继站集合,此时的三种选择标准为:考虑上行信道状态挑选上行能够工作的中继站,组成上行可用中继站集合;考虑下行信道状态挑选下行能够工作的中继站,组成下行可用中继站集合;综合考虑上、下行信道的状态挑选在上、下行时均能工作的中继站,组成综合可用中继站集合;

(2) 判断业务类型,根据可变速率和固定速率两种业务的特征及相应的选择原则,分别选择合适的中继站;即执行下列操作内容:

(2A) 先根据业务服务质量要求、当前网络状况和业务目标传输速率,确定源节点到中继站的广播子信道容量门限;

(2B) 再根据确定的广播子信道容量门限和各个中继站的状态和能力,在当前可用中继站集合中选择符合这些条件的中继站,构成备选中继站集合;

(2C) 根据已选出的备选中继站集合,计算备选中继站集合中所有中继站到目标节点所构成的多接入子信道容量门限;

(2D) 对该多接入子信道容量门限与所述广播子信道容量门限进行比较后,根据固定速率或可变速率两种业务分别执行下述选择中继站的操作:

固定速率业务的选择操作是:若该多接入子信道容量门限大于或等于所述广播子信道容量门限,则在备选中继站集合中挑选适合的一个或者多个中继站进行通信,结束该选择过程;若所述广播子信道容量门限小于该多接入子信道容量门限,表明当前情况无法支持该业务,结束该选择过程;

可变速率业务的选择操作是:根据该多接入子信道容量门限与所述广播子信道容量门限两者之间的关系,判断是否满足停止选择中继站的条件,若条件满足,则选择备选中继站集合中所有中继站进行协同通信,同时结束该选择过程;若条件不满足,则修改广播子信道容量门限,返回执行步骤(2B)。

2. 根据权利要求1所述的无线中继站的选择方法,其特征在于:所述步骤(2D)中,若多接入子信道容量门限大于或等于广播子信道容量门限,在备选中继站集合中挑选固定速率业务的一个或多个中继站的具体选择方法如下:

首先在备选中继站集合中判断1个中继站能否支持当前业务,若能够支持,则在能够支持当前业务的中继站中挑选出一个适合的中继站进行通信,并结束该选择过程;若不能支持,判断2个中继站能否支持当前业务,若能够支持,则在能够支持当前业务的中继站组合中挑选出一个适合的中继站组合进行通信,并结束该选择过程;若不能支持,判断3个中继站能否支持当前业务,依此类推,直到找到适合的中继站组合为止。

3. 根据权利要求1所述的无线中继站的选择方法,其特征在于:所述步骤(2D)中的可变速率业务停止选择中继站的条件如下:

a、若广播子信道容量门限 C_{B1} 和 $\theta(C_{B1})$ 之和 $>$ 多接入子信道容量门限 $C_{B2} \geq$ 广播子信

道容量门限 C_{B1} , 其中 $\theta(C_{B1})$ 是一个以 C_{B1} 为自变量、且取值恒为正的函数, 则备选中继站集合中的所有中继站进行协同通信, 结束该选择过程;

b、若广播子信道容量门限 $C_{B1} - \gamma(C_{B1})$ 之差 $<$ 多接入子信道容量门限 $C_{B2} \leq$ 广播子信道容量门限 C_{B1} , 其中 $\gamma(C_{B1})$ 是一个以 C_{B1} 为自变量、且取值恒为正的函数, 则备选中继站集合中的所有中继站进行协同通信, 结束该选择过程。

4. 根据权利要求 1 所述的无线中继站的选择方法, 其特征在于: 所述步骤

(2D) 中的可变速率业务修改广播子信道容量门限 C_{B1} 的方法如下:

a、若多接入子信道容量门限 $C_{B2} \geq$ 广播子信道容量门限 $C_{B1} + \theta(C_{B1})$, 则新的广播子信道容量门限为: $C_{B1}' =$ 广播子信道容量门限 $C_{B1} + \Delta C_{B1}$, 其中, ΔC_{B1} 是一个以原广播子信道容量门限 C_{B1} 、多接入子信道容量最大门限 C_{B2} , 以及可用中继站个数和备选中继站个数为自变量的函数, 且 $0 < \Delta C_{B1} < C_{B1}$;

b、若多接入子信道容量门限 $C_{B2} \leq$ 广播子信道容量门限 $C_{B1} - \gamma(C_{B1})$, 则新的广播子信道容量门限为: $C_{B1}' =$ 广播子信道容量门限 $C_{B1} - \Delta C_{B1}$ 。

5. 根据权利要求 1 所述的无线中继站的选择方法, 其特征在于: 所述方法既适用于各种同构中继网络, 也适用于各种异构中继网络。

6. 根据权利要求 1 所述的无线中继站的选择方法, 其特征在于: 所述方法是由基站来确定, 或由各中继站根据其自身实际情况自适应地确定并通知基站。

无线中继站的选择方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种无线通信的中继技术,确切地说,涉及一种基于中继组网技术的包括无线局域网、无线城域网等各种无线接入系统的中继站的选择方法,属于无线通信技术领域。

背景技术

[0002] 目前的移动通信仍然采用传统的蜂窝结构,但是,具有超高数据传输速率的第四代(4G)无线通信系统如果仍然采用这种传统的蜂窝结构会产生很多问题。主要原因是:第一,4G系统的传输速率要比3G系统高两个级别。在指定发射功率电平的情况下,符号(比特)能量会随着传输速率的提高呈线性下降,因此,这种需求将会产生严重的功耗问题。第二,为4G系统发放的频谱将至少高于3G系统使用的频谱2GHz频段,由于这些频段的无线信号通常在非可视距条件下的传播效果相当差,而非可视距条件正是当今城区蜂窝通信的典型运行模式。

[0003] 要解决以上问题,必须大幅增加基站的密度,这会导致极高的部署成本。而且,如果用户数量尚未以同样速度增加的话,这种解决办法的成本过于高昂,经济效益欠缺。此外,为了实现全网覆盖,还必须不断补充基站,这对实际系统的网络设计也是一个挑战。另外,考虑到4G将以正交频分复用OFDM技术为基础,为了使下一代无线通信系统的频率复用尽量达到1,提高系统的频谱效率,采用传统的蜂窝结构将面临很多挑战。

[0004] 参见图1,采用中继站可以用于扩展网络的覆盖范围。中继站是从传统蜂窝移动通信系统的直放站发展而来。但是本发明涉及的中继站不同于传统直放站,它可以看成一个增强的接收机,不仅具有对中继数据进行功放的功能,还能通过采用多天线技术和编码等,提高终端接收信号质量。图2所示为协同多中继信道模型,在该模型中,有一个源节点、一个目标节点和 k 个中继站。其中,源节点对于上行信道而言,是用户终端,而对于下行信道而言,则是基站;目标节点对于上行信道而言,是基站,而对于下行信道而言,则是用户终端。上行信道表示从用户终端到基站方向的通信信道,而下行信道表示从基站到用户终端方向的通信信道。 k 个中继站协同起来为一个目标节点服务,如何选择合适的中继进行协同通信,就是本发明要解决的问题。整个协同中继信道包括有两个子信道:一个是从源节点到各中继站的广播子信道,另一个是从各中继站到目标节点的多接入子信道,协同中继信道的容量由这两个子信道共同确定。本发明专利申请就是要解决如何选择适合的中继进行协同通信的问题。

[0005] 众所周知,中继技术具有很多好处,已经被公认为是未来无线通信系统的关键机制之一。目前,对其的大多数研究还局限或停留在直放站的概念上,目的是扩大小区的覆盖范围。从目前的中继技术来看,中继站可分为三种类型:固定中继站、临时固定中继站和移动中继站。固定中继站固定安装在设定位置,不能移动,主要目的是在未获得充分覆盖的接入点小区中扩大覆盖范围、增加容量或每用户吞吐量,或者将覆盖范围扩展至接入点覆盖范围以外的区域。临时固定中继站的定义是根据覆盖范围的需要能够从某个位置移动到另

一位置的中继站,即中继站可以位于不同位置,并且随时间变化与各种其他中继与基站进行通信,但不执行切换过程。移动中继站的移动性与要覆盖的用户终端人口/目标区域“相关”,需要支持复杂的流程(如切换),可以看作是一种功能增强的移动终端。

[0006] 中继站是对直放站功能的增强,传统的直放站一般只对中继信号进行放大和转发,而中继站还具有解码并转发的功能。直放站的放大和转发(AF)功能是指对接收的信号不进行解码和其它操作,直接在射频端进行功率放大,一般来说,这种操作非常简单,设备也非常便宜。而中继站的解码和转发(DF)是先对接收到的信号进行数字解码,然后在转发之前,重新对中继的信号进行编码后发送。该过程有时称为“再生中继”或“数字中继”。

[0007] 对于传统的直放站系统,一般没有如何选择直放站的问题。但是,对于各种基于中继技术的无线接入网而言,中继站的选择是十分必要和重要的。这是由于中继系统中同时存在着多个不同种类的可用中继站,而这些中继站又不一定需要同时为某个用户终端或业务服务。在这种情况下,选择最为合适的一个或多个中继就显得十分关键了。然而,目前对该领域的研究较少,主要还停留在仅仅考虑选取一个无线中继站实现通信的方法。中继站选择方法的研究,很多也都是考虑基于中继信道中两跳链路损耗之和为最小的情况,这种分析方法更适用于某些理论分析上;如果用于实际系统中,并不十分适合,会造成各种问题。例如:可能造成较大的资源浪费,没有考虑中继站的类型和能力,也没有考虑到中继信道匹配的问题等等。

[0008] 在未来的无线通信系统中,由于无线传输速率较高,很有可能出现仅选取一个中继站仍然无法满足传输速率、误码率等参数要求的情况。此时就需要考虑同时选取多个中继站进行协同工作,以提高传输速率、减小误码率等。目前使用的中继站选择方法也不适合于多中继协同通信系统,如果将其用于多中继协同系统中,会存在更多的问题和困难。

[0009] 在实际系统中,上、下行中继站的特点和信道情况各不相同,不仅需要综合考虑上、下行信道的特点来挑选适合的中继站,也需要分别考虑上、下行信道的情况,以便挑选最适合的上、下行中继站。在未来的无线通信系统中,还会同时出现固定速率业务和可变速率业务,由于业务的各自特点和要求的差异,它们选择中继站的方法也不尽相同。另外,中继站的选择方法不仅要适用于选择单个中继站进行通信,也要适用于同时选择多个中继站进行协同通信;而对每个中继站的选择也要同时考虑下述多个因素:业务特点、信道状况、网络实际情况、中继类型、中继站数量等等。总之,基于上述现状,如何选择中继站、选择中继站的标准、选择中继站的数量等许多问题都属于如何选择适合的中继进行协同通信的问题。这些问题已经成为业内技术人员关注的技术焦点。

发明内容

[0010] 有鉴于此,本发明的目的是提供一种无线中继站的选择方法,该方法基于中继组网技术,通过对上、下行业务类型进行区分,并依据各中继的能力和 network 情况,灵活设置容量门限,同时综合考虑其它多种因素,能够高效、高速地实现中继站选择方案。

[0011] 为了达到上述目的,本发明提供了一种无线中继站的选择方法,其特征在于:根据网络中各中继站包括可用资源、发射功率、对其他节点和业务的干扰、能够支持的传输速率的各种状态,结合考虑无线网络各小区的负载,同时区分上、下行传输的业务种类,针对固定速率和可变速率业务类型,选择一个或多个中继站,自适应设置中继站的容量接入门限,

从而高效、迅速地进行中继站选择,并减小信令开销,提高无线资源利用率;所述方法包括下列操作步骤:

[0012] (1) 在小区内所有中继站中,依据业务的上、下行特征及各中继站的不同状态选择不同的可用中继站集合,此时的三种选择标准为:考虑上行信道状态挑选上行能够工作的中继站,组成上行可用中继站集合;考虑下行信道状态挑选下行能够工作的中继站,组成下行可用中继站集合;综合考虑上、下行信道的状态挑选在上、下行时均能工作的中继站,组成综合可用中继站集合;

[0013] (2) 判断业务类型,根据可变速率和固定速率两种业务的特征及相应的选择原则,分别选择合适的中继站;即执行下列操作内容:

[0014] (2A) 先根据业务服务质量要求、当前网络状况和业务目标传输速率,确定源节点到中继站的广播子信道容量门限;

[0015] (2B) 再根据确定的广播子信道容量门限和各个中继站的状态和能力,在当前可用中继站集合中选择符合这些条件的中继站,构成备选中继站集合;

[0016] (2C) 根据已选出的备选中继站集合,计算备选中继站集合中所有中继站到目标节点所构成的多接入子信道容量门限;

[0017] (2D) 对该多接入子信道容量门限与所述广播子信道容量门限进行比较后,根据固定速率或可变速率两种业务分别执行下述选择中继站的操作:

[0018] 固定速率业务的选择操作是:若该多接入子信道容量门限大于或等于所述广播子信道容量门限,则在备选中继站集合中挑选适合的一个或者多个中继站进行通信,结束该选择过程;若所述广播子信道容量门限小于该多接入子信道容量门限,表明当前情况无法支持该业务,结束该选择过程;

[0019] 可变速率业务的选择操作是:根据该多接入子信道容量门限与所述广播子信道容量门限两者之间的关系,判断是否满足停止选择中继站的条件,若条件满足,则选择备选中继站集合中所有中继站进行协同通信,同时结束该选择过程;若条件不满足,则修改广播子信道容量门限,返回执行步骤(2B)。

[0020] 所述步骤(2D)中,若多接入子信道容量门限大于或等于广播子信道容量门限,在备选中继站集合中挑选固定速率业务的一个或多个中继站的具体选择方法如下:

[0021] 首先在备选中继站集合中判断1个中继站能否支持当前业务,若能够支持,则在能够支持当前业务的中继站中挑选出一个适合的中继站进行通信,并结束该选择过程;若不能支持,则判断2个中继站能否支持当前业务,若能够支持,则在能够支持当前业务的中继站组合中挑选出一个适合的中继站组合进行通信,并结束该选择过程;若不能支持,则判断3个中继站能否支持当前业务,依此类推,直到找到适合的中继站组合为止。

[0022] 所述步骤(2D)中的可变速率业务停止选择中继站的条件如下:

[0023] a、若广播子信道容量门限 C_{B1} 和 $\theta(C_{B1})$ 之和 $>$ 多接入子信道容量门限 $C_{B2} \geq$ 广播子信道容量门限 C_{B1} , 其中 $\theta(C_{B1})$ 是一个以 C_{B1} 为自变量、且取值恒为正的函数,则备选中继站集合中的所有中继站进行协同通信,结束该选择过程;

[0024] b、若广播子信道容量门限 $C_{B1} - \gamma(C_{B1})$ 之差 $<$ 多接入子信道容量门限 $C_{B2} \leq$ 广播子信道容量门限 C_{B1} , 其中 $\gamma(C_{B1})$ 是一个以 C_{B1} 为自变量、且取值恒为正的函数,则备选中继站集合中的所有中继站进行协同通信,结束该选择过程。

[0025] 所述步骤 (2D) 中的可变速率业务修改广播子信道容量门限 C_{B1} 的方法如下：

[0026] a、若多接入子信道容量门限 $C_{B2} \geq$ 广播子信道容量门限 $C_{B1} + \theta (C_{B1})$ ，则新的广播子信道容量门限为： $C_{B1}' =$ 广播子信道容量门限 $C_{B1} + \Delta C_{B1}$ ，其中， ΔC_{B1} 是一个以原广播子信道容量门限 C_{B1} 、多接入子信道容量最大门限 C_{B2} ，当前可用中继站个数和备选中继站个数为自变量的函数，且 $0 < \Delta C_{B1} < C_{B1}$ ；

[0027] b、若多接入子信道容量门限 $C_{B2} \leq$ 广播子信道容量门限 $C_{B1} - \gamma (C_{B1})$ ，则新的广播子信道容量门限为： $C_{B1}' =$ 广播子信道容量门限 $C_{B1} - \Delta C_{B1}$ 。

[0028] 所述方法既适用于各种同构中继网络，也适用于各种异构中继网络。

[0029] 所述方法是由基站来确定，或由各中继站根据其自身实际情况自适应地确定并通知基站。

[0030] 本发明是一种基于中继组网技术的选择无线中继站的方法，该方法通过区分上、下行业务类型，分别针对固定速率业务和可变速率业务的特征，综合考虑各个中继站的状态、当前网络的实际负载状况和当前业务的服务质量要求，能够在多个中继站中挑选出一个或多个适合的中继站为当前业务服务，以获得较高的频谱利用率和系统吞吐量，同时计算的复杂度较低。

[0031] 针对固定速率业务时，该方法能够选择较少数量和较优性能的中继站为当前业务服务，在满足要求该业务 QoS 要求同时，降低系统的负载，提高用户的满意率。对于可变速率业务，该方法能够针对当前网络状况和业务的 QoS 要求，获得较高的传输速率，进一步提高网络的吞吐量和用户的满意率。

[0032] 总之，采用本发明方法，能减小信令开销，提高中继站选择速率，减小系统资源的占用，提高无线资源利用率。而且，适用范围广阔：不仅适用于无线同构中继接入系统，也适用于无线异构中继接入系统；既能同时支持固定速率业务和可变速率业务；也能根据上、下行业务的特点灵活选择相应的不同中继站；因此，本发明在未来的无线接入网融合中具有广泛的应用。

附图说明

[0033] 图 1 是基于中继技术的无线接入网体系结构示意图。

[0034] 图 2 是协同多中继信道模型示意图。

[0035] 图 3 是本发明中继站选择方法操作步骤流程图。

具体实施方式

[0036] 为使本发明的目的、技术方案和优点更加清楚，下面结合附图对本发明作进一步的详细描述。

[0037] 本发明是一种无线中继站的选择方法，它是根据网络中的各中继站包括每个中继站的可用资源、发射功率、对其他节点和业务的干扰、能够支持的传输速率的各种状态，结合考虑无线网络各小区的负载，同时区分上、下行传输的业务类型，选择和确定一个或多个中继站，自适应设置相关中继站的容量接入门限，从而高效、迅速地选定中继站，并减小信令开销，提高无线资源利用率。

[0038] 本发明方法由基站来确定，或由各中继站根据其自身实际情况自适应地确定并通

知基站。

[0039] 参见图 3, 具体说明本发明方法的各个操作步骤:

[0040] (1) 在小区内所有中继站中, 依据业务的上、下行特征及各中继站的不同状态选择不同的可用中继站集合 T_x (其中, $x = 1, 2$ 或 3), 此时有下述三种选择标准: 考虑上行信道状态挑选上行能够工作的中继站, 组成上行可用中继站集合 T_1 ; 考虑下行信道状态挑选下行能够工作的中继站, 组成下行可用中继站集合 T_2 ; 综合考虑上、下行信道的状态挑选在上、下行时均能工作的中继站, 组成综合可用中继站集合 T_3 。其中, 集合 T_3 为集合 T_1 和 T_2 的交集, 即 $T_3 = T_1 \cap T_2$ 。

[0041] (2) 判断业务类型, 根据可变速率和固定速率两种业务的不同特征及其相应的选择原则, 分别选择合适的中继站。

[0042] 先介绍图中右侧选择固定速率业务的中继站时所执行的各个操作内容:

[0043] (201) 根据业务服务质量要求、当前网络状况和业务目标传输速率, 确定从源节点到中继站的广播子信道容量门限 C_{G1} 。

[0044] (202) 根据确定的广播子信道容量门限 C_{G1} 和各个中继站的状态和能力, 在当前可用的上行能够工作的、下行能够工作的、或上、下行时均能工作的综合可用中继站集合的中继站集合 T_x (其中, $x = 1, 2$ 或 3) 中选择符合这些条件的中继站, 构成备选中继站集合 A_G ; 其具体选择方法如下:

[0045] 假设在当前可用中继站集合 T_x (其中, $x = 1, 2$ 或 3) 内有 k 个元素, 各中继站的广播子信道容量分别为 C_{1i} , 其中, 自然数 i 是中继站序号, 其最大值为 k , 则有

$$C_{1i} = f_{1i} B_1 \log\left(1 + \frac{P_1 \times L_{1i}}{N_{1i} + I_{1i}}\right);$$

其中, B_1 为源节点到各中继站信道的可用带宽; P_1 为源节点的可用发送功率; L_{1i} 为源节点到中继站 i 处的信道增益; N_{1i} 为中继站 i 处的接收噪声功率; I_{1i} 为中继站 i 处所受到的所有干扰功率之和 (包括其他用户、基站和中继站); f_{1i} 为综合考虑业务的服务质量要求、中继站以及网络状态而归纳产生的一个系数, 且要求 $f_{1i} \leq 1$ 。在业务的服务质量要求不太高, 中继站较为空闲, 网络不太繁忙时, 可以把 f_{1i} 取得较大; 在业务的服务质量要求较高, 中继站较为繁忙, 网络状况较差时, 可以把 f_{1i} 取得较小。

[0046] 若源节点到中继站 i 的信道容量 $C_{1i} \geq C_{G1}$, 则该中继站 i 在目前能够支持该业务, 则将中继站 i 划入集合 A_G ; 若 $C_{1i} < C_{G1}$, 则该中继站 i 在目前不能支持该业务, 则将中继站 i 划入集合 $\overline{A_G}$; 这样, 当前可用中继站集合 T_x (其中, $x = 1, 2$ 或 3) 被划分为两个子集合: 一类是能够支持这一容量门限的所有中继站集合 A_G , 称为备选中继站集合, 一类是目前无法支持这一容量门限的中继站集合 $\overline{A_G}$ 。

[0047] (203) 根据已选出的备选中继站集合 A_G , 计算备选中继站集合 A_G 中所有中继站到目标节点所构成的多接入子信道容量门限 C_{G2} , 计算方法为:

$$C_{G2} = g_2 B_2 \log\left(1 + \sum_{i \in A} \frac{P_{2i} \times L_{2i}}{N_2 + I_2}\right);$$

式中, B_2 为当前多接入子信道的可用带宽; P_{2i} 为中继站 i 的可用发送功率; L_{2i} 为当前多接入子信道中的中继站 i 到目标节点的信道增益; N_2 为目标节点处的接收噪声功率; I_2 为目标节点处所收到所有干扰功率之和; g_2 为综合考虑

业务的服务质量要求、中继站以及网络状态而归纳产生的一个系数,且要求 $g_2 \leq 1$ 。在业务的服务质量要求不太高,中继站较为空闲,网络不太繁忙时,可以把 g_2 取得较大;在业务的服务质量要求较高,中继站较为繁忙,网络状况较差时,可以把 g_2 取得较小。

[0048] (204) 对多接入子信道容量最大门限 C_{G2} 与广播子信道容量门限 C_{G1} 进行比较,若 $C_{G2} < C_{G1}$,则表明当前网络无法支持该业务,结束该选择过程。若 $C_{G2} \geq C_{G1}$,表明符合要求的中继数量较多,则从备选中继站集合 A_G 中挑选适合的一个或多个中继站进行通信,结束该选择过程。此时具体选择方法如下:

[0049] 首先计算使用 1 个中继是否能够满足需求:

[0050] 假设集合 A_G 中中继站 k 到目标节点的信道容量 C_{2k} ,计算公式为:

$$[0051] \quad C_{2k} = g_2 B_2 \log\left(1 + \frac{P_{2k} \times L_{2k}}{N_2 + I_2}\right), \text{ 式中, } B_2 \text{ 为中继到目标节点信道的可用带宽;}$$

P_{2k} 为中继站 k 的可用发送功率; L_{2k} 为中继站 k 到目标节点的信道增益; N_2 为目标节点处的接收噪声功率; I_2 为目标节点处所受到的所有干扰功率之和; g_2 为综合考虑业务的服务质量要求、中继站以及网络状态等而归纳产生的一个系数,且 $g_2 \leq 1$ 。在业务的服务质量要求不太高,中继站较为空闲,网络不太繁忙时,可以把 g_2 取得较大;在业务的服务质量要求较高,中继站较为繁忙,网络状况较差时,可以把 g_2 取得较小。

[0052] 计算集合 A_G 中每一个中继站到目标节点的信道容量,并按照信道容量大小排序,如果有多个中继站到目标节点的信道容量大于或等于 C_{G1} ,则在其中挑选中继站到目标节点信道质量最好(即信道增益值最大)的中继站进行通信,并结束选择过程。如果所有中继节点到目标节点的信道容量均小于 C_{G1} ,则说明只用 1 个中继站无法满足当前业务需求,需要计算 2 个中继协同是否满足需求,此时计算方法如下:

[0053] 首先挑选前面计算的集合 A_G 中继站到目标节点信道容量最大的两个中继站(分别为 a, b),计算这两个中继站到目标节点的多接入子信道容量 $C_{2(a,b)}$,计算公式如下:

$$C_{2(a,b)} = g_2 B_2 \log\left(1 + \frac{P_{2a} \times L_{2a} + P_{2b} \times L_{2b}}{N_2 + I_2}\right); \text{ 其中, } P_{2a} \text{ 为中继站 } a \text{ 的可用发送功率; } L_{2a}$$

为中继站 a 到目标节点的信道增益; P_{2b} 为中继站 b 的可用发送功率; L_{2b} 为中继站 b 到目标节点的信道增益。如果 $C_{2(a,b)} \geq C_{G1}$ 时,则说明两个中继站协同通信能够满足当前业务要求。然后计算集合 A_G 中所有中继站两两组合时,各个中继站到目标节点构成的多接入子信道容量,将其中容量大于或等于 C_{G1} 的组合挑选出来,并在所有满足这一条件的组合中,挑选各组合中中继站到目标节点信道质量最好(即信道增益值之和最大)的中继站组合来进行协同通信,并结束选择。

[0054] 如果 $C_{2(a,b)} < C_{G1}$ 时,则说明 2 个中继无法满足当前业务要求,则需要计算采用 3 个中继站是否满足业务要求,继续执行类似上述的计算操作;依此类推,直到找到符合要求的中继组合为止。

[0055] 下面介绍图 3 左侧选择可变速率业务的中继站时所执行的各个操作内容:

[0056] (211) 根据业务服务质量要求、当前网络状况和业务目标传输速率,确定从源节点到中继站的广播子信道容量门限 C_{B1} ;

[0057] (212) 根据确定的广播子信道容量门限 C_{B1} 和各个中继站的状态和能力,在当前

可用的上行能够工作的、下行能够工作的、或上、下行时均能工作的综合可用的中继站集合 T_x (其中, $x = 1, 2$ 或 3) 中选择符合这些条件的备选中继站集合 A_B ; 其具体选择方法与前述步骤 (202) 相同。

[0058] (213) 根据已选出的备选中继站集合 A_B , 计算备选中继站集合 A_B 中所有中继站到目标节点所构成的多接入子信道容量门限 C_{B2} , 计算方法如下:

$$C_{B2} = g_2 B_2 \log\left(1 + \sum_{i \in A} \frac{P_{2i} \times L_{2i}}{N_2 + I_2}\right);$$

式中, B_2 为当前多接入子信道的可用带宽; P_{2i} 为中继站 i 的可用发送功率; L_{2i} 为当前多接入子信道中的中继站 i 到目标节点的信道增益; N_2 为目标节点处的接收噪声功率; I_2 为目标节点处所受到的所有干扰功率之和; g_2 为综合考虑业务的服务质量要求、中继站以及网络状态而归纳产生的一个系数, 且要求 $g_2 \leq 1$ 。在业务的服务质量要求不太高, 中继站较为空闲, 网络不太繁忙时, 可以把 g_2 取得较大; 在业务的服务质量要求较高, 中继站较为繁忙, 网络状况较差时, 可以把 g_2 取得较小。

[0059] (214) 对多接入子信道容量最大门限 C_{B2} 与广播子信道容量的门限 C_{B1} 进行比较, 根据二者之间的不同关系以及备选中继站和当前可用中继站的数量, 选择适合的一个或多个中继进行通信, 结束该选择过程; 或者进一步修改广播子信道容量最大门限, 返回执行步骤 (212) 的操作。

[0060] 该步骤中, 根据 C_{B2} 与 C_{B1} 之间的不同关系以及备选中继站和当前可用中继站的数量挑选适合的一个或多个中继进行通信的具体选择方法如下:

[0061] 若 $C_{B2} \geq C_{B1} + \theta(C_{B1})$ 时, 其中 $\theta(C_{B1})$ 是一个以 C_{B1} 为自变量、且取值恒为正的函数 (例如, 可以取 $\theta(C_{B1}) = 0.1 \times C_{B1}$)。此时, 说明广播子信道容量门限过小, 需要提高广播子信道容量门限 C_{B1} 。故重新确定新的广播子信道容量门限为: $C_{B1}' = C_{B1} + \Delta C_{B1}$, 其中, ΔC_{B1} 是一个自变量为广播子信道容量门限 C_{B1} 、多接入子信道容量门限 C_{B2} , 以及当前可用中继站集合 T_x 中元素的个数 $N(T_x)$ 和备选中继站集合 A_B 中元素的个数 $N(A_B)$ 的函数, 其值恒为正数, 且小于 C_{B1} (例如, 可以假设 $\Delta C_{B1} = 0.85 \times \frac{N(A_B)}{N(T_B)} \times (C_{B2} - C_{B1})$); 然后返回步骤 (212),

继续该选择操作;

[0062] 若 $C_{B1} + \theta(C_{B1}) > C_{B2} \geq C_{B1}$, 表明此时选择的广播子信道容量门限 C_{B1} 较为合适, 则备选中继站集合 A_B 中的所有中继站进行协同通信, 结束该选择过程。

[0063] 若 $C_{B2} \leq C_{B1} - \gamma(C_{B1})$ 时, 其中的 $\gamma(C_{B1})$ 是一个以 C_{B1} 为自变量、且取值恒为正且小于 C_{B1} 的函数 (例如, 可取 $\gamma(C_{B1}) = 0.15 \times C_{B1}$)。此时, 表明广播子信道容量门限 C_{B1} 过大, 需减小广播子信道容量门限 C_{B1} 。故重新确定新的广播自信道容量门限为: $C_{B1}' = C_{B1} - \Delta C_{B1}$, 其中, ΔC_{B1} 是一个自变量为广播子信道容量门限 C_{B1} 、多接入子信道容量最大门限 C_{B2} , 以及当前可用中继站集合 T_x 中元素的个数 $N(T_x)$ 和备选中继站集合 A_B 中元素的个数 $N(A_B)$ 的函数, 其值恒为正数, 且小于 C_{B1} (例如, 可以假设 $\Delta C_{B1} = 0.8 \times \frac{N(A_B)}{N(T_B)} \times (C_{B1} - C_{B2})$); 则返回步

骤 (212), 继续该选择操作;

[0064] 若 $C_{B1} - \gamma(C_{B1}) < C_{B2} \leq C_{B1}$ 时, 表明此时选择的广播子信道容量门限 C_{B1} 较为合适, 则备选中继站集合 A_B 中的所有中继站进行协同通信, 结束停止该选择过程。

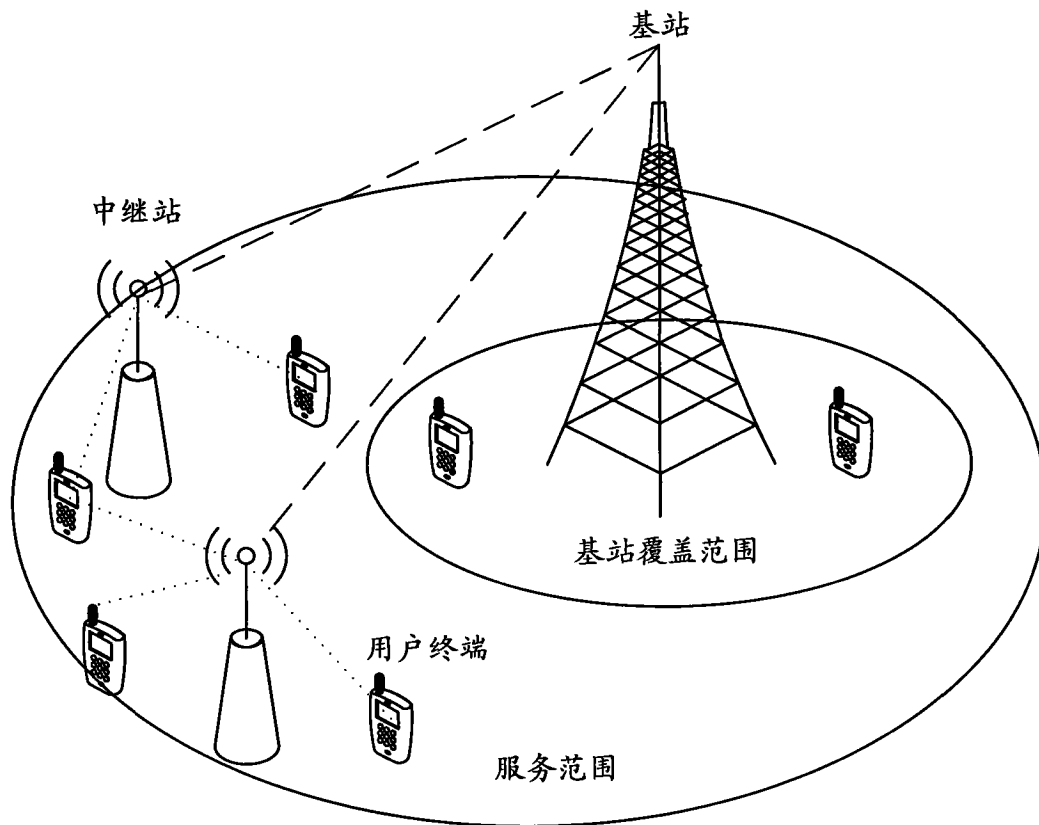


图 1

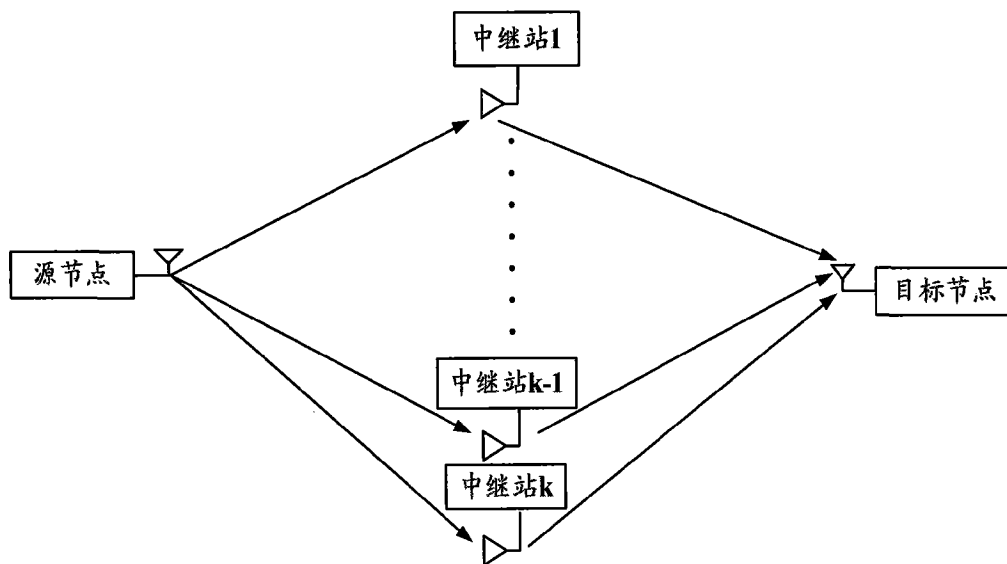


图 2

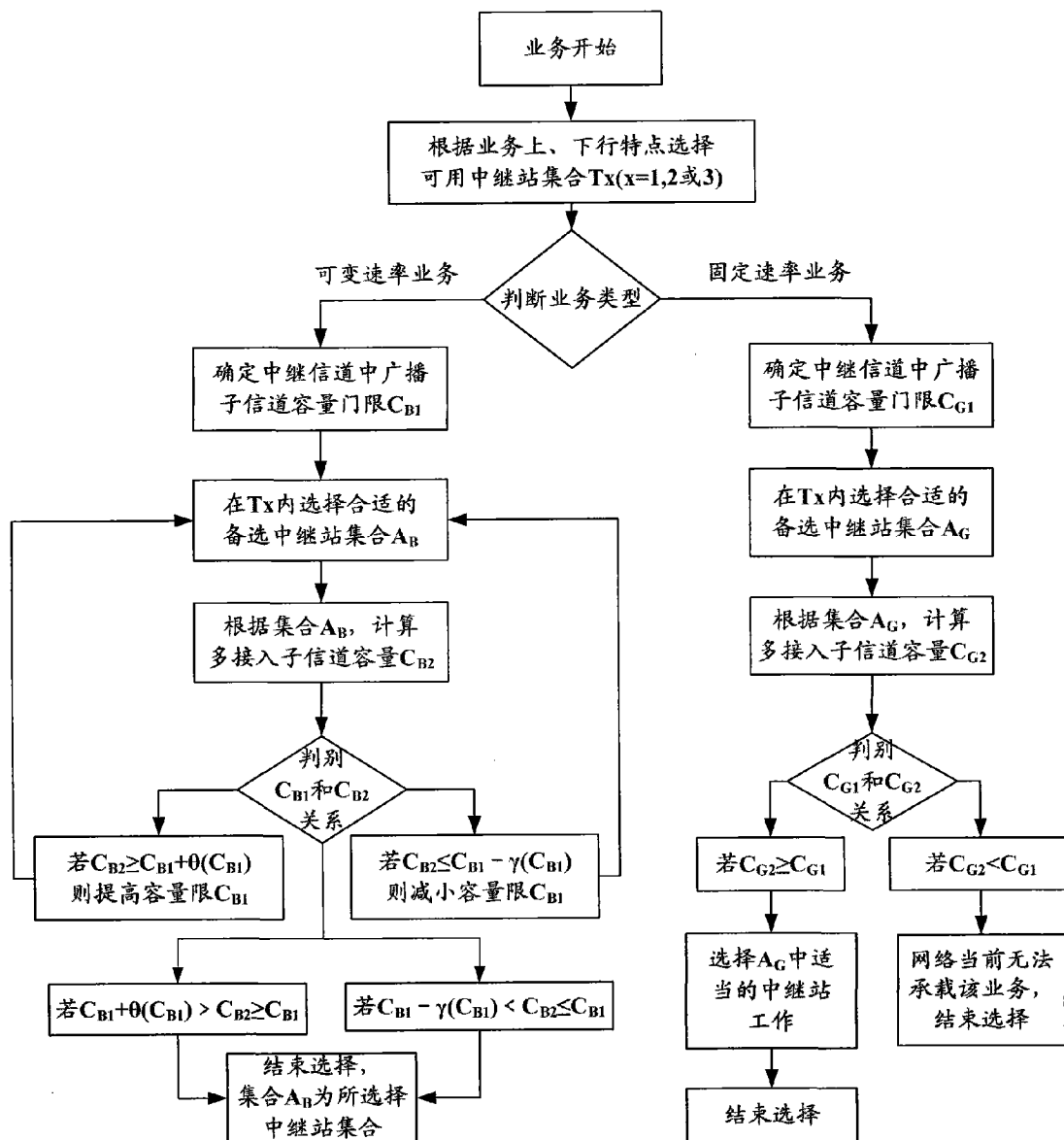


图 3