

非理想 CSIT 下超密集分布式天线网络的高能效协同波束成形

Energy Efficient Coordinated Beamforming for Massively Dense Distributed Antenna Networks with Non-Ideal CSIT

王璟 / WANG Jing

冯伟 / FENG Wei

周世东 / ZHOU Shidong

(清华大学 电子工程系, 北京 100084)
(Tsinghua University, Beijing 100084, China)

为满足不断增长的通信业务需求,超密集网络已成为未来第5代移动通信(5G)的核心技术之一,它具有容量高、覆盖好、部署灵活等诸多优势^[1]。但是,随着网络密集度不断增加,系统中的干扰不断加剧,制约系统性能的可持续提升^[1-8]。为了有效控制或消除干扰的影响,网络协同传输正引起越来越多的研究关注^[3-5]。与传统单纯追求频谱效率不同,绿色高能效的通信网络设计也是5G的重要发展演进方向之一^[1-2]。因此,高能效协同的超密集网络设计应是5G技术创新发展的重要方面。

分布式天线网络(DAN)是实现5G超密集网络部署的一种颇具前途的系统架构,称之为超密集分布式天线网络(md-DAN)^[9]。一方面,在md-DAN中分散部署的分布式天线单元

收稿时间: 2016-04-20

网络出版时间: 2016-05-09

基金项目: 国家重点基础研究发展计划(“973”计划)(2012CB316002); 国家高技术研究发展计划(“863”计划)(2015AA01A701); 国家科技重大专项(2014ZX03003003-002); 国家自然科学基金(61201192、61321061);

中图分类号: TN929.5 文献标志码: A 文章编号: 1009-6868 (2016) 03-0036-005

摘要: 针对超密集分布式天线网络(md-DAN)的下行场景,基于以用户为中心的虚拟小区模式,在非理想的发端信道状态信息(CSIT)条件下对系统的高能效协同波束成形问题进行研究。提出一种采用连续Taylor展开和Dinkelbach方法的迭代解决问题方案。仿真表明,该方案在不同网络部署密集程度下均可明显提高md-DAN系统能效。

关键词: 超密集网络; 超密集分布式天线网络; 高能效; 协同波束成形; 非理想 CSIT

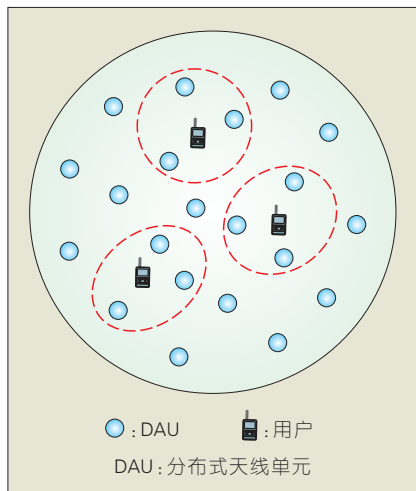
Abstract: In this paper, we focus on the downlink of a user-centric virtual cell-based massively dense distributed antenna network (md-DAN), and particularly address the problem of energy efficient coordinated beamforming with non-ideal channel state information at the transmitter (CSIT) condition. By applying the successive Taylor expansion approach and the Dinkelbach method, an iterative scheme is presented to solve the problem. Simulation results illustrate that the presented scheme can markedly improve the md-DAN system energy efficiency under different network deployment densities.

Key words: ultra-dense network; massively dense distributed antenna network (md-DAN); energy efficient; coordinated beamforming; non-ideal CSIT

(DAU)通过光纤等高速传输链路与网络的中心处理单元相连,使md-DAN具备了对信号的强大协同处理能力^[9];另一方面,由于网络密集分布式部署带来的接入距离减小和发送功率节省等有利因素,也使md-DAN在网络能效优化方面具有很大的优势^[2-3]。因而,md-DAN在网络协同、能效这两方面兼具优势,契合了5G对超密集网络的高能效协同设计的相关需求。

在md-DAN的网络部署应用实践中,在网络中心处理单元处进行全局处理将导致庞大的运行复杂度和系

统开销难题。为克服此困难,一种可行的解决模式是在md-DAN中形成以用户为中心的虚拟小区(如图1所示),从而将复杂的全局处理问题简化为基于各虚拟小区的“本地化”处理^[9]。然而,采用虚拟小区模式在降低复杂度和开销的同时,亟需网络协同方案以克服干扰的不利影响,在这方面目前已有一些研究成果,如协同天线选择^[4]、协同波束成形^[5]、协同功率分配^[6]等,但总体来说这些研究主要针对高频谱效率进行,往往不能获得较高的网络能效。针对此问题,我们将基于虚拟小区模式在md-DAN



▲图1 md-DAN系统(含虚拟小区)场景

中进行高能效协同的波束成形方案设计,以顺应未来5G在超密集网络方面的技术创新需求。

为更好地进行md-DAN的高能效协同波束成形方案设计,一些代表性经典方案如全体发送(BT)方案、选择发送(ST)方案等^[7]的设计思路可以提供有价值的参考,然而这些方案既未进行虚拟小区间协同也未进行能效优化。文献[8]在下行多小区的系统应用场景下基于理想的发端信道状态信息(CSIT)设计多小区协同的波束成形方案,通过多小区协同进行干扰控制以优化系统的加权和容量性能,然而其未能实现系统的能效优化。文献[9]在下行单小区DAN中、在理想的CSIT下基于最大比发送(MRT)方案进行高能效的波束成形设计,但其在设计时未能考虑虚拟小区间的干扰因素,因而其研究成果无法有效应用到含有多个虚拟小区的md-DAN系统中。此外,以上的工作^[7-9]都基于理想CSIT进行波束成形方案设计,而未能考虑更切于工程实践的非理想CSIT而进行针对设计。在md-DAN的高能效协同波束成形设计时,相较于假设完全理想的全部CSIT,部分CSIT(仅包含虚拟小区内完整CSIT和虚拟小区间大尺度CSIT,文章中主要针对这种非理想CSIT的假设)因其获知较易、开销较

小而更适于md-DAN的工程实践^[9]。

综合以上考虑,我们将在下行md-DAN场景中、在非理想的CSIT下,对基于虚拟小区模式的高能效协同波束成形问题进行研究。该问题根据改进的MRT方案而进行设计,通过多虚拟小区协同优化波束成形向量的权重值,高能效地实现虚拟小区间干扰的协同抑制,以获取最大化的能效性能。对于该非凸的优化问题,我们相继采用连续Taylor展开和Dinkelbach方法给出一种迭代解决方案。经仿真验证,该方案在不同网络部署密集程度下均可明显提高md-DAN的能效。

1 系统模型

在图1所示的下行md-DAN系统场景中, M 个DAU在系统覆盖范围内随机分散地放置,所有DAU通过光纤等高速传输链路与系统的中心处理单元相连,以支持对信号的协同处理。该下行md-DAN系统共服务 K 个单天线的用户(各用户以 $k \in K = \{1, \dots, K\}$ 标记),系统以用户为中心被划分成 K 个虚拟小区(各虚拟小区也以 $k \in K$ 标记),假设用户 k 就近选取 N_k 个DAU(以 $N_k = \{1, \dots, N_k\}$ 标记)以形成为他提供服务的虚拟小区 k 。

考虑包含大小尺度衰落的复合衰落信道模型^[5],则从虚拟小区 j 的各DAU到用户 k 的信道向量 $h_{j,k} = [h_{j,k}^{(1)}, \dots, h_{j,k}^{(N_j)}]^T \in \mathbb{C}^{N_j \times 1}$ 的各元素可

表示成 $h_{j,k}^{(n)} = l_{j,k}^{(n)} s_{j,k}^{(n)}$, $j, k \in K$, $n \in N_j$,其

中 $l_{j,k}^{(n)}$ 代表由路径损耗和阴影衰落两种因素构成的大尺度衰落, $s_{j,k}^{(n)}$ 则代表瑞利分布的小尺度衰落。我们考虑的非理想CSIT条件的详情为:在各虚拟小区内,可获知包含大尺度CSIT信息 $\{l_{k,k}^{(n)} | k \in K, n \in N_k\}$ 和小尺度CSIT信息 $\{s_{k,k}^{(n)} | k \in K, n \in N_k\}$ 这两者的完

整CSIT信息 $\{h_{k,k}^{(n)} | k \in K, n \in N_k\}$,而在虚拟小区之间,仅可获知大尺度CSIT信息 $\{l_{j,k}^{(n)} | j \neq k, j, k \in K, n \in N_j\}$ 。

可将用户 k 的接收信号如公式(1)来表示:

$$y_k = h_{k,k}^T v_k x_k + \sum_{j=1, j \neq k}^K h_{j,k}^T v_j x_j + n_k \quad (1)$$

其中, x_j 为发送给用户 j 的数据符号, n_k 为用户 k 端的具有方差 σ_k^2 的复高斯噪声, v_k 为对用户 j 的发送波束成形向量。在md-DAN系统各虚拟小区内的完整CSIT信息 $\{h_{k,k}^{(n)} | k \in K, n \in N_k\}$ 下,依据MRT方案设

计发送波束成形向量能够获取各虚拟小区内的较高性能^[10]。为此,可参考MRT方案并进行改进,将波束成形向量 v_k 设计成 $v_k = [\sqrt{w_k^{(1)}} h_{k,k}^{(1)}, \dots, \sqrt{w_k^{(N_k)}} h_{k,k}^{(N_k)}]^T$, $k \in K$,其中 $\{w_k^{(1)}, \dots, w_k^{(N_k)}\}$ 为波束成形向量 v_k 的正实数的可调节的权重值。可以看出:一方面,该基于改进MRT的波束成形方案,承继了传统MRT方案能将虚拟小区内各DAU的发送信号进行相位对齐的优点;另一方面,该波束成形方案还通过引入可调权重值进行方案设计改进,从而更进一步地提供了一个对各虚拟小区之间的干扰功率进行调节优化的机会。

2 高能效协同波束成形问题描述

标记md-DAN系统的各波束成形向量的权重值为 $w = [w_1^{(1)}, \dots, w_1^{(N_1)}, \dots, w_K^{(1)}, \dots, w_K^{(N_K)}]$ 。那么,在非理想的CSIT条件(包含虚拟小区内的完整CSIT和虚拟小区间的大尺度CSIT)下,可通过对系统未知的虚拟小区间的小尺度CSIT取期望,求得各用户 k 受到的干扰功率

为 $z_k^2(w) = \sum_{j=1, j \neq k}^N \sum_{n=1}^N w_j^{(n)} \left(l_{j,k}^{(n)} \right)^2 \left| h_{j,k}^{(n)} \right|^2$ 。由此,我们还可推导出系统的一个可达和速率:

$$C(w) = \sum_{k=1}^K \log_2 \left(1 + \frac{\left(\sum_{n=1}^{N_k} \sqrt{w_k^{(n)}} \left| h_{k,k}^{(n)} \right| \right)^2}{z_k^2(w) + \sigma_k^2} \right) \quad (2)$$

进一步地,将系统能效 $U_{EE}(w)$ 定义为系统和速率除以系统总功耗^[11],则高能效协同波束成形方案的优化问题如公式(3)所示。该问题仅根据虚拟小区间的大尺度 CSIT 信息,通过多虚拟小区协同优化波束成形向量的权重值 w ,高能效地实现虚拟小区间干扰的协同抑制,以获取最大化的能效性能。

$$\begin{aligned} \max_w U_{EE}(w) &= \frac{C(w)}{\rho \sum_{k=1}^K \sum_{n=1}^{N_k} w_k^{(n)} \left| h_{k,k}^{(n)} \right|^2 + P_C} \\ \text{s.t.} \quad \sum_{n=1}^{N_k} w_k^{(n)} \left| h_{k,k}^{(n)} \right|^2 &\leq P_k^{\max}, \forall k \\ w_k^{(n)} &\geq 0, \forall k, n \end{aligned} \quad (3)$$

其中, $\rho = \frac{\tau}{\eta}$, η 和 τ 分别为射频功放效率和峰均比,而 P_C 为系统的电路功耗参数^[11], P_k^{\max} 为 w 满足的向用户 k 的总发送功率约束。虚拟小区间干扰导致的 $U_{EE}(w)$ 分子部分 $C(w)$ 的非凸性,以及 $U_{EE}(w)$ 的分式结构等原因,使得公式(3)为求解困难的非凸优化问题^[11]。

3 高能效协同波束成形问题求解

把 $U_{EE}(w)$ 非凸的分子部分 $C(w)$ 进一步写成两个凸函数相减形式 $\alpha(w) - \beta(w)$, 其中:

$$\begin{aligned} \alpha(w) &= \sum_{k=1}^K \log_2 \left(\sum_{n=1}^{N_k} w_k^{(n)} \left| h_{k,k}^{(n)} \right|^4 + \right. \\ &\quad \left. \sum_{j=1, j \neq k}^N \sum_{n=1}^N w_j^{(n)} \left(l_{j,k}^{(n)} \right)^2 \left| h_{j,k}^{(n)} \right|^2 + \right. \\ &\quad \left. \sum_{n=1}^{N_k} \sum_{m=1, m \neq n}^{N_k} \sqrt{w_k^{(n)} w_k^{(m)}} \left| h_{k,k}^{(n)} \right| \left| h_{k,k}^{(m)} \right| + \sigma_k^2 \right) \end{aligned} \quad (4)$$

$$\beta(w) = \sum_{k=1}^K \log_2 \left(\sum_{j=1, j \neq k}^N \sum_{n=1}^N w_j^{(n)} \left(l_{j,k}^{(n)} \right)^2 \left| h_{j,k}^{(n)} \right|^2 + \sigma_k^2 \right) \quad (5)$$

若可以把 $U_{EE}(w)$ 分子部分转换成 w 的凸函数,则能把 $U_{EE}(w)$ 转换成求解难度降低的 w 的拟凸函数^[12]。为达成此点,在连续凸近似^[13]思想指导下,我们采用连续 Taylor 展开^[6]使得 $\beta(w)$ 线性化,从而把 $U_{EE}(w)$ 分子转换成 w 的凸函数。

那么,给定公式(3)中问题的可行域中某一点 $\bar{w} = [\bar{w}_1^{(1)}, \dots, \bar{w}_1^{(N_1)}, \dots, \bar{w}_K^{(1)}, \dots, \bar{w}_K^{(N_K)}]$, 把 $\beta(w)$ 在 \bar{w} 处一阶 Taylor 展开成线性的 $\hat{\beta}(w|\bar{w})$ 如公式(6):

$$\hat{\beta}(w|\bar{w}) = \beta(\bar{w}) + \sum_{k=1}^K \sum_{j=1, j \neq k}^N \sum_{n=1}^{N_j} d_{k,j}^{(n)}(\bar{w}) (w_j^{(n)} - \bar{w}_j^{(n)}) \quad (6)$$

其中

$$\begin{cases} d_{k,j}^{(n)}(w) = \frac{\log_2(e) \left(l_{j,k}^{(n)} \right)^2 \left| h_{j,k}^{(n)} \right|^2}{\sum_{j=1, j \neq k}^N \sum_{n=1}^{N_j} w_j^{(n)} \left(l_{j,k}^{(n)} \right)^2 \left| h_{j,k}^{(n)} \right|^2 + \sigma_k^2} & \text{当 } j \neq k \text{ 且 } j, k \in K \\ d_{k,j}^{(n)}(w) = 0 & \text{当 } j = k \text{ 且 } j, k \in K \end{cases} \quad (7)$$

由线性函数 $\hat{\beta}(w|\bar{w})$ 取代 $\beta(w)$, 则能把 $U_{EE}(w)$ 分子部分转换成凸函数,进而 $U_{EE}(w)$ 也能够连续近似成 w 的拟凸函数

$$\hat{U}_{EE}(w|\bar{w}) = \frac{\alpha(w) - \hat{\beta}(w|\bar{w})}{\rho \sum_{k=1}^K \sum_{n=1}^{N_k} w_k^{(n)} \left| h_{k,k}^{(n)} \right|^2 + P_C} \quad \text{。然后}$$

在此基础上,公式(3)中问题可进一步通过 Dinkelbach 方法^[12]转换成公式(8)所示的凸优化问题迭代解决:

$$\begin{aligned} \max_w \psi(w|\bar{w}, \xi) &= \alpha(w) - \hat{\beta}(w|\bar{w}) - \\ &\quad \xi \rho \sum_{k=1}^K \sum_{n=1}^{N_k} w_k^{(n)} \left| h_{k,k}^{(n)} \right|^2 - \xi P_C \\ \text{s.t.} \quad \sum_{n=1}^{N_k} w_k^{(n)} \left| h_{k,k}^{(n)} \right|^2 &\leq P_k^{\max}, \forall k \\ w_k^{(n)} &\geq 0, \forall k, n \end{aligned} \quad (8)$$

其中, ξ 为 Dinkelbach 方法引入的中间参变量。

综上所述,最后我们可以提出一种迭代解决本文高能效协同波束成形问题的算法。相应地,每次循环迭

代中(用上标 t 、 s 标记外、内循环迭代的序号)只要解决公式(9)所示的凸优化问题:

$$\begin{aligned} F(\xi) &= \max_w \psi(w|w^{(t-1, s-1)}, \xi) \\ \text{s.t.} \quad \sum_{n=1}^{N_k} w_k^{(n)} \left| h_{k,k}^{(n)} \right|^2 &\leq P_k^{\max}, \forall k \\ w_k^{(n)} &\geq 0, \forall k, n \end{aligned} \quad (9)$$

算法详细如下:

(1) 进行外循环初始化。将外循环迭代门限预设为 δ_o , 权重值的初值 $w^{(0)}$ 为:

$$w^{(0)} = \left[w_1^{(1)(0)}, \dots, w_1^{(N_1)(0)}, \dots, w_K^{(1)(0)}, \dots, w_K^{(N_K)(0)} \right],$$

将 $w^{(0)}$ 的各元素 $\left(w_k^{(n)} \right)^{(0)} = \frac{P_k^{\max}}{N_k \left| h_{k,k}^{(n)} \right|^2}$,

$k \in K, n \in N_k$ 。

(2) 外循环迭代第 t 次, $t=1, 2, \dots$ 。对该次外循环过程中的内循环初始化为: 设 $w^{(t-1, 0)} = w^{(t-1)}$, 设 $\xi = 0$, 将内循环迭代门限预设为 δ_i 。

(3) 内循环迭代第 s 次, $s=1, 2, \dots$ 。对公式(9)中凸优化问题进行解决,得到 w 优化解为 $w^{(t-1, s)}$ 、目标值为 $F(\xi)$ 。将 ξ 更新为 $\xi = \hat{U}_{EE}(w^{(t-1, s)}|w^{(t-1)})$ 。

(4) 如 $F(\xi) < \delta_i$, 将 $w^{(t)} = w^{(t-1, s)}$, 退出内循环并转至(5)。否则,则会退至(3)。

$$(5) \text{ 如 } \frac{U_{EE}(w^{(t)}) - U_{EE}(w^{(t-1)})}{U_{EE}(w^{(t-1)})} < \delta_o,$$

退出外循环并终结该算法。否则,退至(2)。

依据文献[6,12]所论证,算法收敛性可获有效保证。

4 性能仿真

性能仿真时,考虑 md-DAN 系统覆盖以 1 400 m 为半径的区域,系统同时服务的用户数(也即虚拟小区的数量) $K=7$ 。为研究不同的网络部署密集程度时本文方案的性能,考虑

两种网络部署情形分别对系统 DAU 总数 M 和各虚拟小区 DAU 数量 N_k 进行仿真参数设置: 部署情形 1 为 $M=28$ 、 $N_k=4$, 部署情形 2 为 $M=56$ 、 $N_k=8$, 情形 2 的部署密集程度较情形 1 更高。此外, 仿真时将路损指数取 4, 阴影标准差取 8 dB, 噪声的 σ_k^2 取 -107 dBm, 射频功放效率 η 取 0.35, 峰均比 τ 取 12 dB, 电路功耗参数 P_c 取 30 dBm^[9,11]。性能仿真采取的参考方案如下: 文献[9]的无虚拟小区间协同的高能效波束成形方案、BT 方案以及 ST 方案。

系统在不同的网络部署密集程度下的能效分别见图 2 和图 3, 由其可知本文方案的能效都表现最佳, 且随着发送功率增加, 其能效优势更加突出。原因在于本文方案充分利用非理想 CSIT 而高效地实现了多虚拟小区间干扰的协同抑制。此外, 系统在不同的网络部署密集程度下的频谱效率分别见图 4 和图 5, 由其可知本文方案在频谱效率方面也表现最佳。

5 结束语

在作为未来 5G 关键技术之一的超密集网络中, 需要进行高效协同的网络设计。为此, 我们在下行 md-DAN 场景中、在非理想 CSIT (包含虚拟小区内完整 CSIT 和虚拟小区间大尺度 CSIT) 条件下基于虚拟小区模式, 对系统的高能效协同波束成形问题展开研究。该问题根据改进的 MRT 方案而进行设计, 通过多虚拟小区之间协同优化波束成形向量的权重值, 高效地实现虚拟小区间干扰的协同抑制。对于非凸的优化问题, 我们相继采用连续 Taylor 展开和 Dinkelbach 方法给出了一种迭代的解决方案。仿真验证说明, 该方案在不同网络部署密集程度下都可以明显提高 md-DAN 的能效。

参考文献

- [1] ANDREWS J G, BUZZI S, CHOI W, et al. What will 5G be? [J]. IEEE Journal on

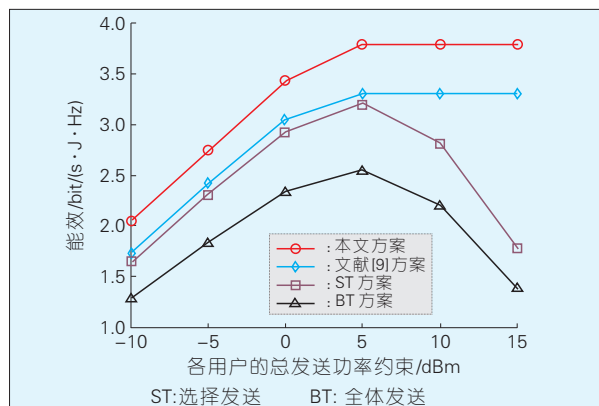


图 2
系统能效 (部署情形 1)

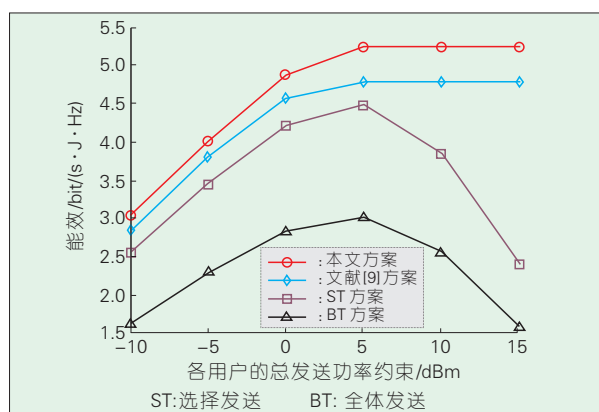


图 3
系统能效 (部署情形 2)

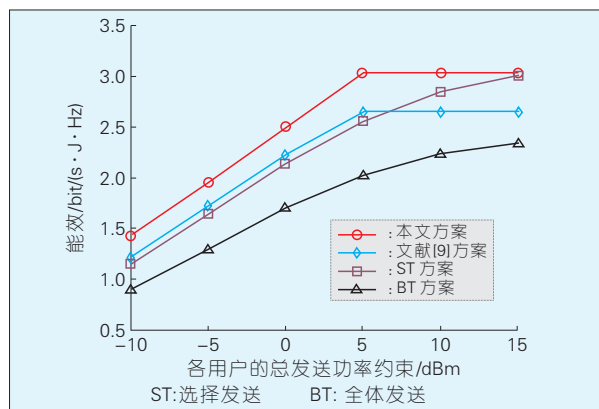


图 4
系统频谱效率 (部署情形 1)

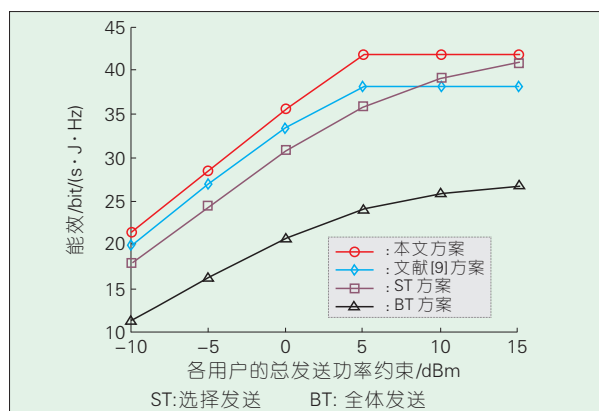


图 5
系统频谱效率 (部署情形 2)

- Selected Areas in Communications, 2014, 32 (6): 1065–1082. DOI: 10.1109/JSAC.2014.2328098
- [2] FENG W, CHEN Y, GE N, et al. Optimal Energy-Efficient Power Allocation for Distributed Antenna Systems with Imperfect CSI [Z]. USA: IEEE, 2015. DOI: 10.1109/TVT.2015.2497140
- [3] FENG W, GE N, LU J. Hierarchical Transmission Optimization for Massively Dense Distributed Antenna Systems [J]. IEEE Communications Letters, 2015, 19(4): 673–676. DOI: 10.1109/LCOMM.2015.2401584
- [4] FENG W, CHEN Y, SHI R, et al. Exploiting Macro-Diversity in Massively Distributed Antenna Systems: A Controllable Coordination Perspective [Z]. USA: IEEE, 2015. DOI: 10.1109/TVT.2015.2506720
- [5] WANG Y, FENG W, XIAO L, et al. Coordinated Multi-Cell Transmission for Distributed Antenna Systems with Partial CSIT [J]. IEEE Communications Letters, 2012, 16(7): 1044–1047. DOI: 10.1109/LCOMM.2012.050912.120383
- [6] FENG W, WANG Y, GE N, et al. Virtual MIMO in Multi-Cell Distributed Antenna Systems: Coordinated Transmissions with Large-Scale CSIT [J]. IEEE Journal on Selected Areas in Communications, 2013, 31 (10): 2067–2081. DOI: 10.1109/JSAC.2013.131009
- [7] CHOI W, ANDREWS J G. Downlink Performance and Capacity of Distributed Antenna Systems in a Multicell Environment [J]. IEEE Transactions on Wireless Communications, 2007, 6(1): 69–73. DOI: 10.1109/TWC.2007.05207
- [8] VENTURINO L, PRASAS N, WANG X. Coordinated Linear Beamforming in Downlink Multi-Cell Wireless Networks [J]. IEEE Transactions on Wireless Communications, 2010, 9(4): 1451–1461. DOI: 10.1109/TWC.2010.04.090553
- [9] KIM H, PARK E, PARK H, et al. Beamforming and Power Allocation Designs for Energy Efficiency Maximization in MISO Distributed Antenna systems [J]. IEEE Communications Letters, 2013, 17(11): 2100–2103. DOI: 10.1109/LCOMM.2013.100713.131715
- [10] ZHANG J, ANDREWS J G. Distributed Antenna Systems with Randomness [J]. IEEE Transactions on Wireless Communications, 2008, 7(9): 3636–3646. DOI: 10.1109/TWC.2008.070425
- [11] WANG J, FENG W, CHEN Y, et al. Energy Efficient Power Allocation for Multi-Cell Distributed Antenna Systems [J]. IEEE Communications Letters, 2016, 20(1): 177–180. DOI: 10.1109/LCOMM.2015.2498608
- [12] DINKELBACH W. On Nonlinear Fractional Programming [J]. Management Science, 1967, 13(7): 492–498
- [13] WANG T, VANDENDORPE L. Successive Convex Approximation Based Methods for Dynamic Spectrum Management [C]// 2012 IEEE International Conference on Communications (ICC). Ottawa, Canada: IEEE Press, 2012: 4061–4065. DOI: 10.1109/ICC.2012.6363727

作者简介



王璟,清华大学电子工程系博士研究生;主要研究方向为无线通信与网络;已发表论文4篇。



冯伟,清华大学电子工程系助理研究员;主要研究领域为无线通信与网络;已发表论文60余篇。



周世东,清华大学电子工程系教授、博士生导师;主要研究领域为无线移动通信和宽带无线传输技术,包括移动通信系统、分布式无线通信系统、无线信道传播特性、控制业务分离的柔性覆盖、无线资源管理与控制、高能效无线网络等;在3G和4G移动通信系统研究方面承担和参加多项国家级课题。

综合信息

2025年全球5G服务收入有望达到2 470亿美元

据市场研究公司ABI Research发布的统计数据显示,2025年5G服务将为移动宽带运营商带来2 470亿美元的收入。

ABI Research认为,北美、亚太以及西欧将是全球领先的5G市场,2021年全球5G移动用户将达到1.5亿。目前,全球运营商正在积极推进5G的研究和测试,Verizon Wireless(北美)、NTT DoCoMo(日本)、KT(韩国)以及SK Telecom(韩国)共同成立了5G公开试验规范联盟。在全球产业界的有力推动下,5G有望成为快速增长的蜂窝移动技术。

报告同时指出,5G基础设施建设者以及移动运营商目前仍然面临几大关键问题,包括频谱分散、标准制定、覆盖范围、移动设备可用性以及资本支出/运营支出等。开发出能确保5G盈利的应用也将会成为电信基础设施供应商和移动运营商面临的最重要挑战。

与LTE不同,5G企业都希望努力实现频谱协同;而与LTE类似,5G也拥有未授权频谱以及频谱共享的相关计划。(转载自《中国信息产业网》)

IEEE发布首个车载以太网标准 每端口提供100 Mbit/s带宽

IEEE批准了第一个车载以太网标准,以适应汽车市场的需求。IEEE称,高级驾驶辅助系统和信息娱乐系统等主流车载应用程序的兴起,助推了对低成本和高性能带宽服务的需求。

高级驾驶辅助系统,利用安装在车上的各式各样传感器,在汽车行驶过程中可随时感应周围的环境,收集数据,进行静态和动态物体的辨识、侦测与追踪,并结合导航仪地图数据进行系统的运算与分析,预先让驾驶者察觉到可能的危险,有效增加汽车驾驶的舒适性和安全性。

车载信息娱乐系统是指能够实现包括三维导航、实时路况、IPTV、辅助驾驶、故障检测、车辆信息、车身控制、移动办公、无线通信、基于在线的娱乐功能及TSP服务等一系列应用,可极大地提升车辆电子化、网络化和智能化水平。IEEE最新定义的车载以太网标准802.3bw名为“100BASE-T1”,用一对双绞线可以提供100 Mbit/s以太网。(转载自《C114中国通信网》)