

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2020 年 1 月 2 日 (02.01.2020)



(10) 国际公布号
WO 2020/000733 A1

(51) 国际专利分类号:
H04B 7/0426 (2017.01) **H04B 7/0413** (2017.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2018/108094

(22) 国际申请日: 2018 年 9 月 27 日 (27.09.2018)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
201810687559.4 2018年6月28日 (28.06.2018) CN

(71) 申请人: 平安科技(深圳)有限公司(PING AN TECHNOLOGY (SHENZHEN) CO., LTD.) [CN/CN];
中国广东省深圳市福田区福田街道福安社区益田路 5033 号平安金融中心 23 楼, Guangdong 518000 (CN)。

(72) 发明人: 周涛涛(ZHOU, Taotao); 中国广东省深圳市福田区福田街道福安社区益田路

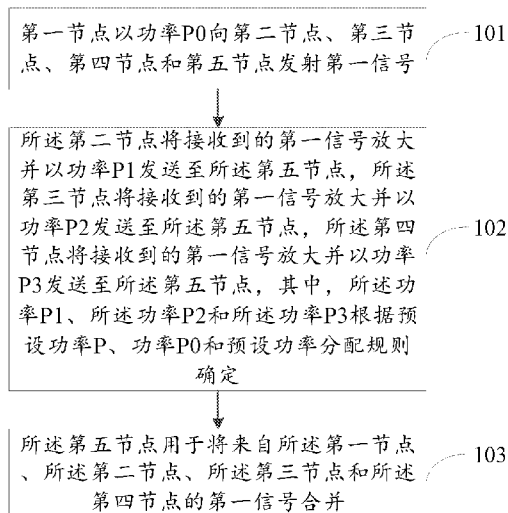
5033 号平安金融中心 23 楼, Guangdong 518000 (CN)。周宝(ZHOU, Bao); 中国广东省深圳市福田区福田街道福安社区益田路 5033 号平安金融中心 23 楼, Guangdong 518000 (CN)。王健宗(WANG, Jianzong); 中国广东省深圳市福田区福田街道福安社区益田路 5033 号平安金融中心 23 楼, Guangdong 518000 (CN)。肖京(XIAO, Jing); 中国广东省深圳市福田区福田街道福安社区益田路 5033 号平安金融中心 23 楼, Guangdong 518000 (CN)。

(74) 代理人: 深圳市立智方成知识产权代理事务所(普通合伙)(LIFANG & PARTNERS LTD.); 中国广东省深圳市福田区金田路 4018 号安联大厦 22D03, Guangdong 518000 (CN)。

(81) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU,

(54) Title: THREE-RELAY NODE COOPERATIVE COMMUNICATION POWER DISTRIBUTION METHOD

(54) 发明名称: 三中继节点协作通信功率分配方法



101 A FIRST NODE TRANSMITS A FIRST SIGNAL WITH A POWER P0 TO A SECOND NODE, A THIRD NODE, A FOURTH NODE AND A FIFTH NODE
102 THE SECOND NODE AMPLIFIES THE RECEIVED FIRST SIGNAL AND TRANSMITS IT TO THE FIFTH NODE WITH A POWER P1, THE THIRD NODE AMPLIFIES THE RECEIVED FIRST SIGNAL AND TRANSMITS IT TO THE FIFTH NODE WITH A POWER P2, THE FOURTH NODE AMPLIFIES THE RECEIVED FIRST SIGNAL AND TRANSMITS IT TO THE FIFTH NODE WITH A POWER P3, WHEREIN, THE POWER P1, THE POWER P2 AND THE POWER P3 ARE DETERMINED ACCORDING TO A PRESET POWER P, THE POWER P0 AND A PRESET POWER DISTRIBUTION RULE
103 THE FIFTH NODE IS USED FOR COMBINING THE FIRST SIGNALS FROM THE FIRST NODE, THE SECOND NODE, THE THIRD NODE AND THE FOURTH NODE

图 1

(57) Abstract: The present application discloses a three-relay node cooperative communication method, which comprises: a first node transmits a signal with a power P_0 ; a second node, a third node, a fourth node and a fifth node respectively receive the signal; the second node, the third node, and the fourth node amplify the received signal and transmit it with a power P_1 , a power P_2 and a power P_3 respectively; the fifth node receives the signals from the second node, the third node and the fourth node, and combines the signals from the first node, the second node, the third node and the fourth node. Compared with the prior art, the present application maximizes the channel capacity of the system by configuring the transmission power of the three relay nodes in an AF protocol-based cooperative communication system, and meets the requirements of large data volume transmission on the reliability and stability of the system.

CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。

(84) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

根据细则4.17的声明:

— 发明人资格 (细则4.17(iv))

本国际公布:

— 包括国际检索报告 (条约第21条(3))。

(57) 摘要: 本申请公开了一种三中继节点协作通信方法, 其包括: 第一节点以功率 P_0 发射信号; 第二节点、第三节点、第四节点、第五节点各自分别接收信号; 第二节点、第三节点、第四节点各自分别将接收到的信号放大后以功率 P_1 、 P_2 、 P_3 转发; 第五节点接收来自第二节点、第三节点、第四节点的信号, 将来自第一节点、第二节点、第三节点和第四节点的信号合并。与现有技术相比, 本申请通过对基于AF协议的协作通信系统中三个中继节点传输功率的配置, 实现了系统信道容量的最大化, 满足了大数据量传输对系统可靠性和稳定性的需求。

三中继节点协作通信功率分配方法

本申请要求于 2018 年 6 月 28 日提交中国专利局、申请号为 201810687559.4，发明名称为“三中继节点协作通信功率分配方法”的中国专利申请的优先权，其全部内容通过引用结合在本申请中。

技术领域

本申请涉及无线通信技术领域，更具体地，涉及一种三中继节点协作通信功率分配方法。

背景技术

协作通信是可通过用户之间在通信时的相互协作而形成虚拟的 MIMO (Multiple Input and Multiple Output, 多发射多接收天线) 的一种空间分集技术。它克服了无线网络因为设备体积和功耗的限制不能在发射和接收时使用多天线发射接收技术的障碍，并能够达到 MIMO 空间分集技术的性能。

根据中继节点对信息的处理方式，协作通信协议可分为 AF (Amplify and Forward, 放大转发) 协议和 DF (Decode and Forward, 译码转发) 协议。AF 协议是由中继将接收到的信号做简单的放大再转发给目的节点，发明人意识到这种方式系统开销和复杂度小，但也放大了噪声，降低了系统性能。对于使用 AF 协议的协作通信 MIMO 系统中包含三个中继节点的情况，目前的功率方案还存在协作链路容量不够大的问题。

有鉴于此，有必要提供一种能够解决上述技术问题的三中继节点协作通信功率分配方法。

发明内容

本申请的目的在于：克服现有技术的不足，提供一种具有理想的协作链路容量的三中继节点协作通信功率分配方法。

为了实现上述目的，本申请提供了一种三中继节点协作通信功率分配方法，所述功率分配方法用于通信系统，所述通信系统包括第一节点、第二节点、第三节点、第四节点和第五节点，所述第一节点用于以功率 P_0 向所述第二节点、所述第三节点、所述第四节点和所述第五节点发射第一信号，所述第二节点用于将接收到的第一信号放大并以功率 P_1 发送至所述第五节点，所述第三

节点用于将接收到的第一信号放大并以功率 P_2 发送至所述第五节点，所述第四节点用于将接收到的第一信号放大并以功率 P_3 发送至所述第五节点，所述第五节点用于将来自所述第一节点、所述第二节点、所述第三节点和所述第四节点的第一信号合并，其中，所述方法包括：确定所述功率 P_0 ；按照预设功率 P 、所确定功率 P_0 和预设功率分配规则分别计算所述功率 P_1 、所述功率 P_2 和所述功率 P_3 。

为了实现上述目的，本申请还提供了一种三中继节点协作通信方法，其包括以下步骤：第一节点以功率 P_0 向第二节点、第三节点、第四节点和第五节点发射第一信号；所述第二节点将接收到的第一信号放大并以功率 P_1 发送至所述第五节点，所述第三节点将接收到的第一信号放大并以功率 P_2 发送至所述第五节点，所述第四节点将接收到的第一信号放大并以功率 P_3 发送至所述第五节点，其中，所述功率 P_1 、所述功率 P_2 和所述功率 P_3 根据预设功率 P 、功率 P_0 和预设功率分配规则确定；所述第五节点用于将来自所述第一节点、所述第二节点、所述第三节点和所述第四节点的第一信号合并。

为了实现上述目的，本申请还提供了一种三中继节点协作通信功率分配设备，包括存储器和处理器，所述存储器中存储有计算机可读指令，所述计算机可读指令被所述处理器执行时，使得所述处理器执行三中继节点协作通信功率分配方法的步骤，所述功率分配方法用于通信系统，所述通信系统包括第一节点、第二节点、第三节点、第四节点和第五节点，所述第一节点用于以功率 P_0 向所述第二节点、所述第三节点、所述第四节点和所述第五节点发射第一信号，所述第二节点用于将接收到的第一信号放大并以功率 P_1 发送至所述第五节点，所述第三节点用于将接收到的第一信号放大并以功率 P_2 发送至所述第五节点，所述第四节点用于将接收到的第一信号放大并以功率 P_3 发送至所述第五节点，所述第五节点用于将来自所述第一节点、所述第二节点、所述第三节点和所述第四节点的第一信号合并，其中，所述方法包括：确定所述功率 P_0 ；按照预设功率 P 、所确定功率 P_0 和预设功率分配规则分别计算所述功率 P_1 、所述功率 P_2 和所述功率 P_3 。

为了实现上述目的，本申请还提供了一种三中继节点协作通信设备，包括存储器和处理器，所述存储器中存储有计算机可读指令，所述计算机可读指令

被所述处理器执行时,使得所述处理器执行三中继节点协作通信方法的步骤:第一节点以功率 P_0 向第二节点、第三节点、第四节点和第五节点发射第一信号;所述第二节点将接收到的第一信号放大并以功率 P_1 发送至所述第五节点,所述第三节点将接收到的第一信号放大并以功率 P_2 发送至所述第五节点,所述第四节点将接收到的第一信号放大并以功率 P_3 发送至所述第五节点,其中,所述功率 P_1 、所述功率 P_2 和所述功率 P_3 根据预设功率 P 、功率 P_0 和预设功率分配规则确定;所述第五节点用于将来自所述第一节点、所述第二节点、所述第三节点和所述第四节点的第一信号合并。

为了实现上述目的,本申请还提供了一种存储有计算机可读指令的非易失性存储介质,所述计算机可读指令被一个或多个处理器执行时,使得一个或多个处理器执行三中继节点协作通信功率分配方法的步骤,所述功率分配方法用于通信系统,所述通信系统包括第一节点、第二节点、第三节点、第四节点和第五节点,所述第一节点用于以功率 P_0 向所述第二节点、所述第三节点、所述第四节点和所述第五节点发射第一信号,所述第二节点用于将接收到的第一信号放大并以功率 P_1 发送至所述第五节点,所述第三节点用于将接收到的第一信号放大并以功率 P_2 发送至所述第五节点,所述第四节点用于将接收到的第一信号放大并以功率 P_3 发送至所述第五节点,所述第五节点用于将来自所述第一节点、所述第二节点、所述第三节点和所述第四节点的第一信号合并,其中,所述方法包括:确定所述功率 P_0 ;按照预设功率 P 、所确定功率 P_0 和预设功率分配规则分别计算所述功率 P_1 、所述功率 P_2 和所述功率 P_3 。

为了实现上述目的,本申请还提供了一种存储有计算机可读指令的非易失性存储介质,所述计算机可读指令被一个或多个处理器执行时,使得一个或多个处理器执行三中继节点协作通信方法的步骤:第一节点以功率 P_0 向第二节点、第三节点、第四节点和第五节点发射第一信号;所述第二节点将接收到的第一信号放大并以功率 P_1 发送至所述第五节点,所述第三节点将接收到的第一信号放大并以功率 P_2 发送至所述第五节点,所述第四节点将接收到的第一信号放大并以功率 P_3 发送至所述第五节点,其中,所述功率 P_1 、所述功率 P_2 和所述功率 P_3 根据预设功率 P 、功率 P_0 和预设功率分配规则确定;所述第五节点用于将来自所述第一节点、所述第二节点、所述第三节点和所述第四节点

的第一信号合并。

本申请通过对基于 AF 协议的协作通信系统中三个中继节点传输功率的配置,实现了系统信道容量的最大化,满足了大数据量传输对系统可靠性和稳定性的需求。

附图说明

图 1 为本申请三中继节点协作通信方法的流程图;

图 2 为本申请三中继节点协作通信系统中节点设备的示意图。

具体实施方式

本技术领域技术人员可以理解,这里所使用的“终端”、“用户设备”既包括无线信号接收器的设备,其仅具备无发射能力的无线信号接收器的设备,又包括接收和发射硬件的设备,其具有能够在双向通信链路上,进行双向通信的接收和发射硬件的设备。这种设备可以包括:蜂窝或其他通信设备,其具有单线路显示器或多线路显示器或没有多线路显示器的蜂窝或其他通信设备;PCS (Personal CommunicationS Service, 个人通信系统), 其可以组合语音、数据处理、传真和/或数据通信能力; PDA (Personal Digital Assistant, 个人数字助理), 其可以包括射频接收器、寻呼机、互联网/内联网访问、网络浏览器、记事本、日历和/或 GPS (Global Positioning System, 全球定位系统) 接收器; 常规膝上型和/或掌上型计算机或其他设备, 其具有和/或包括射频接收器的常规膝上型和/或掌上型计算机或其他设备。这里所使用的“终端”、“终端设备”可以是便携式、可运输、安装在交通工具(航空、海运和/或陆地)中的,或者适合于和/或配置为在本地运行,和/或以分布形式,运行在地球和/或空间的任何其他位置运行。这里所使用的“终端”、“终端设备”还可以是通信终端、上网终端、音乐/视频播放终端,例如可以是 PDA、MID (Mobile Internet Device, 移动互联网设备) 和/或具有音乐/视频播放功能的移动电话,也可以是智能电视、机顶盒等设备。

本披露公开的三中继节点协作通信功率分配方法用于通信系统,所述通信系统包括第一节点、第二节点、第三节点、第四节点和第五节点,所述第一节点用于以功率 P_0 向所述第二节点、所述第三节点、所述第四节点和所述第五节点发射第一信号,所述第二节点用于将接收到的第一信号放大并以功率 P_1

发送至所述第五节点, 所述第三节点用于将接收到的第一信号放大并以功率 P_2 发送至所述第五节点, 所述第四节点用于将接收到的第一信号放大并以功率 P_3 发送至所述第五节点, 所述第五节点用于将来自所述第一节点、所述第二节点、所述第三节点和所述第四节点的第一信号合并, 其中, 所述方法包括:

确定所述功率 P_0 ;

按照预设功率 P 、所确定功率 P_0 和预设功率分配规则分别计算所述功率 P_1 、所述功率 P_2 和所述功率 P_3 。

需要说明的是, 确定功率 P 和 P_0 的顺序不作限定。

请参阅图 1, 本披露公开的三中继节点协作通信方法包括以下步骤:

步骤 101, 第一节点以功率 P_0 向第二节点、第三节点、第四节点和第五节点发射第一信号;

步骤 102, 所述第二节点将接收到的第一信号放大并以功率 P_1 发送至所述第五节点, 所述第三节点将接收到的第一信号放大并以功率 P_2 发送至所述第五节点, 所述第四节点将接收到的第一信号放大并以功率 P_3 发送至所述第五节点, 其中, 所述功率 P_1 、所述功率 P_2 和所述功率 P_3 根据预设功率 P 、功率 P_0 和预设功率分配规则确定;

步骤 103, 所述第五节点用于将来自所述第一节点、所述第二节点、所述第三节点和所述第四节点的第一信号合并。

上述的预设功率分配规则包括:

通过如下公式计算所述功率 P_1 、所述功率 P_2 和所述功率 P_3 ,

$$P_1 = \frac{|h_{sr1}|^2}{\sqrt{\gamma_1}} \left(\frac{1}{\lambda} - \frac{1}{\sqrt{\gamma_1}} \right)^+, \quad P_2 = \frac{|h_{sr2}|^2}{\sqrt{\gamma_2}} \left(\frac{1}{\lambda} - \frac{1}{\sqrt{\gamma_2}} \right)^+, \quad P_3 = \frac{|h_{sr3}|^2}{\sqrt{\gamma_3}} \left(\frac{1}{\lambda} - \frac{1}{\sqrt{\gamma_3}} \right)^+,$$

其中, 符号 $(a)^+ = \max(a, 0)$, $\gamma_1 = \frac{|h_{sr1}|^2 |h_{r1d}|^2}{P_0 |h_{sr1}|^2 + 1}$, $\gamma_2 = \frac{|h_{sr2}|^2 |h_{r2d}|^2}{P_0 |h_{sr2}|^2 + 1}$, $\gamma_3 =$

$\frac{|h_{sr3}|^2 |h_{r3d}|^2}{P_0 |h_{sr3}|^2 + 1}$, h_{sr1} 表示所述第一节点至所述第二节点的信道衰落系数, h_{sr2} 表示所述第一节点至所述第三节点的信道衰落系数, h_{sr3} 表示所述第一节点至所述第四节点的信道衰落系数, h_{r1d} 表示所述第二节点至所述第五节点的信道衰落系数, h_{r2d} 表示所述第三节点至所述第五节点的信道衰落系数, h_{r3d} 表示所述第四节点至所述第五节点的信道衰落系数, λ 为以下优化问题的拉格朗日乘子:

$$\begin{cases} C_{AF,orthogonal} = \frac{1}{2} \log_2 \left(1 + \sum_{i=1}^3 \frac{|h_{sri}|^2 |h_{rid}|^2 P_0 P_i}{|h_{sri}|^2 P_0 + |h_{rid}|^2 P_i + 1} \right) \\ P_0 + \sum_{i=1}^3 P_i \leq P \end{cases}$$

以下首先介绍如何利用并行中继信道下最大化系统容量的优化问题实现三中继节点协作通信方法。

对于两个协作节点的情况，AF 协作协议可以分为三个阶段实现：

阶段一，源节点发射信号，分别传输给目的以及中继。

阶段二，中继节点对接收到的来自源节点的信号进行放大，之后将处理后的信号以一定的功率向目的节点转发。

阶段三，目的节点对两个阶段接收到的信号进行合并，这里我们采用最大比合并(MRC, Maximal Ratio Combining)，从而得到源节点的信号。

为了计算三个节点之间的功率分配比例，我们先来推导多个节点的情况，假设一共的传输功率 P 是固定的， P_i 是分配给第 i 个节点的功率。功率分配比 a_i ($i=0,1,L,N_T-1$) 等于 P_i/P ，它需要在节点功率分配比 (a_0) 和 $(N-1)$ 中继 (a_1, a_2, L, a_{N-1}) 上的最优配置来增大系统容量。

协作节点采用 AF 协议的功率分配优化问题如式 (1-1) 所示。

$$\begin{cases} \arg \max_{\{P_i, i=0,1,L,N_T-1\}} \left\{ \frac{1}{N_T} \log_2 [1 + P_0 \alpha_0 + \sum_{i=1}^{N_T-1} f(P_0 \alpha_i, P_i \beta_i)] \right\} \\ \text{subject to } P_0 + \sum_{i=1}^{N_T-1} P_i \leq P \end{cases} \quad (1-1)$$

其中， $\alpha_0 = \frac{|h_{sd}|^2}{N_{sd}}$ ， $\alpha_i = \frac{|h_{sri}|^2}{N_{sri}}$ ， $\beta_i = \frac{|h_{rid}|^2}{N_{rid}}$ ， $N_{sd} = N_o$ ， $N_{sri} = \eta_{sri} N_o$ ， $N_{rid} = \eta_{rid} N_o$ ，

$$f(x, y) = \frac{xy}{x + y + 1}。$$

在多个协作节点的情形下，有一种情况也可以将信号传播分为两个阶段，那就是在两跳协作系统中，完成数据的传输。即源节点 S 在第一步广播它的信息，即广播阶段。第二步为多节点 $\{R_i, i=1,2,L,N-1\}$ 平行传输，主要表现为多址接入阶段。 S 和 R_i 的传输功率分别由 P_0 和 P_i ($i=1,2,L,N-1$) 表示。正如上面所提到的同样的规则，在第一步，接收到的信号，可以写为：

$$\begin{cases} y_{sd} = \sqrt{P_0} h_{sd} x + n_{sd} \\ y_{sri} = \sqrt{P_0} h_{sri} x + n_{sri} \quad i=1,2,L,N-1 \end{cases} \quad (1-2)$$

每个中继对接收到的信号进行一定的处理,即对来自信源的接收信号进行放大,之后,以一定的功率将其转发到目的。在第二步第*i*个中继将处理后的信号再发给目的,即有:

$$y_{r,d} = h_{r,d} \beta_i y_{sr_i} + n_{r,d} \quad i=1,2,L,N-1 \quad (1-3)$$

放大系数 β_i 应满足约束条件 $\beta_i \leq \sqrt{\frac{P_i}{|h_{sr_i}|^2 P_0 + N_0}}$, 当 P_i ($i=1,2,L,N-1$) 为第*i*个中继分配的功率。多节点的情况下的系统互信息 I_{AF} 变为

$$I_{AF} = \log_2[1 + |h_{sd}|^2 SNR_{sd} + \sum_{i=1}^{N-1} f(|h_{sr_i}|^2 SNR_{sr_i}, |h_{r,d}|^2 SNR_{r,d})] \quad (1-4)$$

在正交中继信道中, D 从中继处接收 N 个互不干扰信源符号。若已知信道系数, N 个符号在 D 相干归并来提高接受 SNR (Signal-Noise Ratio, 信噪比)。使用 AF 策略, 并行中继信道下最大化系统容量的优化问题为:

$$\begin{cases} C_{AF,orthogonal} = \frac{1}{2} \log_2(1 + \sum_{i=1}^{N-1} \frac{|h_{sr_i}|^2 |h_{r,d}|^2 P_0 P_i}{|h_{sr_i}|^2 P_0 + |h_{r,d}|^2 P_{i+1}}) \\ \text{subject to} \quad P_0 + \sum_{i=1}^{N-1} P_i \leq P \end{cases} \quad (1-5)$$

上述最大化容量的功率分配策略的结果如下:

$$P_i = \frac{|h_{sr_i}|^2}{\sqrt{\gamma_i}} (\frac{1}{\sqrt{\lambda}} - \frac{1}{\sqrt{\gamma_i}})^+ \quad i=1,2,L,N-1 \quad (1-6)$$

当 $(a)^+ = \max(a, 0)$, $\gamma_i = \frac{|h_{sr_i}|^2 |h_{r,d}|^2}{P_0 |h_{sr_i}|^2 + 1}$ 时, λ 表示拉格朗日乘子,它需要满足条件如下: $\lambda < \gamma_i$ 。因为只有在这种情况下 $P_i > 0$ 可以实现,否则, $P_i = 0$ 。

根据上述一些列的计算,我们将三个节点的情况分别带入公式(1-6)可得:基于 AF 协议三协作节点渐进最优功率分配方案为:

$$P_1 = \frac{|h_{sr_1}|^2}{\sqrt{\gamma_1}} (\frac{1}{\sqrt{\lambda}} - \frac{1}{\sqrt{\gamma_1}})^+ \quad P_2 = \frac{|h_{sr_2}|^2}{\sqrt{\gamma_2}} (\frac{1}{\sqrt{\lambda}} - \frac{1}{\sqrt{\gamma_2}})^+ \quad P_3 = \frac{|h_{sr_3}|^2}{\sqrt{\gamma_3}} (\frac{1}{\sqrt{\lambda}} - \frac{1}{\sqrt{\gamma_3}})^+$$

以下说明三中继节点协作通信方法的具体实施步骤。

步骤 201: 源节点 S 发射信号, 分别传输给目的节点 D 以及中继节点 R1、中继节点 R2、中继节点 R3。

源节点 S 发射的信号, 经过衰减和白噪声后达到目的节点 D。

步骤 202: 中继节点 R1、中继节点 R2 和中继节点 R3 对各自接收到的来自源节点 S 的信号进行放大, 之后将处理后的信号以一定的功率向目的节点 D 转发。

中继节点 R1 接收到的信号表示为: $y_{sr1} = \sqrt{P_0}h_{sr1}x + n_{sr1}$

其中, P_0 表示源节点 S 的传输功率, h_{sr1} 表示源节点 S 至中继节点 R1 的信道衰落系数, n_{sr1} 表示源节点 S 与中继节点 R1 间的加性高斯白噪声。

中继节点 R2 接收到的信号表示为: $y_{sr2} = \sqrt{P_0}h_{sr2}x + n_{sr2}$

其中, P_0 表示源节点 S 的传输功率, h_{sr2} 表示源节点 S 至中继节点 R2 的信道衰落系数, n_{sr2} 表示源节点 S 与中继节点 R2 间的加性高斯白噪声。

中继节点 R3 接收到的信号表示为: $y_{sr3} = \sqrt{P_0}h_{sr3}x + n_{sr3}$

其中, P_0 表示源节点 S 的传输功率, h_{sr3} 表示源节点 S 至中继节点 R3 的信道衰落系数, n_{sr3} 表示源节点 S 与中继节点 R3 间的加性高斯白噪声。

源节点 S 发射的信号, 经过衰减和白噪声后分别到达中继节点 R1、中继节点 R2 和中继节点 R3。中继节点 R1、中继节点 R2 和中继节点 R3 各自将来自源节点 S 的信号进行功率放大, 并发送给目的节点 D。

假设源节点以及三个中继节点发送功率的总和为 P , 符号 $(a)^+$ 表示 $(a)^+ = \max(a, 0)$, 则三个节点各自发送的功率按以下方式分配。

中继节点 R1 的发送功率: $P_1 = \frac{|h_{sr1}|^2}{\sqrt{\gamma_1}} \left(\frac{1}{\lambda} - \frac{1}{\sqrt{\gamma_1}} \right)^+$

中继节点 R2 的发送功率: $P_2 = \frac{|h_{sr2}|^2}{\sqrt{\gamma_2}} \left(\frac{1}{\lambda} - \frac{1}{\sqrt{\gamma_2}} \right)^+$

中继节点 R3 的发送功率: $P_3 = \frac{|h_{sr3}|^2}{\sqrt{\gamma_3}} \left(\frac{1}{\lambda} - \frac{1}{\sqrt{\gamma_3}} \right)^+$

其中, $\gamma_1 = \frac{|h_{sr1}|^2|h_{rd1}|^2}{P_0|h_{sr1}|^2+1}$, $\gamma_2 = \frac{|h_{sr2}|^2|h_{rd2}|^2}{P_0|h_{sr2}|^2+1}$, $\gamma_3 = \frac{|h_{sr3}|^2|h_{rd3}|^2}{P_0|h_{sr3}|^2+1}$, λ 表示 AF 策略下并行中继信道最大化系统容量优化问题的拉格朗日乘子, 即以下优化问题的拉格朗日乘子:

$$\begin{cases} C_{AF,orthogonal} = \frac{1}{2} \log_2 \left(1 + \sum_{i=1}^3 \frac{|h_{sri}|^2|h_{rid}|^2 P_0 P_i}{|h_{sri}|^2 P_0 + |h_{rid}|^2 P_i + 1} \right) \\ P_0 + \sum_{i=1}^3 P_i \leq P \end{cases}$$

同时, λ 需满足: $\lambda < \gamma_i$

步骤 203: 目的节点 D 对两个阶段接收到的信号采用最大比合并法(MRC)

进行合并，从而接收到源节点 S 发射的信号。

目的节点接收到的信号表示为： $y_{sd} = \sqrt{P_0}h_{sd}x + n_{sd}$

其中， P_0 表示源节点 S 的传输功率， h_{sd} 表示源节点 S 至目的节点 D 的信道衰落系数， n_{sd} 表示源节点 S 与目的节点 D 间的加性高斯白噪声。

目的节点 D 接收到来自中继节点 R1 的信号表示为： $y_{r1d} = h_{r1d}\beta_1 y_{sr1} + n_{r1d}$

其中， h_{r1d} 表示中继节点 R1 至目的节点 D 的信道衰落系数， β_1 表示中继节点 R1 的放大系数，满足约束条件 $\beta_1 < \sqrt{\frac{P_1}{|h_{sr1}|^2 P_0 + N_0}}$ ， P_1 表示中继节点 R1 的传输功率， n_{r1d} 表示中继节点 R1 与目的节点 D 间的加性高斯白噪声。

目的节点 D 接收到来自中继节点 R2 的信号表示为： $y_{r2d} = h_{r2d}\beta_2 y_{sr2} + n_{r2d}$

其中， h_{r2d} 表示中继节点 R2 至目的节点 D 的信道衰落系数， β_2 表示中继节点 R2 的放大系数，满足约束条件 $\beta_2 < \sqrt{\frac{P_2}{|h_{sr2}|^2 P_0 + N_0}}$ ， P_2 表示中继节点 R2 的传输功率， n_{r2d} 表示中继节点 R2 与目的节点 D 间的加性高斯白噪声。

目的节点 D 接收到来自中继节点 R3 的信号表示为： $y_{r3d} = h_{r3d}\beta_3 y_{sr3} + n_{r3d}$

其中， h_{r3d} 表示中继节点 R3 至目的节点 D 的信道衰落系数， β_3 表示中继节点 R3 的放大系数，满足约束条件 $\beta_3 < \sqrt{\frac{P_3}{|h_{sr3}|^2 P_0 + N_0}}$ ， P_3 表示中继节点 R3 的传输功率， n_{r3d} 表示中继节点 R3 与目的节点 D 间的加性高斯白噪声。

需要说明的是，以上所述的源节点也包括作为另一个协作通信系统中的某一个中继节点的情况，此时源节点发射的“源信号”实际为转发所接收到的信号。以上所述的目的节点也包括作为另一个协作通信系统中的某一个中继节点的情况，此时，在该节点合并后的信号将被继续转发出去。

请参阅图 2，前述通信系统中各节点对应的设备可以包括：处理器 1001，例如 CPU，网络接口 1002，用户接口 1003，存储器 1004。这些组件之间的连接通信可以通过通信总线实现。网络接口 1002 可选的可以包括标准的有线接口（用于连接有线网络）、无线接口（如 WI-FI 接口、蓝牙接口、红外线接口等，用于连接无线网络）。用户接口 1003 可以包括显示屏（Display）、输入单元比如键盘（Keyboard），可选用户接口 1003 还可以包括标准的有线接口（例如用于连接有线键盘、有线鼠标等）和/或无线接口（例如用于连接无线

键盘、无线鼠标)。存储器 1004 可以是高速 RAM 存储器,也可以是稳定的存储器(non-volatile memory),例如磁盘存储器。存储器 1004 可选的还可以是独立于前述处理器 1001 的存储装置。

可选地,节点设备还可以包括摄像头、RF(Radio Frequency,射频)电路,传感器、音频电路、WiFi 模块等等。

本领域技术人员可以理解,图中示出的节点设备结构并不构成对节点设备的限定,可以包括比图示更多或更少的部件,或者组合某些部件,或者不同的部件布置。

结合以上对本披露的详细描述可以看出,与现有技术相比,本披露至少具有以下有益的技术效果:

协作通信系统性能的优劣与资源分配策略的选择密切相关,而功率分配问题又是资源分配的重要问题之一,本申请的技术方案通过对基于 AF 协议的协作通信系统中三个中继节点传输功率的配置,实现了功率的有效分配和系统信道容量的最大化,满足了大数据量传输对系统可靠性和稳定性的需求。

本技术领域技术人员可以理解,本披露包括涉及用于执行本披露中所述操作中的一项或多项的设备。这些设备可以为所需的目的而专门设计和制造,或者也可以包括通用计算机中的已知设备。这些设备具有存储在其内的计算机程序,这些计算机程序选择性地激活或重构。这样的计算机程序可以被存储在设备(例如,计算机)可读介质中或者存储在适于存储电子指令并分别耦联到总线的任何类型的介质中,所述计算机可读介质包括但不限于任何类型的盘(包括软盘、硬盘、光盘、CD-ROM、和磁光盘)、ROM(Read-Only Memory,只读存储器)、RAM(Random Access Memory,随机存储器)、EPROM(Erasable Programmable Read-Only Memory,可擦写可编程只读存储器)、EEPROM(Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory,电可擦可编程只读存储器)、闪存、磁性卡片或光线卡片。也就是,可读介质包括由设备(例如,计算机)以能够读的形式存储或传输信息的任何介质。

权 利 要 求 书

1. 一种三中继节点协作通信功率分配方法，所述功率分配方法用于通信系统，所述通信系统包括第一节点、第二节点、第三节点、第四节点和第五节点，所述第一节点用于以功率 P_0 向所述第二节点、所述第三节点、所述第四节点和所述第五节点发射第一信号，所述第二节点用于将接收到的第一信号放大并以功率 P_1 发送至所述第五节点，所述第三节点用于将接收到的第一信号放大并以功率 P_2 发送至所述第五节点，所述第四节点用于将接收到的第一信号放大并以功率 P_3 发送至所述第五节点，所述第五节点用于将来自所述第一节点、所述第二节点、所述第三节点和所述第四节点的第一信号合并，其中，所述方法包括：

确定所述功率 P_0 ；

按照预设功率 P 、所确定功率 P_0 和预设功率分配规则分别计算所述功率 P_1 、所述功率 P_2 和所述功率 P_3 。

2. 如权利要求 1 所述的三中继节点协作通信功率分配方法，按照预设功率 P 、所确定功率 P_0 和预设功率分配规则分别计算所述功率 P_1 、所述功率 P_2 和所述功率 P_3 包括：

通过如下公式计算所述功率 P_1 、所述功率 P_2 和所述功率 P_3 ，

$$P_1 = \frac{|h_{sr1}|^2}{\sqrt{\gamma_1}} \left(\frac{1}{\lambda} - \frac{1}{\sqrt{\gamma_1}} \right)^+,$$

$$P_2 = \frac{|h_{sr2}|^2}{\sqrt{\gamma_2}} \left(\frac{1}{\lambda} - \frac{1}{\sqrt{\gamma_2}} \right)^+,$$

$$P_3 = \frac{|h_{sr3}|^2}{\sqrt{\gamma_3}} \left(\frac{1}{\lambda} - \frac{1}{\sqrt{\gamma_3}} \right)^+,$$

其中，符号 $(a)^+ = \max(a, 0)$ ， $\gamma_1 = \frac{|h_{sr1}|^2 |h_{r1d}|^2}{P_0 |h_{sr1}|^2 + 1}$ ， $\gamma_2 = \frac{|h_{sr2}|^2 |h_{r2d}|^2}{P_0 |h_{sr2}|^2 + 1}$ ， $\gamma_3 = \frac{|h_{sr3}|^2 |h_{r3d}|^2}{P_0 |h_{sr3}|^2 + 1}$ ， h_{sr1} 表示所述第一节点至所述第二节点的信道衰落系数， h_{sr2} 表示所述第一节点至所述第三节点的信道衰落系数， h_{sr3} 表示所述第一节点至所述第四节点的信道衰落系数， h_{r1d} 表示所述第二节点至所述第五节点的信道衰落系数， h_{r2d} 表示所述第三节点至所述第五节点的信道衰落系数， h_{r3d} 表示所述第

四节点至所述第五节点的信道衰落系数， λ 为以下优化问题的拉格朗日乘子：

$$\begin{cases} C_{AF,orthogonal} = \frac{1}{2} \log_2 \left(1 + \sum_{i=1}^3 \frac{|h_{sr1}|^2 |h_{rid}|^2 P_0 P_i}{|h_{sr1}|^2 P_0 + |h_{rid}|^2 P_i + 1} \right) \\ P_0 + \sum_{i=1}^3 P_i \leq P \end{cases}$$

3. 如权利要求 1 所述的三中继节点协作通信功率分配方法，所述预设功率 P 满足 $P = P_0 + P_1 + P_2 + P_3$ 。

4. 如权利要求 2 所述的三中继节点协作通信功率分配方法，所述 λ 满足 $\lambda < \gamma_i$, $i=1, 2, 3$ 。

5. 如权利要求 2 所述的三中继节点协作通信功率分配方法，

第二节点接收到的信号表示为： $y_{sr1} = \sqrt{P_0} h_{sr1} x + n_{sr1}$ ，其中， n_{sr1} 表示第一节点与第二节点间的加性高斯白噪声；

第三节点接收到的信号表示为： $y_{sr2} = \sqrt{P_0} h_{sr2} x + n_{sr2}$ ，其中， n_{sr2} 表示第一节点与第三节点间的加性高斯白噪声；

第四节点接收到的信号表示为： $y_{sr3} = \sqrt{P_0} h_{sr3} x + n_{sr3}$ ，其中， n_{sr3} 表示第一节点与第四节点间的加性高斯白噪声。

6. 一种三中继节点协作通信方法，所述方法包括以下步骤：

第一节点以功率 P_0 向第二节点、第三节点、第四节点和第五节点发射第一信号；

所述第二节点将接收到的第一信号放大并以功率 P_1 发送至所述第五节点，所述第三节点将接收到的第一信号放大并以功率 P_2 发送至所述第五节点，所述第四节点将接收到的第一信号放大并以功率 P_3 发送至所述第五节点，其中，所述功率 P_1 、所述功率 P_2 和所述功率 P_3 根据预设功率 P 、功率 P_0 和预设功率分配规则确定；

所述第五节点用于将来自所述第一节点、所述第二节点、所述第三节点和所述第四节点的第一信号合并。

7. 如权利要求 6 所述的三中继节点协作通信方法，所述功率 P_2 和所述功率 P_3 根据预设功率 P 、预设功率 P_0 和预设功率分配规则确定包括：

通过如下公式计算所述功率 P_1 、所述功率 P_2 和所述功率 P_3 ，

$$P_1 = \frac{|h_{sr1}|^2}{\sqrt{\gamma_1}} \left(\frac{1}{\lambda} - \frac{1}{\sqrt{\gamma_1}} \right)^+$$

$$P_2 = \frac{|h_{sr2}|^2}{\sqrt{\gamma_2}} \left(\frac{1}{\lambda} - \frac{1}{\sqrt{\gamma_2}} \right)^+,$$

$$P_3 = \frac{|h_{sr3}|^2}{\sqrt{\gamma_3}} \left(\frac{1}{\lambda} - \frac{1}{\sqrt{\gamma_3}} \right)^+,$$

其中, 符号 $(a)^+ = \max(a, 0)$, $\gamma_1 = \frac{|h_{sr1}|^2 |h_{r1d}|^2}{P_0 |h_{sr1}|^2 + 1}$, $\gamma_2 = \frac{|h_{sr2}|^2 |h_{r2d}|^2}{P_0 |h_{sr2}|^2 + 1}$, $\gamma_3 = \frac{|h_{sr3}|^2 |h_{r3d}|^2}{P_0 |h_{sr3}|^2 + 1}$, h_{sr1} 表示所述第一节点至所述第二节点的信道衰落系数, h_{sr2} 表示所述第一节点至所述第三节点的信道衰落系数, h_{sr3} 表示所述第一节点至所述第四节点的信道衰落系数, h_{r1d} 表示所述第二节点至所述第五节点的信道衰落系数, h_{r2d} 表示所述第三节点至所述第五节点的信道衰落系数, h_{r3d} 表示所述第四节点至所述第五节点的信道衰落系数, λ 为以下优化问题的拉格朗日乘子:

$$\begin{cases} C_{AF,orthogonal} = \frac{1}{2} \log_2 \left(1 + \sum_{i=1}^3 \frac{|h_{sri}|^2 |h_{rid}|^2 P_0 P_i}{|h_{sri}|^2 P_0 + |h_{rid}|^2 P_i + 1} \right) \\ P_0 + \sum_{i=1}^3 P_i \leq P \end{cases}$$

8. 如权利要求6所述的三中继节点协作通信方法, 所述预设功率 P 满足 $P = P_0 + P_1 + P_2 + P_3$ 。

9. 如权利要求7所述的三中继节点协作通信方法, 所述 λ 满足 $\lambda < \gamma_i, i=1, 2, 3$ 。

10. 如权利要求7所述的三中继节点协作通信方法,

第二节点接收到的信号表示为: $y_{sr1} = \sqrt{P_0} h_{sr1} x + n_{sr1}$, 其中, n_{sr1} 表示第一节点与第二节点间的加性高斯白噪声;

第三节点接收到的信号表示为: $y_{sr2} = \sqrt{P_0} h_{sr2} x + n_{sr2}$, 其中, n_{sr2} 表示第一节点与第三节点间的加性高斯白噪声;

第四节点接收到的信号表示为: $y_{sr3} = \sqrt{P_0} h_{sr3} x + n_{sr3}$, 其中, n_{sr3} 表示第一节点与第四节点间的加性高斯白噪声。

11. 一种三中继节点协作通信功率分配设备, 包括存储器和处理器, 所述存储器中存储有计算机可读指令, 所述计算机可读指令被所述处理器执行时, 使得所述处理器执行三中继节点协作通信功率分配方法的步骤, 所述功率分配方法用于通信系统, 所述通信系统包括第一节点、第二节点、第三节点、第四节点和第五节点, 所述第一节点用于以功率 P_0 向所述第二节点、所述第三节

点、所述第四节点和所述第五节点发射第一信号，所述第二节点用于将接收到的第一信号放大并以功率 P_1 发送至所述第五节点，所述第三节点用于将接收到的第一信号放大并以功率 P_2 发送至所述第五节点，所述第四节点用于将接收到的第一信号放大并以功率 P_3 发送至所述第五节点，所述第五节点用于将来自所述第一节点、所述第二节点、所述第三节点和所述第四节点的第一信号合并，其中，所述方法包括：

确定所述功率 P_0 ；

按照预设功率 P 、所确定功率 P_0 和预设功率分配规则分别计算所述功率 P_1 、所述功率 P_2 和所述功率 P_3 。

12. 根据权利要求 11 所述的三中继节点协作通信功率分配设备，按照预设功率 P 、所确定功率 P_0 和预设功率分配规则分别计算所述功率 P_1 、所述功率 P_2 和所述功率 P_3 包括：

通过如下公式计算所述功率 P_1 、所述功率 P_2 和所述功率 P_3 ，

$$P_1 = \frac{|h_{sr1}|^2}{\sqrt{\gamma_1}} \left(\frac{1}{\lambda} - \frac{1}{\sqrt{\gamma_1}} \right)^+,$$

$$P_2 = \frac{|h_{sr2}|^2}{\sqrt{\gamma_2}} \left(\frac{1}{\lambda} - \frac{1}{\sqrt{\gamma_2}} \right)^+,$$

$$P_3 = \frac{|h_{sr3}|^2}{\sqrt{\gamma_3}} \left(\frac{1}{\lambda} - \frac{1}{\sqrt{\gamma_3}} \right)^+,$$

其中，符号 $(a)^+ = \max(a, 0)$ ， $\gamma_1 = \frac{|h_{sr1}|^2 |h_{r1d}|^2}{P_0 |h_{sr1}|^2 + 1}$ ， $\gamma_2 = \frac{|h_{sr2}|^2 |h_{r2d}|^2}{P_0 |h_{sr2}|^2 + 1}$ ， $\gamma_3 = \frac{|h_{sr3}|^2 |h_{r3d}|^2}{P_0 |h_{sr3}|^2 + 1}$ ， h_{sr1} 表示所述第一节点至所述第二节点的信道衰落系数， h_{sr2} 表示所述第一节点至所述第三节点的信道衰落系数， h_{sr3} 表示所述第一节点至所述第四节点的信道衰落系数， h_{r1d} 表示所述第二节点至所述第五节点的信道衰落系数， h_{r2d} 表示所述第三节点至所述第五节点的信道衰落系数， h_{r3d} 表示所述第四节点至所述第五节点的信道衰落系数， λ 为以下优化问题的拉格朗日乘子：

$$\begin{cases} C_{AF,orthogonal} = \frac{1}{2} \log_2 \left(1 + \sum_{i=1}^3 \frac{|h_{sri}|^2 |h_{rid}|^2 P_0 P_i}{|h_{sri}|^2 P_0 + |h_{rid}|^2 P_i + 1} \right) \\ P_0 + \sum_{i=1}^3 P_i \leq P \end{cases}$$

13. 根据权利要求 11 所述的三中继节点协作通信功率分配设备，所述预

设功率 P 满足 $P=P_0+P_1+P_2+P_3$ 。

14. 一种三中继节点协作通信设备, 包括存储器和处理器, 所述存储器中存储有计算机可读指令, 所述计算机可读指令被所述处理器执行时, 使得所述处理器执行三中继节点协作通信方法的步骤:

第一节点以功率 P_0 向第二节点、第三节点、第四节点和第五节点发射第一信号;

所述第二节点将接收到的第一信号放大并以功率 P_1 发送至所述第五节点, 所述第三节点将接收到的第一信号放大并以功率 P_2 发送至所述第五节点, 所述第四节点将接收到的第一信号放大并以功率 P_3 发送至所述第五节点, 其中, 所述功率 P_1 、所述功率 P_2 和所述功率 P_3 根据预设功率 P 、功率 P_0 和预设功率分配规则确定;

所述第五节点用于将来自所述第一节点、所述第二节点、所述第三节点和所述第四节点的第一信号合并。

15. 根据权利要求 14 所述的三中继节点协作通信设备, 所述功率 P_2 和所述功率 P_3 根据预设功率 P 、预设功率 P_0 和预设功率分配规则确定包括:

通过如下公式计算所述功率 P_1 、所述功率 P_2 和所述功率 P_3 ,

$$P_1 = \frac{|h_{sr1}|^2}{\sqrt{\gamma_1}} \left(\frac{1}{\lambda} - \frac{1}{\sqrt{\gamma_1}} \right)^+,$$

$$P_2 = \frac{|h_{sr2}|^2}{\sqrt{\gamma_2}} \left(\frac{1}{\lambda} - \frac{1}{\sqrt{\gamma_2}} \right)^+,$$

$$P_3 = \frac{|h_{sr3}|^2}{\sqrt{\gamma_3}} \left(\frac{1}{\lambda} - \frac{1}{\sqrt{\gamma_3}} \right)^+,$$

其中, 符号 $(a)^+ = \max(a, 0)$, $\gamma_1 = \frac{|h_{sr1}|^2|h_{r1d}|^2}{P_0|h_{sr1}|^2+1}$, $\gamma_2 = \frac{|h_{sr2}|^2|h_{r2d}|^2}{P_0|h_{sr2}|^2+1}$, $\gamma_3 = \frac{|h_{sr3}|^2|h_{r3d}|^2}{P_0|h_{sr3}|^2+1}$, h_{sr1} 表示所述第一节点至所述第二节点的信道衰落系数, h_{sr2} 表示所述第一节点至所述第三节点的信道衰落系数, h_{sr3} 表示所述第一节点至所述第四节点的信道衰落系数, h_{r1d} 表示所述第二节点至所述第五节点的信道衰落系数, h_{r2d} 表示所述第三节点至所述第五节点的信道衰落系数, h_{r3d} 表示所述第四节点至所述第五节点的信道衰落系数, λ 为以下优化问题的拉格朗日乘子:

$$\begin{cases} C_{AF,orthogonal} = \frac{1}{2} \log_2 \left(1 + \sum_{i=1}^3 \frac{|h_{sr1}|^2 |h_{rid}|^2 P_0 P_i}{|h_{sr1}|^2 P_0 + |h_{rid}|^2 P_i + 1} \right) \\ P_0 + \sum_{i=1}^3 P_i \leq P \end{cases}$$

16. 根据权利要求 14 所述的三中继节点协作通信设备, 所述预设功率 P 满足 $P=P_0+P_1+P_2+P_3$ 。

17. 一种存储有计算机可读指令的非易失性存储介质, 所述计算机可读指令被一个或多个处理器执行时, 使得一个或多个处理器执行三中继节点协作通信功率分配方法的步骤, 所述功率分配方法用于通信系统, 所述通信系统包括第一节点、第二节点、第三节点、第四节点和第五节点, 所述第一节点用于以功率 P_0 向所述第二节点、所述第三节点、所述第四节点和所述第五节点发射第一信号, 所述第二节点用于将接收到的第一信号放大并以功率 P_1 发送至所述第五节点, 所述第三节点用于将接收到的第一信号放大并以功率 P_2 发送至所述第五节点, 所述第四节点用于将接收到的第一信号放大并以功率 P_3 发送至所述第五节点, 所述第五节点用于将来自所述第一节点、所述第二节点、所述第三节点和所述第四节点的第一信号合并, 其中, 所述方法包括:

确定所述功率 P_0 ;

按照预设功率 P 、所确定功率 P_0 和预设功率分配规则分别计算所述功率 P_1 、所述功率 P_2 和所述功率 P_3 。

18. 根据权利要求 17 所述的非易失性存储介质, 按照预设功率 P 、所确定功率 P_0 和预设功率分配规则分别计算所述功率 P_1 、所述功率 P_2 和所述功率 P_3 包括:

通过如下公式计算所述功率 P_1 、所述功率 P_2 和所述功率 P_3 ,

$$P_1 = \frac{|h_{sr1}|^2}{\sqrt{\gamma_1}} \left(\frac{1}{\lambda} - \frac{1}{\sqrt{\gamma_1}} \right)^+,$$

$$P_2 = \frac{|h_{sr2}|^2}{\sqrt{\gamma_2}} \left(\frac{1}{\lambda} - \frac{1}{\sqrt{\gamma_2}} \right)^+,$$

$$P_3 = \frac{|h_{sr3}|^2}{\sqrt{\gamma_3}} \left(\frac{1}{\lambda} - \frac{1}{\sqrt{\gamma_3}} \right)^+,$$

其中, 符号 $(a)^+ = \max(a, 0)$, $\gamma_1 = \frac{|h_{sr1}|^2 |h_{r1d}|^2}{P_0 |h_{sr1}|^2 + 1}$, $\gamma_2 = \frac{|h_{sr2}|^2 |h_{r2d}|^2}{P_0 |h_{sr2}|^2 + 1}$, $\gamma_3 =$

$\frac{|h_{sr3}|^2 |h_{r3d}|^2}{P_0 |h_{sr3}|^2 + 1}$, h_{sr1} 表示所述第一节点至所述第二节点的信道衰落系数, h_{sr2} 表示所

述第一节点至所述第三节点的信道衰落系数, h_{sr3} 表示所述第一节点至所述第四节点的信道衰落系数, h_{r1d} 表示所述第二节点至所述第五节点的信道衰落系数, h_{r2d} 表示所述第三节点至所述第五节点的信道衰落系数, h_{r3d} 表示所述第四节点至所述第五节点的信道衰落系数, λ 为以下优化问题的拉格朗日乘子:

$$\begin{cases} C_{AF,orthogonal} = \frac{1}{2} \log_2 \left(1 + \sum_{i=1}^3 \frac{|h_{sr1}|^2 |h_{r1d}|^2 P_0 P_i}{|h_{sr1}|^2 P_0 + |h_{r1d}|^2 P_i + 1} \right) \\ P_0 + \sum_{i=1}^3 P_i \leq P \end{cases}$$

19.一种存储有计算机可读指令的非易失性存储介质, 所述计算机可读指令被一个或多个处理器执行时, 使得一个或多个处理器执行三中继节点协作通信方法的步骤:

第一节点以功率 P_0 向第二节点、第三节点、第四节点和第五节点发射第一信号;

所述第二节点将接收到的第一信号放大并以功率 P_1 发送至所述第五节点, 所述第三节点将接收到的第一信号放大并以功率 P_2 发送至所述第五节点, 所述第四节点将接收到的第一信号放大并以功率 P_3 发送至所述第五节点, 其中, 所述功率 P_1 、所述功率 P_2 和所述功率 P_3 根据预设功率 P 、功率 P_0 和预设功率分配规则确定;

所述第五节点用于将来自所述第一节点、所述第二节点、所述第三节点和所述第四节点的第一信号合并。

20. 根据权利要求 19 所述的非易失性存储介质, 所述功率 P_2 和所述功率 P_3 根据预设功率 P 、预设功率 P_0 和预设功率分配规则确定包括:

通过如下公式计算所述功率 P_1 、所述功率 P_2 和所述功率 P_3 ,

$$P_1 = \frac{|h_{sr1}|^2}{\sqrt{\gamma_1}} \left(\frac{1}{\lambda} - \frac{1}{\sqrt{\gamma_1}} \right)^+,$$

$$P_2 = \frac{|h_{sr2}|^2}{\sqrt{\gamma_2}} \left(\frac{1}{\lambda} - \frac{1}{\sqrt{\gamma_2}} \right)^+,$$

$$P_3 = \frac{|h_{sr3}|^2}{\sqrt{\gamma_3}} \left(\frac{1}{\lambda} - \frac{1}{\sqrt{\gamma_3}} \right)^+,$$

其中, 符号 $(a)^+ = \max(a, 0)$, $\gamma_1 = \frac{|h_{sr1}|^2 |h_{r1d}|^2}{P_0 |h_{sr1}|^2 + 1}$, $\gamma_2 = \frac{|h_{sr2}|^2 |h_{r2d}|^2}{P_0 |h_{sr2}|^2 + 1}$, $\gamma_3 =$

$\frac{|h_{sr3}|^2 |h_{r3d}|^2}{P_0 |h_{sr3}|^2 + 1}$, h_{sr1} 表示所述第一节点至所述第二节点的信道衰落系数, h_{sr2} 表示所

述第一节点至所述第三节点的信道衰落系数, h_{sr3} 表示所述第一节点至所述第四节点的信道衰落系数, h_{r1d} 表示所述第二节点至所述第五节点的信道衰落系数, h_{r2d} 表示所述第三节点至所述第五节点的信道衰落系数, h_{r3d} 表示所述第四节点至所述第五节点的信道衰落系数, λ 为以下优化问题的拉格朗日乘子:

$$\begin{cases} C_{AF,orthogonal} = \frac{1}{2} \log_2 \left(1 + \sum_{i=1}^3 \frac{|h_{sri}|^2 |h_{rid}|^2 P_0 P_i}{|h_{sri}|^2 P_0 + |h_{rid}|^2 P_i + 1} \right) \\ P_0 + \sum_{i=1}^3 P_i \leq P \end{cases}$$

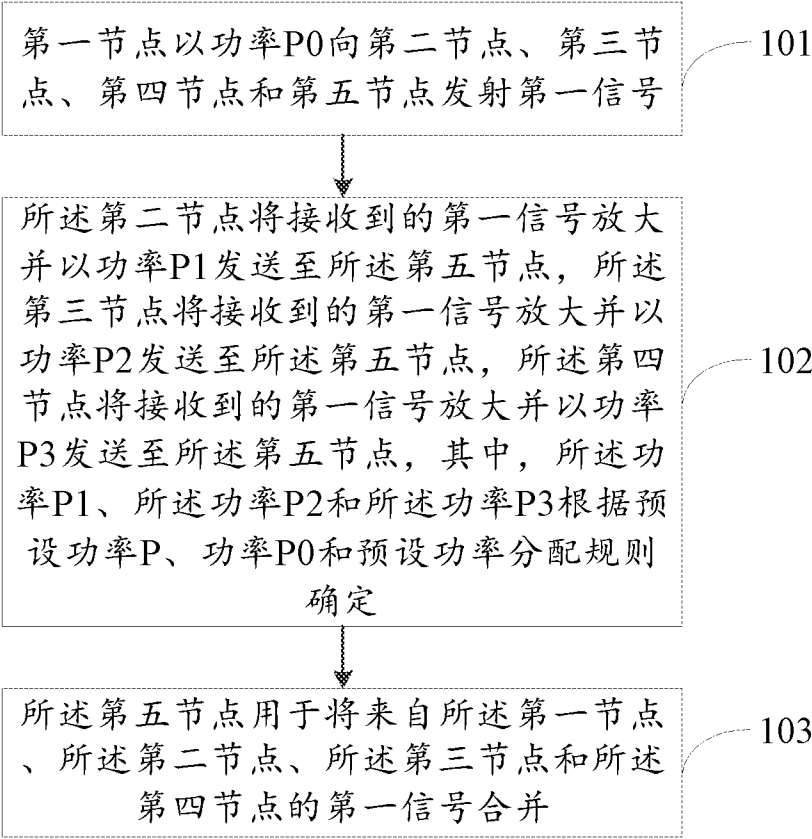


图 1

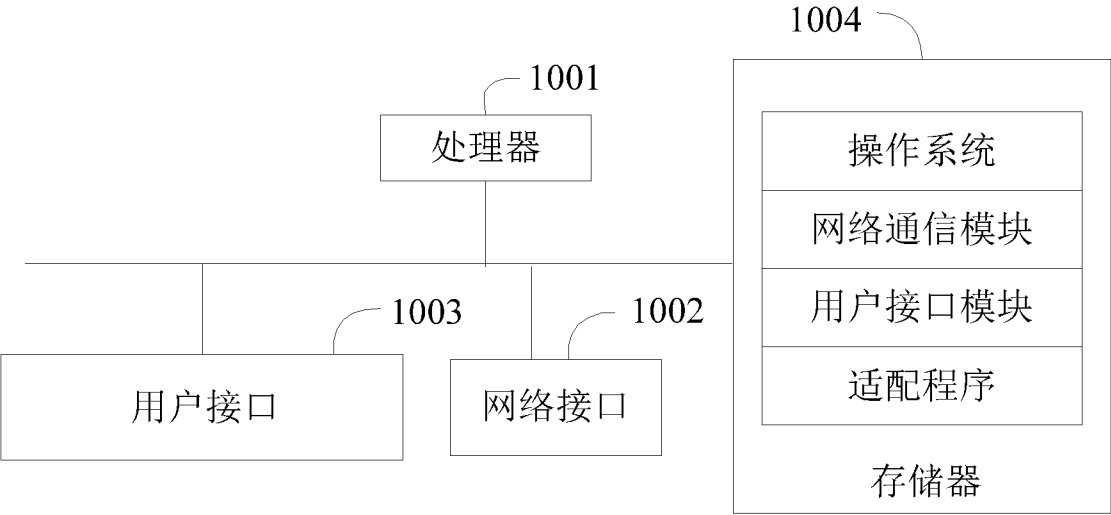


图 2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2018/108094

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04B 7/0426(2017.01)i; H04B 7/0413(2017.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H04B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNABS; CNTXT; VEN; USTXT; EPTXT; WOTXT; CNKI; IEEE: 中继, 功率分配, 协作节点, 协作通信, 放大转发, 容量, AF, power allocation, relay, cooperation, communication, capacity, multiple, source, destination

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	高伟东等 (GAO, Weidong et al.). "协作通信中的中继节点选取和功率分配联合优化 (Joint Relay Selection and Power Allocation Optimization in Cooperative Communications)" <i>北京邮电大学学报 (Journal of Beijing University of Posts and Telecommunications)</i> , Vol. 31, No. 2, 15 April 2008 (2008-04-15), sections 1 and 3	1-20
X	CN 105991166 A (EAST CHINA JIAOTONG UNIVERSITY) 05 October 2016 (2016-10-05) description, paragraphs [0041]-[0075], and figures 1 and 2	1, 3, 6, 8, 11, 13, 14, 16, 17, 19
X	冉杰等 (RAN, Jie et al.). "多中继放大转发协作通信中的功率分配和中继位置联合优化 (Joint Optimization for Power Allocation and Relay Positioning in Amplify-and-Forward Cooperative System with Multi-relays)" <i>现代电信科技 (Modern Science & Technology of Telecommunications)</i> , No. 5, 15 May 2010 (2010-05-15), sections 1, 2.1 and 2.3	1, 3, 6, 8, 11, 13, 14, 16, 17, 19
X	Wang, Beibei et al. "Distributed Relay Selection and Power Control for Multiuser Cooperative Communication Networks Using Stackelberg Game" <i>IEEE Transactions on Mobile Computing</i> , 24 October 2008 (2008-10-24), sections 2.1, 3.5, and appendix A5	1, 3, 6, 8, 11, 13, 14, 16, 17, 19



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

03 January 2019

Date of mailing of the international search report

03 February 2019

Name and mailing address of the ISA/CN

National Intellectual Property Administration, PRC (ISA/
CN)
No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District, Beijing
100088
China

Facsimile No. (86-10)62019451

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2018/108094

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 102917442 A (BEIJING UNIVERSITY OF TECHNOLOGY) 06 February 2013 (2013-02-06) entire document	1-20

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2018/108094

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	105991166	A	05 October 2016	None			
CN	102917442	A	06 February 2013	CN	102917442	B	07 January 2015

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2018/108094

A. 主题的分类 H04B 7/0426(2017.01)i; H04B 7/0413(2017.01)i 按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类		
B. 检索领域 检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号) H04B 包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献 在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用)) CNABS;CNTXT;VEN;USTXT;EPTXT;WOTXT;CNKI;IEEE:中继, 功率分配, 协作节点, 协作通信, 放大转发, 容量, AF, power allocation, relay, cooperation, communication, capacity, multiple, source, destination		
C. 相关文件		
类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
X	高伟东等. “协作通信中的中继节点选取和功率分配联合优化” 北京邮电大学学报, 第31卷, 第2期, 2008年 4月 15日 (2008 - 04 - 15), 第1节, 第3节	1-20
X	CN 105991166 A (华东交通大学) 2016年 10月 5日 (2016 - 10 - 05) 说明书第[0041]-[0075]段, 图1-2	1, 3, 6, 8, 11, 13-14, 16-17, 19
X	冉杰等. “多中继放大转发协作通信中的功率分配和中继位置联合优化” 现代电信科技, 第5期, 2010年 5月 15日 (2010 - 05 - 15), 第1节, 第2.1节, 第2.3节	1, 3, 6, 8, 11, 13-14, 16-17, 19
X	Beibei Wang等. “Distributed Relay Selection and Power Control for Multiuser Cooperative Communication Networks Using Stackelberg Game” IEEE Transactions on Mobile Computing, 2008年 10月 24日 (2008 - 10 - 24), 第2.1节, 第3.5节, 附录第A5节	1, 3, 6, 8, 11, 13-14, 16-17, 19
A	CN 102917442 A (北京工业大学) 2013年 2月 6日 (2013 - 02 - 06) 全文	1-20
☐ 其余文件在C栏的续页中列出。 ☒ 见同族专利附件。		
* 引用文件的具体类型: “A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件 “E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利 “L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的) “O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件 “P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件 “T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件 “X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性 “Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性 “&” 同族专利的文件		
国际检索实际完成的日期		国际检索报告邮寄日期
2019年 1月 3日		2019年 2月 3日
ISA/CN的名称和邮寄地址		受权官员
中国国家知识产权局(ISA/CN) 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088		李灿灿
传真号 (86-10)62019451		电话号码 86-(20)-28950754

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2018/108094

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利	公布日 (年/月/日)
CN	105991166	A	2016年 10月 5日	无	
CN	102917442	A	2013年 2月 6日	CN 102917442	B 2015年 1月 7日