

对称无线网络下干扰对齐算法的研究

杨敬文, 李莉, 邱昊

(上海师范大学信息与机电工程学院, 上海 200234)

摘要: 干扰对齐通过预编码的方式将接收到的干扰对齐到接收机的子空间中, 从而为期望信号提供了最大化的自由度. 重点探究实现了干扰对齐预编码的三种典型的算法——最小化干扰泄露功率算法、最大化信干噪比算法以及最小化均方误差算法, 三种算法都利用了无线信道的互易性, 通过初始网络编码和逆网络编码的相互迭代最终拿到了各自优化准则下的干扰对齐预编码. 通过上行传输速率这一性能函数分析和比较了这三种算法. 仿真结果表明了各自算法的优劣. 最后简要分析了干扰对齐算法的可行性与其广阔的应用前景.

关键词: 迭代算法; 干扰对齐; 互易性; 最小化干扰泄露功率; 最大化信干噪比; 最小化均方误差

中图分类号: TN 929.5 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000-5137(2015)01-0032-07

0 引言

随着无线通信技术的迅速发展和无线终端的普及, 使得越来越多的人能够高效便捷地接入无线网络, 但随之也造成了无线频谱资源的紧缺, 无线网络设备的增多、吞吐量需求的增大, 对现有无线网络资源带来了巨大的挑战. 由于频谱资源的匮乏, 如何在频谱资源有限的条件下, 满足日益增长的用户数的同时, 保持每个用户的服务质量, 成为下一代无线网络的核心研究课题之一.

当多个用户进行通信时, 由于无线信道的广播特性, 用户之间会存在干扰, 在现有的处理干扰的技术中, 如频分复用(FDMA)、时分复用(TDMA)和码分复用(CDMA), 主要是通过信号的正交化来消除干扰信号对期望信号的影响. 其实, 当多用户共享频谱资源时, 这种处理方法只能做到将频谱资源在 K 个用户之间进行分配. 例如, 当相互影响的用户数为 K 时, 每个用户所能获得的频谱资源为单个用户时的 $1/K$. 因此, 当用户数量很大时, 每个用户所能获得的频谱资源仍然非常有限.

近年来已有一些对于干扰信道的干扰管理方法, 如干扰抵消技术和干扰消除技术, 前者是在接收端按干扰信号幅度的大小次序逐一地解调和抵消, 从而有效地提高了系统容量. 后者是将来自其他发射机的干扰信号对齐到同一接收信号空间的子空间内, 并保持干扰子空间与期望信号子空间的线性独立, 从而减小对期望信号的干扰的一种高效的解决方式. 干扰对齐(IA)是源于对干扰网络容量的分析, 改变了人们对于干扰网络容量是干扰受限系统的传统观念, 为进一步提高现有网络容量指明了方向.

干扰对齐作为一种有效的干扰管理机制, 得到了国内外学术界极大的关注, 将信号空间划分为期望信号空间和干扰信号空间两个部分, 通过预编码技术使干扰在接收端重叠, 从而压缩干扰所占的信号容量, 消除干扰对期望信号的影响, 达到提高信道容量的目的. 文献[1]首先证明了在 K 用户干扰网络中,

收稿日期: 2014-12-12

基金项目: 上海市教育委员会科研创新项目(12ZZ126); 上海师范大学重点学科(DZL126)

通信作者: 李莉, 中国上海市桂林路100号, 上海师范大学信息与机电工程学院, 邮编: 200234, E-mail: lilyxuan@shnu.edu.cn

用户的交叉干扰通过干扰对齐的方式,所有的用户都能够获得 $K/2$ 的自由度. 文献[2]分析了3对用户的认知网络,利用干扰对齐的方式详细阐明了三种情况下网络系统的自由度. 文献[3]通过无线网络的互易性设计出了最小化干扰泄露功率与最大化信干噪比(SINR)的干扰对齐算法,仿真结果同时证明了文献[1]的部分结论. 文献[4]提出了一种最小化均方误差(MMSE)算法,同样利用了无线网络的对称性,以最小化均方误差准则对预编码与后置编码进行了优化.

本文作者重点研究了以上文献中的干扰对齐算法,三种算法利用了无线信道的互易性,通过初始网络编码和逆网络编码的每一次迭代,修正发射端的预编码矩阵和接收端的干扰抑制矩阵,最终所得的预编码矩阵和干扰抑制矩阵,即为各自优化准则下的干扰对齐预编码方案.

文章结构如下,第一部分为引言,第二部分给出相应的系统模型以及干扰对齐思想,第三部分介绍实现干扰对齐的三种算法,第四部分为对三种IA算法进行仿真并对结果进行分析,第五部分展望了干扰对齐在异构网络中的应用前景. 最后一部分给出总结. 以下符号贯穿全文, \mathbf{A}^{-1} 代表矩阵 \mathbf{A} 的逆, \mathbf{A}^H 表示 \mathbf{A} 的厄密共轭矩阵, $\text{tr}(\mathbf{A})$ 为矩阵 \mathbf{A} 的迹, $\text{rank}(\mathbf{A})$ 为矩阵 \mathbf{A} 的秩, $\det|\mathbf{A}|$ 为矩阵 \mathbf{A} 的行列式, \mathbf{I} 为单位矩阵.

1 系统模型及干扰对齐

1.1 系统模型

图1给出了 M 个用户的干扰网络系统模型,用户和基站的数目为 M , UE_k 表示第 k 个用户, BS_k 表示第 k 个接收基站. 用户和基站都具有相同的天线数 N , 用户之间产生交叉干扰,第 k 个基站的接收信号 \mathbf{y}_k 可表示为:

$$\mathbf{y}_k = \sum_{i=0}^M \mathbf{H}_{ki} \mathbf{V}_i \mathbf{s}_i + \mathbf{n}_k. \quad (1)$$

其中, $\mathbf{H}_{ki} \in \mathbb{C}^{N \times N}$, 表示第 i ($i \in \{0, 1, \dots, M\}$) 个用户

与第 k ($k \in \{0, 1, \dots, M\}$) 个基站的信道矩阵,在这里假设已经拿到了完美的信道信息, $\mathbf{s}_i \in \mathbb{C}^{d \times 1}$ 为第 i 个用户发送的信号,其信息比特数都为 d ($d \leq N$), $\mathbf{V}_i \in \mathbb{C}^{N \times d}$ 是第 i 个用户的预编码矩阵. 第 k 个基站接收端接收到的噪声向量记做 $\mathbf{n}_k \in \mathbb{C}^{N \times 1}$, 服从均值为0的高斯分布, $E(\mathbf{n}_k \times (\mathbf{n}_k)^H) = \sigma^2 \mathbf{I}$, \mathbf{I} 为 N 阶的单位向量. 式(1)中, $\mathbf{H}_{kk} \mathbf{V}_k \mathbf{s}_k$ 代表第 k 个接收端的期望信号(图1中用粗实线连接的部分), $\mathbf{H}_{ki} \mathbf{V}_i \mathbf{s}_i$ ($i \in \{0, 1, \dots, M\}, i \neq k$) 为第 k 个接收端上的干扰信号(图1中用虚实线连接的部分).

1.2 干扰对齐

将第 k 个 BS 上的所受干扰对齐到接收端的同一信号子空间,即满足式(2):

$$\mathbf{H}_{ki} \mathbf{V}_i = \mathbf{H}_{kj} \mathbf{V}_j, (i \neq j). \quad (2)$$

为了消除接收端的干扰,在第 k 个接收端上设计干扰抑制矩阵 $\mathbf{U}_k \in \mathbb{C}^{N \times d}$, 需满足式(3):

$$\begin{aligned} \mathbf{U}_k^H \left(\sum_{i=0, i \neq k}^M \mathbf{H}_{ki} \mathbf{V}_i \right) &= \mathbf{0}, \\ \text{rank}(\mathbf{U}_k^H \mathbf{H}_{kk} \mathbf{V}_k) &= d. \end{aligned} \quad (3)$$

此时,第 k 个接收端上实际接收到的信号为:

$$\tilde{\mathbf{y}}_k = \mathbf{U}_k \mathbf{y}_k = \mathbf{U}_k \sum_{i=0}^M \mathbf{H}_{ki} \mathbf{V}_i \mathbf{s}_i + \mathbf{U}_k \mathbf{n}_k. \quad (4)$$

在下一部分中,将重点讨论根据不同的优化准则,预编码矩阵以及干扰抑制矩阵的求法.

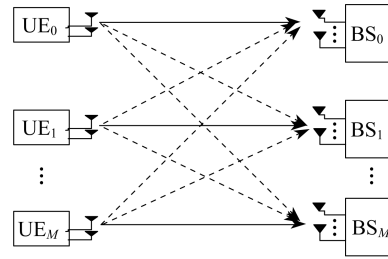


图1 M 用户干扰网络系统模型

2 干扰对齐算法

2.1 逆向网络对齐

无论是最小化干扰泄露功率算法、最大化信干噪比算法或是最小化均方误差算法,这三种算法都利用到了无线信道的互易性——在时分双工的通信系统中,上行链路中对于给定的传输者,它给于所有接收机造成的干扰在下行链路中同样也会受到来自所有接收机相同数量的干扰.根据这一原理,设定 $\bar{\mathbf{V}}_k$ 为在下行链路中第 k 个基站上的逆网络预编码矩阵, $\bar{\mathbf{U}}_k$ 为第 k 个用户上的逆网络干扰抑制矩阵,由于无线对称信道的互易性,上行链路中的预编码矩阵可以看作是相应下行链路中的干扰抑制矩阵,而下行链路中的预编码矩阵也同样可以看作上行链路的干扰抑制矩阵,也就是:

$$\begin{aligned}\bar{\mathbf{V}}_k &= \mathbf{U}_k, \\ \bar{\mathbf{U}}_k &= \mathbf{V}_k.\end{aligned}\quad (5)$$

为实现干扰对齐,同样应该满足:

$$\mathbf{H}_{ik} \bar{\mathbf{V}}_i = \mathbf{H}_{jk} \bar{\mathbf{V}}_j, (i \neq j), \quad (6)$$

$$\begin{aligned}\bar{\mathbf{U}}_k^H \left(\sum_{i=0, i \neq k}^M \mathbf{H}_{ik} \bar{\mathbf{V}}_i \right) &= 0, \\ \text{rank}(\bar{\mathbf{U}}_k^H \mathbf{H}_{kk} \bar{\mathbf{V}}_k) &= d.\end{aligned}\quad (7)$$

2.2 最小化干扰泄露迭代算法

对称网络的互易性是最小化干扰泄露算法的关键,这一部分,通过上行链路下的预编码矩阵和干扰抑制矩阵与下行链路中的预编码矩阵和干扰抑制矩阵反复迭代,使接收机上的干扰泄露功率最小,最终拿到 \mathbf{U} 、 \mathbf{V} . 对于上行链路网络,第 k 个基站上的总干扰功率表示为:

$$I_k = \text{tr}(\mathbf{U}_k \mathbf{Q}_k \mathbf{U}_k). \quad (8)$$

其中:

$$\mathbf{Q}_k = \sum_{i=0, i \neq k}^M \mathbf{H}_{ki} \mathbf{V}_i \mathbf{V}_i^H \mathbf{H}_{ki}^H. \quad (9)$$

对于下行链路网络,第 k 个用户上的总干扰功率可表示为:

$$\bar{I}_k = \text{tr}(\bar{\mathbf{U}}_k \bar{\mathbf{Q}}_k \bar{\mathbf{U}}_k). \quad (10)$$

其中:

$$\bar{\mathbf{Q}}_k = \sum_{i=0, i \neq k}^M \mathbf{H}_{ik} \bar{\mathbf{V}}_i \bar{\mathbf{V}}_i^H \mathbf{H}_{ik}^H. \quad (11)$$

迭代算法在上行链路网络与下行链路逆网络下交替进行,具体步骤如下^[3]:

算法 1

(1) 在上行链路网络中,任取每个用户的预编码矩阵 \mathbf{V}_k ;

(2) 对于所取 \mathbf{V}_k , 计算相应 \mathbf{U}_k 使得 I_k 最小,即:

$$\min_{\mathbf{U}_k: N \times d, \mathbf{U}_k \times \mathbf{U}_k = \mathbf{I}} I_k. \quad (12)$$

(3) 令 $\bar{\mathbf{V}}_k = \mathbf{U}_k$;

(4) 对于所取 $\bar{\mathbf{V}}_k$, 计算相应 $\bar{\mathbf{U}}_k$ 使得 \bar{I}_k 最小,即:

$$\min_{\bar{\mathbf{U}}_k: N \times d, \bar{\mathbf{U}}_k \times \bar{\mathbf{U}}_k^H = \mathbf{I}} \bar{I}_k. \quad (13)$$

(5) 令 $\mathbf{V}_k = \bar{\mathbf{U}}_k$.

(6) 重复步骤:3~5, 直至 I_k, \bar{I}_k 收敛.

图 2 展示了最小化干扰泄露功率算法的收敛性, 对 3 用户干扰网络系统进行仿真, 用户与基站各自配有 4 根天线, 从图 2 中可以看出, 该算法在迭代 6 次之后基本收敛, 收敛速度较快.

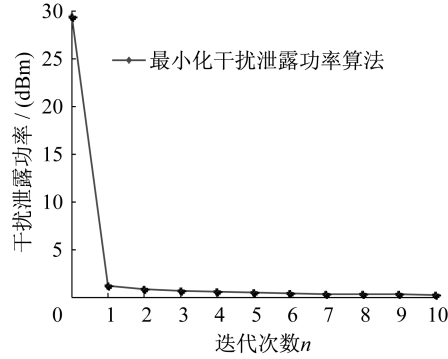


图 2 最小化干扰泄露功率算法的收敛性

2.3 最大化信干噪比算法

最小化干扰泄露算法收敛速度较快, 可是该算法只对干扰进行了处理, 并没有对噪声加以抑制, 最大化信干噪比算法则联合考虑了接收机接收到的干扰和噪声, 以最大化信干噪比 (SINR) 为输出准则. 第 K 个接收机上的 SINR 为:

$$\text{SINR}_k = \frac{\mathbf{U}_k^H \mathbf{H}_{kk} \mathbf{V}_k (\mathbf{U}_k^H \mathbf{H}_{kk} \mathbf{V})^H}{\mathbf{U}_k^H \mathbf{B}_k \mathbf{U}_k}. \quad (14)$$

其中干扰加噪声矩阵为

$$\mathbf{B}_k = \sum_{i=1, i \neq k}^M (\mathbf{H}_{ki} \mathbf{V}_i (\mathbf{H}_{ki} \mathbf{V}_i)^H + \sigma^2 \mathbf{I}). \quad (15)$$

使信干噪比最大的干扰抑制矩阵 \mathbf{U}_k 为

$$\mathbf{U}_k = \frac{(\mathbf{B}_k^{-1}) \mathbf{H}_{kk} \mathbf{V}_k}{\|(\mathbf{B}_k^{-1}) \mathbf{H}_{kk} \mathbf{V}_k\|}. \quad (16)$$

算法 2 为最大化 SINR 算法的具体步骤^[3].

算法 2

- (1) 初始化预编码矩阵 \mathbf{V}_k ;
- (2) 由式(15)计算出干扰加噪声矩阵 \mathbf{B}_k ;
- (3) 由式(16)计算出干扰抑制矩阵 \mathbf{U}_k ;
- (4) 令 $\bar{\mathbf{V}}_k = \mathbf{U}_k$;
- (5) 在逆网络下, 计算相应的干扰加噪声矩阵 $\bar{\mathbf{B}}_k$;
- (6) 由 $\bar{\mathbf{B}}_k$ 计算相应的 $\bar{\mathbf{U}}_k$;
- (7) 令 $\mathbf{V}_k = \bar{\mathbf{U}}_k$;
- (8) 重复步骤 2~7 直至 SINR 收敛.

2.4 最小化均方误差算法

MMSE 算法与最大化信干噪比算法极为类似, 但输出的准则变为最小化均方误差, 第 K 个接收机上的均方误差 (MSE) 可表示为

$$\varepsilon_k = E[\tilde{\mathbf{y}}_k^2 - s_i^2] = |\mathbf{U}_k^H \mathbf{H}_{kk} \mathbf{V}_k|^2 + \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq k}}^M (|\mathbf{U}_k^H \mathbf{H}_{kj} \mathbf{V}_j|)^2 + \|\mathbf{U}_k\|^2 \sigma^2. \tag{17}$$

预编码矩阵 \mathbf{U} 、干扰抑制矩阵 \mathbf{V} 为了最小化所有接收机上的 MSE,即为

$$\min_{\substack{\mathbf{V}_1, \dots, \mathbf{V}_k \\ \mathbf{U}_1, \dots, \mathbf{U}_k}} \sum_{k=1}^M \varepsilon_k \tag{18}$$

其中:

$$\mathbf{U}_k = \frac{(\sum_{i=1}^M \mathbf{H}_{ki} \mathbf{V}_i (\mathbf{H}_{ki} \mathbf{V}_i)^H + \sigma^2 \mathbf{I})^{-1} (\mathbf{H}_{kk} \mathbf{V}_k)}{\|(\sum_{i=1}^M \mathbf{H}_{ki} \mathbf{V}_i (\mathbf{H}_{ki} \mathbf{V}_i)^H + \sigma^2 \mathbf{I})^{-1} (\mathbf{H}_{kk} \mathbf{V}_k)\|}, \tag{19}$$

$$\mathbf{V}_k = \frac{(\sum_{i=1}^M \mathbf{H}_{ik} \mathbf{U}_i (\mathbf{H}_{ik} \mathbf{U}_i)^H + \sigma^2 \mathbf{I})^{-1} (\mathbf{H}_{kk} \mathbf{U}_k)}{\|(\sum_{i=1}^M \mathbf{H}_{ik} \mathbf{U}_i (\mathbf{H}_{ik} \mathbf{U}_i)^H + \sigma^2 \mathbf{I})^{-1} (\mathbf{H}_{kk} \mathbf{U}_k)\|}. \tag{20}$$

MMSE 算法步骤如下^[4]:

算法 3

- (1) 初始化预编码矩阵 \mathbf{V}_k ;
- (2) 由式(19)求得干扰抑制矩阵 \mathbf{U}_k ;
- (3) 根据 \mathbf{U}_k ,由式(20)求得预编码矩阵 \mathbf{V}_k ;
- (4) 重复步骤 2~3 直至 ε_k 收敛.

3 仿真结果与分析

对 3 用户干扰网络系统进行仿真,用户与基站各自配有 2 根天线,即 $N=2$,以上行链路传输速率作为指标,对三种算法进行比较,仿真结果如图 3 所示.

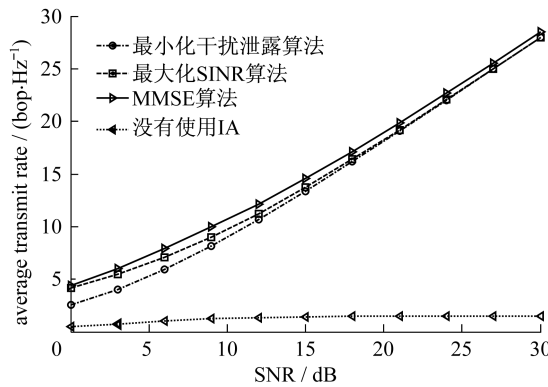


图3 三种干扰对齐迭代算法性能比较

仿真结果显示,IA 大大提高了 MIMO 系统的传输速率,SINR 算法在低信噪比情况下要优于最小化干扰泄露功率算法,在高信噪比环境下两者速率趋于一致,这是因为 SINR 算法额外优化了噪声的结果,在低信噪比环境下,MMSE 算法与 SINR 算法趋于一致,但在高信噪比环境下,MMSE 算法要优于 SINR 算法,但是并不明显. 综上,MMSE 算法总体上要优于 SINR 算法与最小化干扰泄露算法.

4 干扰对齐在异构网络小区下的应用前景

受到高数据速率、长距离传输以及建筑对无线信号的穿透衰落等因素的共同影响,网络规划与室内覆盖日益是运营商与厂商关注的焦点,根据 NTTDoCoMo 的统计,室内场所吸收了移动通信将近 70% 的话务量,移动用户有 60% 的时间都在室内.因此,良好的室内网络覆盖特别是室内覆盖是下一代无线网络成功的关键,可以预计,在不久的将来,随着一种主要为室内设计的超小型基站——毫微微蜂窝基站^[5]的普及,毫微微蜂窝基站与宏蜂窝基站共存的网络将成为小区网络覆盖的主流,但毫微微蜂窝网络与现有的宏蜂窝网络共享相同的频段,会造成不可避免的同频干扰,影响信号接收质量,减小接收机的信道容量.如何做好有效的干扰管理是其中的一个难点.

而仿真研究的干扰对齐技术,可以有效地处理毫微微蜂窝网络与宏蜂窝网络存在的同频干扰,为各自网络创造出零干扰空间,近年来,已经有不少的文献探索了双层异构网络下的干扰对齐.文献[6]利用干扰对齐,使基于正交频分复用的宏蜂窝网络与认知微蜂窝网络得以共存,最大化认知链路的频谱效率的同时,保证了宏蜂窝网络的自由度.文献[7]提出了一种仅需获取部分信道信息的干扰对齐方案,所提方案保证了主用户基站不受强干扰源的影响.文献[8]提出了一种可选择的干扰对齐,该方案仅对齐毫微微蜂窝基站受到的强干扰,提高了毫微微蜂窝的服务质量的同时,降低了干扰对齐算法的复杂度.文献[9]提出了一种双层异构网络中对于下行链路的干扰对齐,优化了宏蜂窝网络的下行链路速率,保证了宏蜂窝用户的服务质量.文献[10]提出了一种仅需牺牲主用户网络小部分的吞吐量但能极大增加次用户、络吞吐量的干扰对齐算法.文献[11]针对异构网络中的开放用户群和封闭用户群这两种模式,提出了一种分层的干扰对齐.文献[12]研究了盲信道的干扰对齐,文献[13]在有限信道状态信息反馈的条件下,如何动态的挖掘干扰拓扑结构从而提高异构网络系统的反馈效率,使得整个系统的自由度维持不变.文献[14]为毫微微蜂窝系统下的干扰管理提供了两种策略,分别为机会主义的动态资源分配和干扰对齐,对于干扰衰落的子信道,机会主义的动态资源分配会造成用户之间的干扰,但通信资源分配最佳,而干扰对齐则创造无干扰的传输环境,但会牺牲一部分通信资源.文献[14]针对这两种策略进行权衡最终得出一种最优的干扰管理方案.文献[15]提出了一种双层编码,第一层编码消除认知用户对主用户的干扰,第二层编码提高了系统的吞吐量.

由上述文献的研究结果分析,干扰对齐技术将会成为异构网络下处理干扰的重要手段.

5 总 结

本文作者研究了三种干扰对齐迭代算法,在已知信道状态信息的情况下,在发射端进行预编码处理,三种算法通过每一次的迭代,修正发射端的预编码矩阵和接收端的干扰抑制矩阵,直至各自优化的目标函数收敛,最终所得的预编码矩阵和干扰抑制矩阵即为所求,仿真结果表明了干扰对齐技术提高了 MIMO 系统的性能,而仿真实现干扰对齐的三种算法中,以 MMSE 算法最佳.最后简要介绍了异构网络下的干扰对齐技术的应用前景.

参考文献:

- [1] CADAMBE V R, JAFAR S A. Interference alignment and degrees of freedom of the K-user interference channel[J]. *Information Theory, IEEE Transactions on*, 2008, 54: 3425 - 3441.
- [2] SHAKERI Z, CHAGHOOSHI A F, MIRMOHSENI M, et al. Degrees of freedom in a three-user cognitive interference channel: *IEEE Communication and Information Theory*[C]. Tehran: IEEE, 2013.
- [3] GOMADAM K, CADAMBE V R, JAFAR S A. Approaching the capacity of wireless networks through distributed interfer-

- ence alignment; IEEE Global Telecommunications Conference[C]. New Orleans; IEEE, 2008.
- [4] SCHMDT D A, SHI C, BERRY R A, et al. Minimum mean squared error interference alignment; In Proc Asilomar Conf Signals Syst Comput[C]. Pacific Grove; IEEE, 2009.
- [5] CHANDRASEKHAR V, ANDREWS J, GATHERER A. Femtocell networks; A survey[J]. IEEE Communications Magazine, 2008, 46(9): 59–67.
- [6] MASO M, CARDOSO L S, DEBBAH M, et al. Cognitive interference alignment for OFDM two-tiered networks; In Proc IEEE 13th Signal Processing Advances in Wireless Communications[C]. Cesme; IEEE, 2012.
- [7] SHARMA S K, CHATZINOTAS S, OTTERSTEN B. Interference alignment for spectral coexistence of heterogeneous networks[J]. EURASIP Journal on Wireless Communications and Networking 2013, 2013: 1–14.
- [8] GULER B, YENER A. Selective interference alignment for MIMO cognitive femtocell networks[J]. IEEE Selected Areas in Communications, 2014, 32: 439–450.
- [9] LI Q Z, GU X M, LI H Q, et al. Interference alignment for MIMO downlink femtocell networks; In Proc IEEE 19th WeidangLu Networks[C]. Singapore; IEEE, 2013.
- [10] SEO O P, YANG C S, PARK G W, et al. Partial interference alignment in heterogeneous networks; IEEE Military Communications Conference[C]. San Diego; IEEE, 2013.
- [11] NOH W J, JANG K H, CHOI H H. Hierarchical interference alignment for downlink heterogeneous networks[J]. IEEE Transactions on Wireless Communications, 2012, 11: 4549–4559.
- [12] JAFAR S A. Blind interference alignment[J]. IEEE The Journal of Selected Topics in Signal Processing, 2012, 6: 216–227.
- [13] RAO X B, RUAN L Z, LAU. Limited feedback design for interference alignment on MIMO interference networks with heterogeneous path loss and spatial correlations[J]. IEEE Transactions on Signal Processing, 2013, 61: 2598–2607.
- [14] LERTWIRAM, POPOVSKI, SAKAGUCHI. A study of trade-off between opportunistic resource allocation and interference alignment in femtocell scenarios[J]. IEEE Wireless Communications Letters, 2012, 1: 356–359.
- [15] LI L, ZHANG H J. Design method of two stage pre-coding a cognitive MIMO communication system; China, 201410061223 [P]. 2014-02-21.

Distributed interference alignment iterative algorithms in symmetric wireless network

YANG Jingwen, LI Li, QIU Hao

(College of Information, Mechanical and Electrical Engineering, Shanghai Normal University, Shanghai 200234, China)

Abstract: Interference alignment is a novel interference alignment way, which is widely noted all of the world. Interference alignment overlaps interference in the same signal space at receiving terminal by precoding so as to thoroughly eliminate the influence of interference impacted on expected signals, thus making the desire user achieve the maximum degree of freedom. In this paper we research three typical algorithms for realizing interference alignment, including minimizing the leakage interference, maximizing Signal to Interference plus Noise Ratio (SINR) and minimizing mean square error (MSE). All of these algorithms utilize the reciprocity of wireless network, and iterate the precoders between original network and the reverse network so as to achieve interference alignment. We use the uplink transmit rate to analyze the performance of these three algorithms. Numerical simulation results show the advantages of these algorithms, which is the foundation for the further study in the future. The feasibility and future of interference alignment are also discussed at last.

Key words: iterative algorithm; interference alignment; reciprocity; minimizing the leakage interference; maximizing signal to interference plus noise ratio; minimizing mean square error

(责任编辑:包震宇)