

基于鱼群算法的 OFDMA 自适应资源分配*

汪照 李有明[†] 陈斌 邹婷

(宁波大学通信技术研究所, 宁波 315211)

(2013年1月24日收到; 2013年2月22日收到修改稿)

针对多用户正交频分多址系统自适应资源分配问题, 提出了一种新的子载波和基于鱼群算法的功率自适应分配算法. 该算法首先对总功率在子载波间均等分布的条件下进行子载波分配, 然后引入鱼群算法并根据给出的兼顾用户公平性与系统容量的适应度函数, 通过全局搜索实现用户间的功率分配. 仿真结果表明, 新算法在保证用户公平性的同时, 还实现了系统总的传输速率最大化.

关键词: 多用户正交频分多址, 资源分配, 鱼群算法, 速率最大化

PACS: 88.80.ht, 64.60.aq

DOI: 10.7498/aps.62.128802

1 引言

多用户正交频分多址 (OFDMA) 是下一代无线通信物理层首选的多址方式^[1], 它是基于 OFDM 的调制方式的一种无线接入方式, 具有频谱利用率高、抗衰落能力强、传输速率高、资源分配灵活及同时支持多个用户等特点, 被认为是下一代宽带无线接入方式的关键技术. OFDMA 系统将传输带宽划分成正交的互不重叠的一系列子载波集, 将不同的子载波集分配给不同的用户实现多址, 并能根据信道状态, 动态地把可用带宽资源分配给需要的用户, 很容易实现系统资源的优化利用. 因此它是保证用户服务质量、提高系统容量及频谱利用率的重要手段, 成为国内外学者的研究热点之一.

在 OFDM 系统中, 根据优化目标的不同, 资源分配问题一般可以分为两种形式: 基于发射功率最小化的 margin adaptive (MA) 问题^[2-4], 它是在用户数据率固定的条件下, 使总的发射功率达到最小化; 另一种基于速率最大化的 rate adaptive (RA) 问题. 它在总功率固定的条件下, 保证系统的容量达到最大化. 迄今为止, 很多文献^[5-13] 对多用户中的 OFDM 资源分配进行了研究, 解决速率自适应

问题, 然而大多不能在用户公平性和整个系统传输速率最大化之间取得很好的折中. 文献 [5] 中提出了一种实现系统传输速率最大化的资源分配算法, 该算法首先将每个子载波分配给信道增益最大的用户, 然后利用注水算法进行功率分配, 获得了最大的系统容量. 文献 [6] 通过约束松弛方法, 将混合离散型的资源分配问题转化为凸优化问题求解, 以追求最大的系统效应来实现系统容量最大化. 文献 [7, 8] 针对用户具有最小速率的需求, 分别提出了资源分配的最优和近似最优算法, 计算复杂度有一定的降低. 然而, 以上工作在考虑系统速率最大化的同时忽略了用户之间速率比例的公平性. 为了解决这一问题, 文献 [9] 提出了一种 Max-Min 算法, 该算法先把总功率平均分配给每个子载波, 然后采用最大化最低用户速率的方法实现系统容量和用户公平性的最大化. 由于该算法是基于平均功率分配的, 没有考虑到信道的时变特性, 因而是一种次优的算法. 文献 [10] 提出一种二分逐次逼近的近似最优算法, 但复杂度较高, 实时性较差. 文献 [11] 提出了 OFDMA 系统中在速率成比例约束条件下的资源分配方案, 并采用迭代搜索方法找出了最优的功率分配结果, 很好地实现了用户间速率的公平性, 同时实现了系统容量最大化. 但这种算法进行了大

* 国家自然科学基金(批准号: 61071119)、宁波市自然科学基金(批准号: 2012A610017)、宁波市科技创新团队研究项目(批准号: 2011B81002)和浙江省大学生创新创业孵化项目(批准号: 2012R405068)资助的课题.

[†] 通讯作者. E-mail: liyouming@nbu.edu.cn

量的迭代搜索,也需要相对较高的计算复杂度.另外,文献 [12] 在多用户 OFDM 系统资源分配模型的基础上,提出了把用户缓存队列状况加入到新的模型的基础上,然后用人工鱼群算法解决跨层资源分配问题.然而作者在子载波分配方案或功率分配方案中,用与子载波数有关的人工鱼变量表示,由于实际资源分配中子载波数是较大的,这样当子载波数很大时会影响迭代的效率,计算复杂度稍高.文献 [13] 运用混沌免疫的智能优化算法求解认知无线电中的多用户资源分配问题,获得了较好的子载波分配方案,在满足用户速率需求的同时减小了系统的发射功率.

本文针对 RA 问题,研究了基于鱼群算法的 OFDMA 自适应资源分配,并将资源分配问题同样分为子载波分配和功率分配问题来解决,在子载波分配过程中,采用一种新的子载波分配方式,更能提高系统容量.在功率分配过程中,根据改进的自适应鱼群算法针对子载波数很多的情况下进行最优的功率分配,最终在保证用户公平性的同时,实现了系统总的传输速率最大化.

2 系统的优化目标

在 OFDMA 的自适应资源分配系统中,假设各用户已通过反馈信道将信道状态信息反馈给基站,基站根据子载波和比特分配算法给不同用户的载波间进行相应的比特和功率分配.现假定系统中共有 K 个用户, N 个子载波,第 k 个用户在第 n 个子载波上的冲击响应为 $h_{k,n}$,相应的信道增益为 $H_{k,n}(H_{k,n} = |h_{k,n}|^2 / \sigma_{k,n}^2)$, $\sigma_{k,n}^2$ 是加性高斯白噪声方差,第 k 个用户在第 n 个子载波上的发送功率为 $p_{k,n}$,总的功率限制为 P_{total} ,总的信道带宽为 B .根据文献 [11],子载波和功率分配优化问题模型可以表示为

$$\max \sum_{k=1}^K \sum_{n=1}^N \frac{\rho_{k,n} B}{N} \log_2(1 + p_{k,n} H_{k,n}), \quad (1)$$

$$\text{s.t.} \quad \sum_{k=1}^K \sum_{n=1}^N p_{k,n} \leq P_{\text{total}} \quad (a)$$

$$p_{k,n} \geq 0 \quad \forall k, n \quad (b)$$

$$\rho_{k,n} \in \{0, 1\} \quad \forall k, n \quad (c)$$

$$\sum_{k=1}^K \rho_{k,n} = 1 \quad \forall n \quad (d)$$

$$R_1 : R_2 : \dots : R_K = \theta_1 : \theta_2 : \dots : \theta_K \quad (e)$$

其中 $\rho_{k,n}$ 用来判断子载波 n 是否分配给用户 k ,若是则令其为 1,否则令其为 0;(a) 和 (b) 表示各个子载波上的功率值都大于 0 且发射功率总和不能超过限定总功率值;(c) 和 (d) 表示每个子载波供且仅供一个用户使用;(e) 是为确保用户的公平性,而设定的比例公平系数值.

为了衡量整个系统在不同条件下用户的公平性情况,定义公平性参数 F 如下:

$$F = \frac{\left(\sum_{k=1}^K R_k / \theta_k \right)^2}{K \sum_{k=1}^K \left(R_k / \theta_k \right)^2}, \quad (2)$$

可以看出, $F \leq 1$, F 越接近 1,说明系统的公平性越好, $F = 1$ 时公平性得到最大满足.

3 子载波分配算法

本小节进行的子载波分配是基于功率平均分配.由于每个用户分配的子载波数的比例近似于用户的最终速率,因此每个用户分配的子载波数也近似等于用户的比例公平性系数.这部分也可以分为两个步骤进行,首先根据比例约束条件确定各用户分配的子载波数和初始未被分配的子载波数,然后根据各用户的速率要求逐步进行子载波分配.

3.1 确定每个用户初始分配的子载波数以及未被分配的子载波数

首先松弛比例约束条件可以得到: $N'_1 : N'_2 : \dots : N'_K = \theta_1 : \theta_2 : \dots : \theta_K$,那么各个用户初始分配的子载波数为 $N'_k = \left\lfloor \theta_k N / \sum_{k=1}^K \theta_k \right\rfloor$,初始未被分配的子载波数为: $N^* = N - \sum_{k=1}^K N'_k$.

3.2 子载波分配给每个用户

首先将 N'_k 个子载波分配给第 k 个用户,然后再将未被分配的 N^* 个子载波分配给 K 个用户.可以证明 $N^* < K$,这是因为对于第 k 个用户有: $\theta_k N / \sum_{k=1}^K \theta_k < \left\lfloor \theta_k N / \sum_{k=1}^K \theta_k \right\rfloor + 1$,所以 $\sum_{k=1}^K \theta_k N / \sum_{k=1}^K \theta_k < \sum_{k=1}^K \left\lfloor \theta_k N / \sum_{k=1}^K \theta_k \right\rfloor + K$,即 $N <$

$\sum_{k=1}^K N'_k + K$, 移项得 $N^* < K$, 所以第 k 个用户最多可以分配 $N_k = N'_k + 1$ 个子载波. 那么当可用子载波数较大时, 近似得到如下关系: $N_1 : N_2 : \dots : N_K \approx \theta_1 : \theta_2 : \dots : \theta_K$.

具体算法流程如下:

1) 初始化, 令每个用户速率 $R_k = 0$, 子载波分配矩阵中的元素 $\rho_{k,n} = 0$, 子载波集合 $\Omega_N = \{1, 2, \dots, N\}$, 用户集合 $\Omega_K = \{1, 2, \dots, K\}$, 平均功率 $p = P_{\text{total}}/N$;

2) 给每个用户分配信道增益最好的子载波, 对用户 $k(k = 1, 2, \dots, K)$, 找出满足 $H_{k,n} \leq H_{k,i}$ 的子载波 n , 将子载波 n 分配给用户 k , 这里 $i \in \Omega_N$, 然后将该子载波从子载波集中删除, 并更新用户 k 的速率, 令 $\Omega_N = \Omega_N - \{n\}$, $N'_k = N'_k - 1$, $\rho_{k,n} = 1$, $R_k = \frac{B}{N} \log_2(1 + pH_{k,n})$;

的用户, 即找出满足 $\frac{R_k}{\theta_k} \leq \frac{R_i}{\theta_i}$ 的用户 k , 这里 $i \in \Omega_K$; 对找到的用户 k 找出满足 $H_{k,n} \leq H_{k,i}$ 的子载波 n , 这里 $i \in \Omega_N$; 否则跳转到 5);

4) 如果 $N'_k > 0$ 将信道条件较好的子载波 n 分配给用户 k , 并将子载波 n 从子载波集中删除, 令 $\Omega_N = \Omega_N - \{n\}$, $N'_k = N'_k - 1$, $\rho_{k,n} = 1$, $R_k = R_k + \frac{B}{N} \log_2(1 + pH_{k,n})$, 否则 $\Omega_K = \Omega_K - \{k\}$ 并返回执行步骤 3);

5) 将剩下的 N^* 个子载波分配给每个用户, 分配的准则是: 将信道增益最大的子载波分配给用户. 对这 N^* 个子载波, 分别找出信道增益最大的用户 $\Omega_K = \{1, 2, \dots, K\}$, $n = 1 : N^*$, $k = \arg \max_{k \in \Omega_K}(H_{k,n})$ 然后将子载波 n 分配给用户 k , 令

$\rho_{k,n} = 1$, $\Omega_K = \Omega_K - \{k\}$, $R_k = R_k + \frac{B}{N} \log_2(1 + pH_{k,n})$, 这一步骤是将子载波分配给每个用户, 每个子载波最多只能被 1 个用户占用, 最终得到每个用户分配的子载波数和子载波集合. 整个算法流程见图 1.

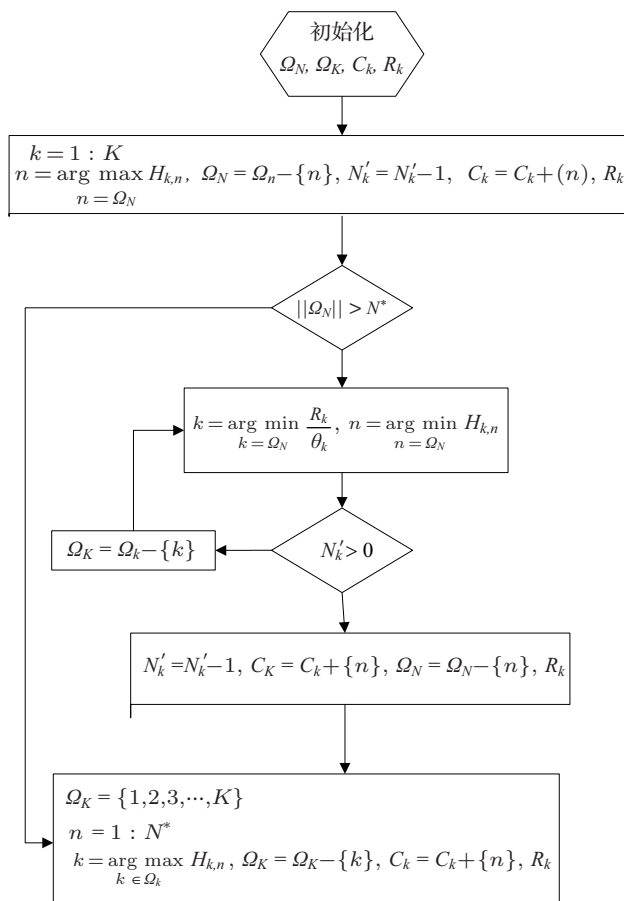


图 1 自适应子载波分配流程图

3) 将未被分配的子载波继续分配给每个用户, 这里的分配准则是保证最小速率与约束之比最大化, 如果 $\|\Omega_N\| > N^*$ 首先找出速率与约束之比最小

4 基于鱼群算法的功率分配

近几年来, 人工智能研究的领域日益增多, 人工智能算法如遗传算法^[14]、粒子群算法、鱼群算法^[12], 在组合优化问题上相比传统的算法也体现出优势, 这为我们研究无线通信中资源分配问题提供了新的契机. 而人工鱼群算法相比于遗传算法、粒子群算法具有良好的求取全局极值能力, 并具有对初值选择不敏感、鲁棒性强、简单性、易实现等优点^[15]. 因此, 本节将进行基于鱼群算法的功率自适应分配算法, 使得整个系统在满足用户公平性的同时达到传输速率最大化.

4.1 基本人工鱼群算法介绍

鱼群算法是一种高效的群智能优化算法. 在一片水域中, 鱼的数目最多的地方一般是水域中营养物质最丰富的地方, 通过模拟鱼类的这个特点构造大量的人工鱼, 使每条人工鱼对应于一个优化解, 人工鱼生存的水域对应于优化问题的解空间, 食物浓度对应于目标函数值, 来模仿鱼群的觅食行为, 找到水域中营养物质最丰富的地方, 这就是鱼群算法的基本思想. 它的基本定义和行为描述如下: 假设在一个 D 维的目标搜索空间中, 人工鱼群数为 N 条, 其中第 i 条人工鱼的状态表

示为向量 $\mathbf{X}_i = (x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{iD})$, $i = 1, 2, \dots, N$. 人工鱼所在位置的食物浓度(目标函数值)表示为 $Y = f(\mathbf{X})$, 两条人工鱼 \mathbf{X}_i 与 \mathbf{X}_j 之间的距离表示为 $d_{ij} = |\mathbf{X}_i - \mathbf{X}_j|$, visual 表示人工鱼的感知范围, δ 表示人工鱼拥挤度因子, n_f 为人工鱼感知范围内数目, $\text{rand}()$ 为产生 0 到 1 的随机数, step 表示人工鱼每次移动的步长, try_number 表示人工鱼在觅食过程中最大的试探次数. 若人工鱼的当前状态为 \mathbf{X} , 人工鱼视觉范围内所在的某状态为 \mathbf{X}_v , 人工鱼达到的新的状态为 \mathbf{X}_{next} , 其中 \mathbf{X}_v , \mathbf{X}_{next} 由下式决定:

$$\mathbf{X}_v = \mathbf{X} + \text{visual} \cdot \text{rand}(), \quad (3)$$

$$\mathbf{X}_{\text{next}} = \mathbf{X} + \frac{\mathbf{X}_v - \mathbf{X}}{\|\mathbf{X}_v - \mathbf{X}\|} \cdot \text{step} \cdot \text{rand}(). \quad (4)$$

1) 觅食行为: 假设人工鱼当前状态为 \mathbf{X}_i , 在其感知范围内随机选取一个状态 \mathbf{X}_j , 如果 Y_j 优于 Y_i , 则人工鱼按照 (3) 式和 (4) 式移动一步, 否则人工鱼选择视觉范围内新的状态. 如果人工鱼尝试 try_number 次后未找到比当前优的位置, 则人工鱼执行随机行为.

2) 追尾行为: 假设人工鱼当前人工鱼状态为 \mathbf{X}_i , 在其感知范围内的最优状态为 \mathbf{X}_j , 如果 Y_j 优于 Y_i , 并且 $Y_j/n_f < \delta \cdot Y_i$, 则人工鱼按照 (3) 式和 (4) 式向状态 \mathbf{X}_j 移动一步, 否则人工鱼执行觅食行为.

3) 聚群行为: 假设人工鱼当前状态为 \mathbf{X}_i , 在其感知范围内伙伴数目为 n_f 及中心位置为 \mathbf{X}_c , 如果 Y_c 优于 Y_i 并且 $Y_c/n_f < \delta \cdot Y_i$, 则人工鱼按照 (3) 式和 (4) 式向状态 \mathbf{X}_c 移动一步, 否则人工鱼执行觅食行为.

4) 随机行为: 人工鱼在感知范围内按照 (3) 式随机移动到一个新状态.

4.2 基于鱼群算法的功率分配

本小节将基于人工鱼群算法进行功率分配, 用 $P_{k,\text{total}}$ ($k = 1, 2, \dots, K$) 表示第 k 个用户被分配的子载波的功率和, N_k 表示第 k 个用户被分配的子载波个数, $\mathbf{P} = [P_{1,\text{total}}, P_{2,\text{total}}, \dots, P_{K,\text{total}}]$ 表示所有子载波在用户间的功率分配和情况, $p_{k,i}$ 表示第 k 个用户在第 i 子载波上的功率值. 由于实际当中子载波数较用户数要大得多, 为了降低鱼群在所有子载波上进行最优功率分配的复杂度, 使鱼群在所有用户间上进行最优功率寻优, 而每个用户所分配的子

载波上功率根据其相应的信道增益按比例分配^[15], 即

$$p_{k,i} = P_{k,\text{total}} \times \frac{H_{k,i}}{\sum_{i=1}^{N_k} H_{k,i}}.$$

考虑到系统容量与用户的公平性问题, 结合 (1) 和 (2) 式定义适应度函数如下:

$$\text{fitness} = \begin{cases} \frac{\left(\sum_{k=1}^K R_k/\theta_k\right)^2}{K \sum_{k=1}^K (R_k/\theta_k)^2} \cdot \sum_{k=1}^K R_k & P_T \leq 1 \\ 0 & P_T > 1 \end{cases}, \quad (5)$$

其中

$$R_k = \sum_{i=1}^{N_k} \log_2(1 + p_{k,i}H_{k,i}), \quad (6)$$

4.3 基于鱼群算法的功率分配的算法流程

为记录最优人工鱼的状态(即 $\mathbf{P} = [P_{1,\text{total}}, P_{2,\text{total}}, \dots, P_{K,\text{total}}]$ 的最优分配), 在人工鱼群算法中引入公告板. 人工鱼每次迭代完成后都会比较自身的状态与公告板的状况, 如果自身状态优于公告板状态, 就用自身状态更新公告板. 因此, 公告板记录下了历史最优的状态, 可以作为算法最终的运行结果输出.

实现流程为

1) 初始化设置: 人工鱼的规模 N_T , 人工鱼的初始位置, 人工鱼的步长 step , 视野 visual (自适应变化), 重试次数 try_number , 拥挤度因子 δ (本文中 $N_T = 100$, $\text{step} = P_{\text{total}}/(2 \times K)$, $\text{try_number} = 50$, $\delta = 1$, $\text{visual} = v/N_T$, 其中 v 为每次寻优中最优人工鱼与其他每条人工鱼的距离的和);

2) 根据 (5) 式计算每条人工鱼的适应度值, 将最优的人工鱼状态记入公告板;

3) 对每条人工鱼进行评价, 从觅食行为、聚群行为、追尾行为、随机行为中选择一种最优行为;

4) 执行选择行为, 更新人工鱼的位置信息(即 $\mathbf{P} = [P_{1,\text{total}}, P_{2,\text{total}}, \dots, P_{K,\text{total}}]$ 的分配情况);

5) 根据 (5) 式计算每条人工鱼的适应度值, 更新公告板;

6) 如果满足循环结束的条件就输出用户间最优的功率分配及系统的容量, 否则就转到 3).

5 仿真结果

为了验证本文提出的自适应分配算法的性能,通过仿真将其与 Shen 算法^[11]、Max-Min 算法^[9]进行比较.假设信道模型为频率选择性 6 径衰落信道,最大多普勒频移为 30 Hz,时延扩展为 5 μs,子载波数 $N = 64$,系统可用带宽为 $B = 1$ MHz,总的发送功率为 1 W,蒙特卡罗仿真次数为 500.

图 2 为用户数 K 从 2 到 12 变化时本文提出的载波、功率分配算法与 Shen 算法、Max-Min 算法的系统容量的比较.可以明显看出,随着用户数的增加,本文提出的算法始终能获得比 Shen 算法、Max-Min 算法更高的系统容量,提升约为 0.1—0.25 bit/s·Hz⁻¹.

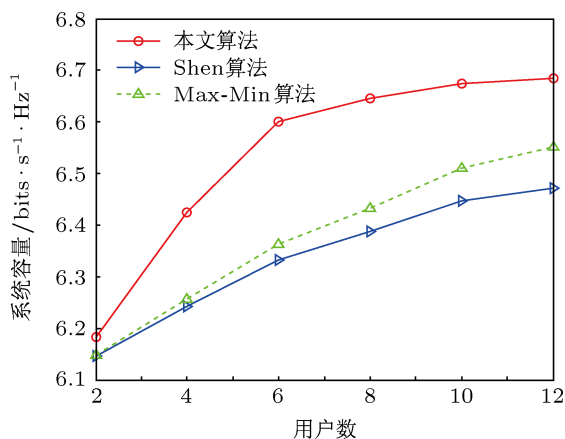


图 2 $N_0 = 1.1565 \times 10^{-8}$ W/Hz, $K = 2-12$ 时,本文算法与 Shen 算法、Max-Min 算法系统容量的比较

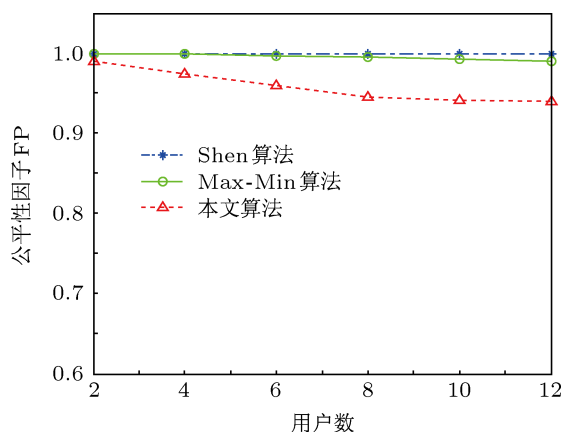


图 3 $N_0 = 1.1565 \times 10^{-8}$ W/Hz, $K = 2-12$ 时,用户速率比例系数等概率取 1, 2 和 4,本文算法与 Shen 算法、Max-Min 算法比例公平性比较

图 3 为本文提出的载波、功率分配算法与 Shen 算法、Max-Min 算法的比例公平性比较.从图中可以看出,Shen 算法能获得最大的比例公平

性,接近于 1,而本文算法与其相比,稍有降低,在 0.94—0.99 间.结合图 2 和图 3 可知,本文算法在稍微牺牲用户公平时最大化了系统的容量,这是因为本文算法在子载波分配过程中,松弛了约束条件,分配时由于剩余载波的存在增加了自由度,降低了用户间速率的公平性.在功率分配过程中,通过鱼群算法调整用户间的功率分配,来提升系统的公平性,并最大化系统的容量.尽管未达到绝对的公平,但从图 4 中可以看出,本文提出的算法与 Shen 算法、Max-Min 算法相比,本文算法分配给各个用户的容量更高,基本上也满足比例公平.

图 4 为 $K = 8$ 用户的速率比例系数为 4:2:1:1:1:1:1:1 时,本文提出的载波、功率分配算法与 Shen 算法、Max-Min 算法的各个用户的容量比较.从图中可以看出,本算法不仅保证了各用户的高容量,而且保证了用户的容量的公平性.

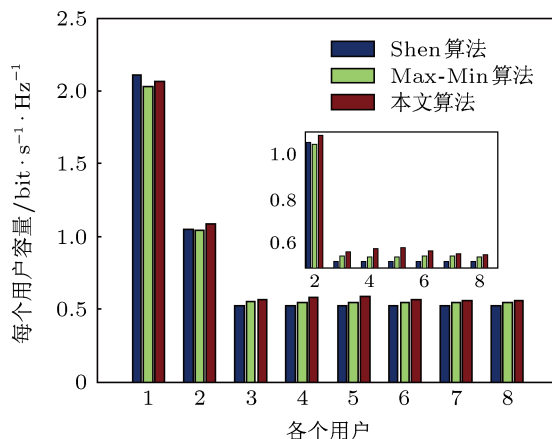


图 4 $K = 8$, 用户的速率比例系数为 4:2:1:1:1:1:1:1 时,本文提出的载波、功率分配算法与 Shen 算法、Max-Min 算法的各个用户的容量比较

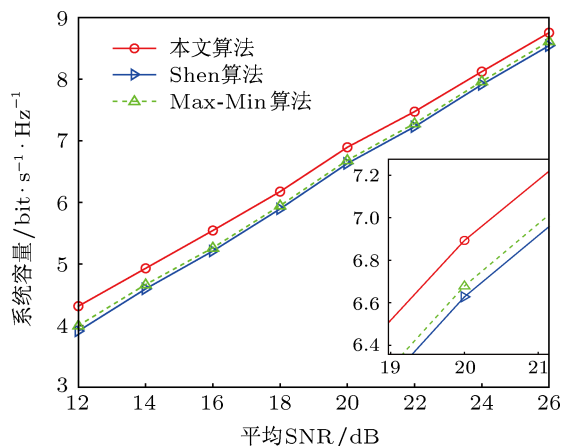


图 5 $K = 8$, 本文提出的载波、功率分配算法与 Shen 算法、Max-Min 算法所得系统总容量随平均性噪比 SNR 的变化曲线

图 5 为 $K = 8$, 本文提出的载波、功率分配算法与 Shen 算法、Max-Min 算法所得系统总容量随平均性噪比 SNR 的变化曲线. 从图 5 中可以看出, 相同性噪比下, 本文分配算法得到的总容量大于 Shen 算法、Max-Min 算法的总容量.

6 结束语

本文提出了一种人工鱼群算法解决 OFDMA

资源分配问题. 人工鱼群算法具有良好的全局寻优能力、操作简单的特性, 只要给出问题的目标函数, 就可以找到问题的解. 为了使资源分配的问题合理解决, 先进行有效的子载波分配, 然后进行功率分配, 兼顾系统容量与用户公平性的要求, 将它们加入到目标函数中. 结果表明, 提出的人工鱼群算法很好地解决了 OFDMA 资源分配问题, 在实现系统容量最大化的同时保证了用户的公平性, 为通信系统中自适应资源分配问题提供了一条有效途径.

-
- [1] Wong I C, Evans B L 2007 *Global Telecommunications Conference* Washington, USA, November 26–30, 2007 p1683
- [2] Lin Y B, Chiu T H, Su Y T 2009 *IEEE T. Wirel. Commun.* **8** 4066
- [3] Wong I C, Evans B L 2008 *IEEE T. Wirel. Commun.* **7** 962
- [4] Zhu H L, Wang J Z 2012 *IEEE T. Wirel. Commun.* **60** 499
- [5] Jang J, Lee K B 2003 *IEEE J. Sel Area Comm.* **21** 171
- [6] Huang J W, Subramanian V G, Agrawal R, Berry R A 2009 *IEEE T. Wirel. Commun.* **8** 288
- [7] Lin Y B, Chiu T H, Su Y T 2009 *IEEE T. Wirel. Commun.* **8** 4066
- [8] Shim W, Han Y, Kim S 2010 *IEEE T. Veh. Technol.* **59** 932
- [9] Rhee W, Cioffi J M 2000 *IEEE Vehicular Technology Conference* Tokyo, May 15–18, 2000 p1085
- [10] Seong K, Mohseni M, Cioffi J M 2006 *IEEE Information Theory Conference* Seattle, USA, July 9–14, 2006 p1394
- [11] Shen Z, Andrews J G, Evans B L 2005 *IEEE T. Wirel. Commun.* **4** 2726
- [12] Wang L P, Sun G F, Cheng Y M 2011 *J. Circuit Syst. Comp.* **16** 112 (in Chinese) [王丽萍, 孙国防, 程永明 2011 电路与系统学报 **16** 112]
- [13] Chai Z Y, Zhen L P, Zhu S F 2012 *Acta Phys. Sin.* **61** 118801 (in Chinese) [柴争义, 郑丽萍, 朱思峰 2012 物理学报 **61** 118801]
- [14] Rohit S, Manoranjan R B 2011 *Special Issue of International Journal of Computer Applications on Communication and Networks* p40
- [15] Hu J, Zeng X J, Xiao J Q 2010 *IEEE Information Engineering and Computer Science Conference* Wuhan, China, December 25–26, 2010 p1

OFDMA adaptive resource allocation based on fish swarm algorithm*

Wang Zhao Li You-Ming[†] Cheng Bin Zou Ting

(*Institute of Communication Technology, Ningbo University, Ningbo 315211, China*)

(Received 24 January 2013; revised manuscript received 22 February 2013)

Abstract

An adaptive resource allocation algorithm is proposed for the adaptive resource allocation problem of orthogonal frequency division multiple access, in which a novel subcarrier and power allocation algorithms based on fish swarm algorithm are proposed. Subcarrier allocation is first implemented on condition that the total power is distributed uniformly on each subcarrier. The fish swarm algorithm is then used to fulfill power allocation through the global search, including a fitness function of the user's fairness and system capacity. Computer simulation results show that the proposed algorithm not only guarantees user fairness but also achieves maximal system capacity.

Keywords: orthogonal frequency division multiple access, resource allocation, fish swarm algorithm, rate maximization

PACS: 88.80.ht, 64.60.aq

DOI: 10.7498/aps.62.128802

* supported by the National Natural Science Foundation of China (Grant No. 61071119), the Ningbo Natural Science Foundation, China (Grant No. 2012A610017), the Technological Innovations Teams of Ningbo City, China (Grant No. 2011B81002), and the Incubation Project of College Students of Zhejiang Province, China (Grant No. 2012R405068).

[†] Corresponding author. E-mail: liyouming@nbu.edu.cn