

(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
2014 年 5 月 22 日 (22.05.2014)



(10) 国际公布号
WO 2014/075398 A1

- (51) 国际专利分类号:
H04W 72/04 (2009.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2013/070391
- (22) 国际申请日: 2013 年 1 月 11 日 (11.01.2013)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
201210452623.3 2012 年 11 月 13 日 (13.11.2012) CN
- (71) 申请人: 西安交通大学 (XI'AN JIAOTONG UNIVERSITY) [CN/CN]; 中国陕西省西安市碑林区咸宁西路 28 号, Shaanxi 710049 (CN)。
- (72) 发明人: 李锋 (LI, Feng); 中国陕西省西安市碑林区咸宁西路 28 号, Shaanxi 710049 (CN)。 刘莹 (LIU, Ying); 中国陕西省西安市碑林区咸宁西路 28 号, Shaanxi 710049 (CN)。 朱世华 (ZHU, Shihua); 中国陕西省西安市碑林区咸宁西路 28 号, Shaanxi 710049 (CN)。 耿莉娜 (GENG, Lina); 中国陕西省西安市碑林区咸宁西路 28 号, Shaanxi 710049 (CN)。

- (74) 代理人: 西安通大专利代理有限公司 (XI'AN TONGDA PATENT AGENCY CO., LTD.); 中国陕西省西安市碑林区咸宁西路 28 号, Shaanxi 710049 (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, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, 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, 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, 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, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

[见续页]

(54) Title: UTILITY-BASED RADIO RESOURCE ALLOCATION METHOD IN OFDMA SYSTEM

(54) 发明名称: 一种 OFDMA 系统中基于效用的无线资源分配方法

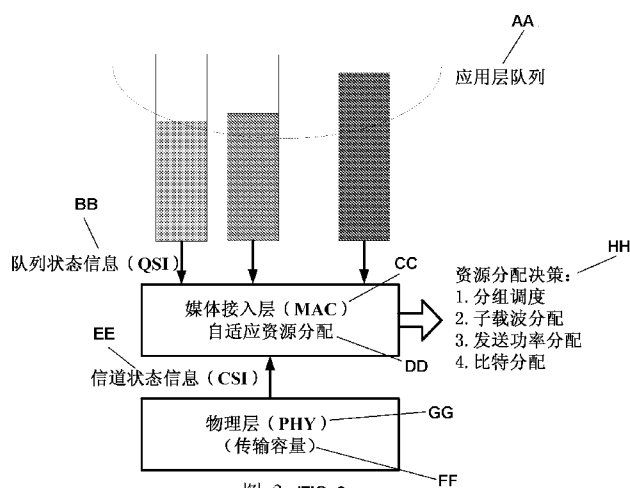


图 3 /FIG. 3

1 Packet scheduling
2 Sub-carrier allocation
3 Transmitting power distribution
4 Bit allocation
AA Application layer queue
BB Queue state information (QSI)

CC Media access layer (MAC)
DD Self-adaptive resource allocation
EE Channel state information (CSI)
FF (Transmission capacity)
GG Physical layer (PHY)
HH Resource allocation decision:

(57) Abstract: Disclosed is a utility-based radio resource allocation method in an OFDMA system, including: providing a utility function for all users in the system, the utility function comprehensively taking into account channel state information (CSI), time delay, service QoS coefficient, data queue state information (QSI) and the number of data packets transmitted by the user; then in the case that the total power of a base station and the power distributed to each sub-carrier are limited, using the sum of the utility function of each user as a target for resource allocation; and finally, according to the designed utility function, allocating resources to the user to reach the objective of resource allocation. By comprehensively taking into account the influence of multiple factors of CSI, time delay, service QoS coefficient, QSI and the number of data packets transmitted by a user, compared with a conventional resource allocation method, the present invention can realize better balance among system throughput, time delay and user fairness.

(57) 摘要: 本发明公开了一种 OFDMA 系统中基于效用的无线资源分配方法, 为系统中的所有用户提供效用函数, 该效用函数将信道状态信息 (CSI), 时延, 业务 QoS 系数, 数据队列状态信息 (QSI) 和用户已发数据包数量综合考虑; 然后在基站总功率和分配给每条子载波上的功率

受限的情况下, 使用每个用户的效用函数之和作为资源分配的目标; 最后, 根据所设计的效用函数, 为用户分配资源达到资源分配的目标。本发明通过在效用函数中综合考虑 CSI, 时延, 业务 QoS 系数, QSI 和用户已发数据包数量多方面因素的影响, 与传统的资源分配方法相比, 可以在系统吞吐量、时延性和用户公平性之间达到更好地均衡。



本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第 21 条(3))。

说明书

一种 OFDMA 系统中基于效用的无线资源分配方法

技术领域

本发明属于无线资源分配技术领域，涉及一种 OFDMA 系统中基于效用的无线资源分配方法。

5 背景技术

OFDMA(Orthogonal Frequency Division Multiple Access, 正交频分多址)是以 OFDM 技术为基础发展起来的,它的基本思想是将高速数据流分散到多个子载波上传输,这些子载波之间是相互正交的。从而大幅度地降低了子载波上的符号速率,使符号的持续时间加长,因此可以抵抗时延扩展,大大减小了符号间干扰。OFDM 调制中,各个子载波之间是相对独立的,每条子载波可以有自己特定的调制方式和发射功率电平,OFDMA 与常规的频分复用 FDMA 相似,但是 FDMA 需要有保护频带,而 OFDMA 不需要保护频带,避免了频带资源的浪费。

在无线网络中,无线频谱资源稀缺,无线资源被越来越多的用户所共享,无线资源的分配和调度方法是无线网络研究的重要课题。随着对多媒体业务支持需求的日益增长,例如:国际协议电视,在线游戏和远程医疗等,所需的传输带宽也要随之增长。带宽的增长导致了系统性能的下降,这时因为频率选择性衰落会引起的符号间干扰。正交频分多址(OFDMA)物理层(PHY)和媒体接入控制(MAC)技术避免了频率选择性,另外,OFDMA 分配一组可用的子载波集给每个用户而不需要在整个带宽范围传输,因此,可以节省传输功率。而且,当子载波增益随着时间变化的同时,OFDMA 可以利用多用户特性更新它的子载波分配,得到多用户分集增益。多用户 OFDMA 系统的自适应资源分配,通过利用多用户分集,在不增加网络设施的情况下,也可以达到更高的频谱效率。

在 3GPP LTE 的标准化进程中,OFDMA 已经成为下行链路的主流多址

2 说明书

方案，同时 OFDM 技术也是上行链路的热门技术。WiMAX 论坛的调制方案也选择 OFDMA。OFDMA 也成为 IEEE802.16 中的核心物理层技术，IEEE802.16d 标准和 802.16e 标准分别提出了固定带宽无线接入和移动带宽无线接入标准。

5 正是由于带宽和功率资源是有限的，基站需最大效率地分配它们。传统关于 OFDMA 资源分配的研究大多都只集中在物理层，然而基于分层的网络结构不利于资源的有效利用。在只考虑物理层优化时，通常分组被假设成无限长，而实际系统中，数据分组的到达是随机的，所以会导致资源的浪费，降低频谱资源利用率和用户的 QoS 等级。

10 发明内容

本发明解决的问题在于提供一种 OFDMA 系统中基于效用的无线资源分配方法，可以更好地结合物理层和 MAC 层特征，从而更加有效地分配资源。

本发明是通过以下技术方案来实现：

一种 OFDMA 系统中基于效用的无线资源分配方法，包括以下步骤：

15 1) 在单小区多用户下行 OFDMA 系统中， M 个用户被同一个基站服务，共有 K 种可选择的调制方式，系统被分成 N 条相互正交的子载波，所有用户的数据包到达过程服从泊松分布，每个时隙都有新的数据包到达，用户的数据队列长度 L 等于当前时隙新到达的数据包量与队列中剩余数据包量之和；

20 用户在子载波上的效用函数为 $\mu_{nmk} = f(L, N_t, r, \tau, \alpha)$ ， μ_{nmk} 的值表示将子载波 $n \in \{1, \dots, N\}$ 分配给任意用户 $m \in \{1, \dots, M\}$ 并且采用调制方式 $k \in \{1, \dots, K\}$ 所能得到的收益；

μ_{nmk} 不仅考虑可达速率 r ，时延 τ 和用户 QoS 系数 α 的影响，还将用户的数据队列长度 L 和已发数据包数量 N_t 的信息考虑在内；效用函数 μ_{nmk} 是 r ， τ 和 L 的单调递增函数，是 N_t 的单调递减函数；

25 2) 资源分配在每条子载波上执行，在分配时找到子载波分配矩阵 $\mathbf{I}_{N \times M \times K}$ 使

3 说明书

OFDMA 系统总效用最大化, 该矩阵表示每条子载波分配给了哪个用户及其调制方式和每个用户分配到了哪些子载波;

I_{nmk} 是子载波分配指示矩阵 $I_{N \times M \times K}$ 中的任意元素, 表示子载波 n 是否已分配给调制方式为 k 的用户 m , 它的取值为 0 或 1, $I_{nmk} \in \{0,1\}$;

- 5 当 $I_{nmk}=1$ 时, 表示子载波 n 已分配给调制方式为 k 的用户 m ; 当 $I_{nmk}=0$ 时, 则没有将子载波 n 分配给调制方式为 k 的用户 m ;

采用拉格朗日数乘法进行优化, 优化目标为 $\max(\sum_{n=1}^N \sum_{m=1}^M \sum_{k=1}^K I_{nmk} (\mu_{nmk} - \lambda_n p_{nmk}))$,

其中 $\lambda_n, n=1, \dots, N$, λ_n 子载波 n 所对应的非负的拉格朗日乘子, p_{nmk} 为分配给子载波 n 的功率;

- 10 约束条件包括 $\sum_{n=1}^N \sum_{m=1}^M \sum_{k=1}^K p_{nmk} I_{nmk} \leq P_{BS}$ 和 $\sum_{m=1}^M \sum_{k=1}^K p_{nmk} I_{nmk} \leq P_{sub} \quad n=1, \dots, N$, 其中 P_{BS}

为基站总功率, P_{sub} 为分配给每条子载波的最大限制功率。

具体的, 包括以下操作:

初始化: 所有子载波的分配在每个时隙的开始进行, 每一条子载波在未分配前, 不属于任何用户, 初始化子载波分配矩阵 $I_{N \times M \times K} = 0$ 和所有拉格朗日

- 15 乘子 $\lambda_n = 0, n=1, \dots, N$;

子载波预分配: 按步骤 2) 进行子载波预分配, 子载波分配给在其上传输具有最大效用的用户及调制方式, 根据调制方式和用户在该子载波上的信噪比, 得到子载波所需要的功率, 该功率不大于能分配给该子载波的最大限制功率;

- 20 在满足子载波功率限制的条件下, 如果一个用户在某条子载波上可选择的调制方式有两个以上, 则该子载波选择使其效用值最大的调制方式;

在所有的子载波都预分配完毕后, 计算出子载波的功率之和, 与基站总功率相比较, 如果超出基站总功率则要进行子载波重新分配, 否则则得到分

4
说明书

配结果;

重新分配: 当子载波的功率之和超过基站总功率时, 首先在所有子载波中找出分配到功率最多的子载波 n' , n' 当前属于的用户 m' , 以及选择的调制方式 k' , 此时子载波分配矩阵中对应子载波 n' 的元素 $I_{n'm'k'} = 1$;

- 5 对子载波 n' 重新分配用户和功率, 重新寻找的新用户 m'' 以及调制方式 k'' , 当满足 $(m'', k'') = \arg \min_{m, k} (\mu_{n'm'k'} - \mu_{n'm''k''} - \lambda_{n'} (p_{n'm'k'} - p_{n'm''k''}))$ 时, 子载波 n' 找到新用户 m'' 及新的调制方式 k'' ; 然后重新分配子载波 n' 的功率, 更新子载波分配矩阵 $I_{N \times M \times K}$ 中对应子载波 n' 的元素: $I_{n'm'k'} = 0, I_{n'm''k''} = 1$ 和相应的拉格朗日乘子:

$$\lambda_{n'} = \lambda_{n'} + \mu_{n'm'k'} - \mu_{n'm''k''} - \lambda_{n'} (p_{n'm'k'} - p_{n'm''k''});$$

- 10 再计算出所有子载波上的功率之和, 并与基站总功率进行比较, 直到满足基站总功率限制为止。

所述所有用户在任意一条子载波上都有其效用值 μ_{nmk} , 用户获得该子载波的优先性取决于其效用值, 效用值越大, 优先性越高。

所述一个用户可分得多条子载波, 每条子载波最多只能分配给一个用户。

- 15 根据 $\mu_{nmk} = f(L, N_t, r, \tau, \alpha)$ 函数的特征性质, 遵循指数准则、比例准则, 设计出不同形式的效用函数。

所述的 $\mu_{nmk} = f(L, N_t, r, \tau, \alpha)$ 为以下效用函数之一:

$$f(L, N_t, r, \tau, \alpha) = \frac{L_q}{L_a * N_t} * \alpha r e^{\tau},$$

$$\text{或 } f(L, N_t, r, \tau, \alpha) = \frac{\alpha L r \tau}{N_t},$$

20 或 $f(L, N_t, r, \tau, \alpha) = \alpha r \tau e^{\frac{L}{N_t}},$

$$\text{或 } f(L, N_t, r, \tau, \alpha) = \frac{\alpha L e^{b(r+\tau)}}{N_t},$$

说明书

或 $f(L, N_i, r, \tau, \alpha) = r\alpha L(b + e^{\frac{\tau}{N_i}})$,

其中 L_q 是用户数据队列长度, L_a 是所有用户平均数据队列长度, b 是大于 0 的常数, QoS 系数 α 由用户的业务类型来决定。

所述的 α 表述为 $\alpha = \begin{cases} 1, & \text{非实时业务} \\ 1+\tau, & \text{实时业务} \end{cases}$ 。

5 所述的调制方式有 4 种, 分别为: BPSK、QPSK、16QAM 和 64QAM。

与现有技术相比, 本发明具有以下有益的技术效果:

本发明公开的 OFDMA 系统中基于效用的无线资源分配方法, 是一种适用于 OFDMA 系统上下行链路的跨层资源分配方案, 采用的效用函数综合考虑了用户的数据队列长度 L , 已发数据包数量 N_i , 可达速率 r , 时延 τ 和用户
10 QoS 系数 α 的影响, 在保证实时业务时延性要求的同时, 也提高了用户之间的公平性。

有些方法虽然保证了系统吞吐量, 但无法保证用户之间的公平性要求; 有的方法则相反。而本发明公开的 OFDMA 系统中基于效用的无线资源分配方法, 为了达到两者的平衡折中, 在效用函数中多增加了用户的数据队列长
15 度和已发数据包数量这两个因素, 因此一个用户不能总是在通信, 如果用户继续通信, 则已发数据包数量增大, 从而该用户效用值减小, 无法再分配到资源; 如果信道条件差, 特别是处于小区边缘的用户, 长时间得不到传输资源, 因此队列长度会急剧增加, 并且已发数据包数量也同时在减小, 从而使效用值增大, 被分配到资源的优先级上升。

20 本发明公开的 OFDMA 系统中基于效用的无线资源分配方法, 根据系统的效用函数进行子载波、功率以及比特的分配, 不同的系统可以根据自身的条件以及所要达到的目标性能, 依照 $f(L, N_i, r, \tau, \alpha)$ 的特征性质, 设计出符合其要求的效用函数, 更好地服务用户。

附图说明

说明书

图 1 给出了 OFDMA 系统下行资源分配模型;

图 2 给出了 OFDMA 系统上行资源分配模型;

图 3 给出了物理层和 MAC 层之间的跨层资源分配结构图;

图 4 给出了系统 System 1, System 2 和 System 3 中平均每时隙系统的总吞

5 吐量;

图 5 给出了 3 个系统的时延性能;

图 6 给出了在 50 个时隙中, 当分组到达率为 8 时, System 1 每个用户接收和发送数据包的情况;

图 7 给出了在 50 个时隙中, 当分组到达率为 8 时, System 2 每个用户接收和发送数据包的情况;

图 8 给出了在 50 个时隙中, 当分组到达率为 8 时, System 3 每个用户接收和发送数据包的情况。

具体实施方式

下面结合具体的实施例对本发明做进一步的详细说明, 所述是对本发明的解释而不是限定。

图 1 为 OFDMA 系统下行资源分配模型。发送端基站根据用户反馈的信道状态信息和各个用户的数据队列状态信息, 将不同用户的数据分配到最合适的子载波上, 并为子载波选择调制编码方案和分配功率, 信道状态信息是由用户利用专门的信道反馈给基站, 资源分配结果信息也同样利用专门的信道传给用户。资源分配完毕后, 所有数据执行逆快速傅立叶变换 (IFFT) 和并串变换; 在每个 OFDM 符号前面插入循环前缀。经过以上处理后的 OFDM 符号通过频率选择性信道到达接收端, 接收端实行相反的信号处理, 即先去掉 OFDM 符号前的循环前缀, 再进行串并转换和快速傅立叶变换 (FFT), 用户根据基站发送的资源分配信息从相应的子载波提取用户数据。

25 类比下行资源分配, 上行资源分配模型如图 2 所示。与下行资源分配不

7
说明书

同的是：上行资源分配由基站端执行，信道状态信息不需要用户反馈，而是由基站本身来估计；资源分配结果通过下行信道发送给用户，用户根据此信息可以知道所分配到的资源，并利用分配到的资源传送自己的数据。

参见图 3，本发明公开的 OFDMA 系统中基于效用的无线资源分配方法，
5 是一种适用于 OFDMA 系统上下行链路的跨层资源分配方案，采用的效用函数综合考虑了用户的数据队列长度 L ，已发数据包数量 N_i ，可达速率 r ，时延 τ 和用户 QoS 系数 α 的影响，在保证实时业务时延性要求的同时，也提高了用户之间的公平性。

考虑单小区多用户下行 OFDMA 系统，用户总数为 M ，共有 K 种可选择
10 的调制方式，所有用户被同一个基站服务，系统总带宽为 B ，被分成 N 条相互正交的子载波，每条子载波上经历平坦衰落，分实时业务和非实时业务，所有用户的数据被封装成具有固定大小的数据包。

在上述单小区多用户下行 OFDMA 系统中进行无线资源分配，首先，为系统中的所有用户提供效用函数，该效用函数将信道状态信息（CSI），时延，
15 业务 QoS 系数，数据队列状态信息（QSI）和用户已发数据包数量综合考虑；其次，在基站总功率和分配给每条子载波上的功率受限的情况下，使用每个用户的效用函数之和作为资源分配的目标；最后，根据效用函数，为用户分配资源达到资源分配的目标。

所述的效用函数的给出为：

20 每个时隙的持续时间为 T_s 秒，任意调制方式为 $k \in \{1, \dots, K\}$ 的用户 $m \in \{1, \dots, M\}$ 在子载波 $n \in \{1, \dots, N\}$ 上的信道状态信息（CSI），即信噪比（SNR） $\rho_{nmk}(t)$ 在基站端是已知的，并且在一个时隙内保持不变。用户 m 在子载波 n 上可达的传输速率 $r_{nmk}(t)$ 和所需功率 $p_{nmk}(t)$ 与调制方案的选择有关，它们之间的关系为

$$25 \quad r_{nmk}(t) = \log_2(1 + \beta p_{nmk}(t) \rho_{nmk}(t)) \quad (1)$$

8
说明书

其中 β 称为信噪比误差，通常用来弥补实际值与理论值之间的差异，是与误码率有关的函数，表示为

$$\beta = \frac{1.5}{-\ln(5BER)} \quad (2)$$

在每个时隙开始，所有用户都有新数据包到达，因此，用户的数据队列长度等于当前时隙新到达的数据包量与队列中剩余数据包量之和。在多用户环境中，不同用户的信道特征假设是互相独立的，因此，用户在某些子载波上可能会经历深衰落，而在另外的子载波上却不会，同样，每条子载波对一些用户来说信道条件是好的，而对另外一些用户却不理想。

资源分配在每条子载波上执行，一个用户可以分得多条子载波，但每条子载波最多只能分配给一个用户。所有用户在任意一条子载波上都有自己的效用值，用户获得该子载波的优先性取决于其效用值，值越大，优先性越高，反之亦然。

定义 $I_{N \times M \times K}$ ， P_{BS} ， P_{sub} 分别代表子载波分配指示矩阵，基站总功率和每条子载波上的最大限制功率。在支持实时业务和非实时业务的系统中，优化问题的目标为

$$\max_{I_{N \times M \times K}} U \quad (3)$$

其中 U 是所有用户的效用和。

功率限制条件有两个，一个是基站总功率限制，如公式 (4)

$$\sum_{n=1}^N \sum_{m=1}^M \sum_{k=1}^K p_{nmk} I_{nmk} \leq P_{BS} \quad (4)$$

另一个是分配给每条子载波上的功率限制，如公式 (5)

$$\sum_{m=1}^M \sum_{k=1}^K p_{nmk} I_{nmk} \leq P_{sub} \quad n = 1, \dots, N \quad (5)$$

其中 I_{nmk} 是子载波分配指示矩阵 $I_{N \times M \times K}$ 中的一个元素，表示子载波 n 是否已分

9
说明书

配给调制方式为 k 的用户 m ，取值为 0 或 1，即

$$I_{nmk} \in \{0,1\} \quad (6)$$

当 $I_{nmk}=1$ 时，子载波 n 已分配给调制方式为 k 的用户 m ；当 $I_{nmk}=0$ 时，则没有分配给用户 m 。同时，每条子载波在分配时，只能分配给一个用户，因此有

$$\sum_{m=1}^M \sum_{k=1}^K I_{nmk} = 1 \quad n=1, \dots, N \quad (7)$$

上述资源分配优化问题的目标就是找到合适的子载波分配矩阵 $\mathbf{I}_{N \times M \times K}$ 来使系统总效用最大化，该矩阵表示每条子载波分配给了哪个用户及其调制方式和每个用户分配到了哪些子载波。效用函数 μ_{nmk} 的值表示将子载波 n 分配给任意用户 m 并且采用调制方式 k 所能得到的收益。 μ_{nmk} 不仅考虑可达速率 r ，

10 时延 τ 和用户 QoS 系数 α 的影响，还将用户的数据队列长度 L 和已发数据包数量 N_i 的信息考虑在内，即

$$\mu_{nmk} = f(L, N_i, r, \tau, \alpha) \quad (8)$$

这样结合物理层和 MAC，将效用函数设计为可达速率 r ，时延 τ ，业务 QoS 系数 α ，数据队列长度 L 和用户已发数据包数量 N_i 的函数。物理层的
15 影响表现在可达速率 r 上， r 是与信道状态信息有关的函数，信道越好，可达速率越大，反之亦然；MAC 层的影响通过数据队列长度来体现，数据队列长度可以是每用户的数据队列长度，也可以是所有用户平均数据队列长度
和所有用户数据队列长度之和等； τ 和 α 是与业务相关的参数；考虑因素 N_i 是为了更好地实现用户间的公平性。

20 用户 m 在子载波 n 上的 r 值越大，表示信道条件越好，因此将子载波 n 分配给用户 m 会获得较大的吞吐量；如果用户很久没有得到资源传输数据，时延 τ 和数据队列的长度 L 均会不断增大，若该用户是实时用户那么时延性将不

10
说明书

会满足；因此，效用函数 μ_{nmk} 是 r ， τ 和 L 的单调递增函数。

在多用户系统中，考虑到公平性，一个用户不能总是在通信，如果用户继续通信，则已发数据包数量 N_i 增加，因此效用函数 μ_{nmk} 是 N_i 的单调递减函数。这样一来，当 N_i 继续增加时，该用户效用值便一直减小到无法再分配到资源；如果信道条件差，特别是处于小区边缘的用户，长时间得不到传输资源， L 会不断增加同时 N_i 也在不断减小，从而效用值增大，被分配到资源的优先级上升。

在每个时隙的开始都会重新计算相应的效用值，根据此效用值来执行子载波的分配。这里以基于拉格朗日数乘的启发式算法为例来说明资源分配的过程。拉格朗日数乘法将有约束条件的优化问题转化成无约束条件的优化问题，有

$$\max(\sum_{n=1}^N \sum_{m=1}^M \sum_{k=1}^K I_{nmk} (\mu_{nmk} - \lambda_n p_{nmk})) \quad (9)$$

其中 $\lambda_n, n=1, \dots, N$ ， λ_n 子载波 n 所对应的非负的拉格朗日乘子。

所以给出为系统中的所有用户提供效用函数为：

在单小区多用户下行 OFDMA 系统中， M 个用户被同一个基站服务，共有 K 种可选择的调制方式，系统被分成 N 条相互正交的子载波，所有用户的数据包到达过程服从泊松分布，每个时隙都有新的数据包到达，用户的数据队列长度 L 等于当前时隙新到达的数据包量与队列中剩余数据包量之和；

用户在子载波上的效用函数为 $\mu_{nmk} = f(L, N_i, r, \tau, \alpha)$ ， μ_{nmk} 的值表示将子载波 $n \in \{1, \dots, N\}$ 分配给任意用户 $m \in \{1, \dots, M\}$ 并且采用调制方式 $k \in \{1, \dots, K\}$ 所能得到的收益；

μ_{nmk} 不仅考虑可达速率 r ，时延 τ 和用户 QoS 系数 α 的影响，还将用户的数据队列长度 L 和已发数据包数量 N_i 的信息考虑在内；效用函数 μ_{nmk} 是 r ， τ 和

11
说明书

L 的单调递增函数, 是 N_i 的单调递减函数;

2) 资源分配在每条子载波上执行, 在分配时找到子载波分配矩阵 $\mathbf{I}_{N \times M \times K}$ 使 OFDMA 系统总效用最大化, 该矩阵表示每条子载波分配给了哪个用户及其调制方式和每个用户分配到了哪些子载波;

5 I_{nmk} 是子载波分配指示矩阵 $\mathbf{I}_{N \times M \times K}$ 中的任意元素, 表示子载波 n 是否已分配给调制方式为 k 的用户 m , 它的取值为 0 或 1, $I_{nmk} \in \{0, 1\}$;

当 $I_{nmk} = 1$ 时, 表示子载波 n 已分配给调制方式为 k 的用户 m ; 当 $I_{nmk} = 0$ 时, 则没有将子载波 n 分配给调制方式为 k 的用户 m ;

采用拉格朗日数乘法进行优化, 优化目标为 $\max(\sum_{n=1}^N \sum_{m=1}^M \sum_{k=1}^K I_{nmk} (\mu_{nmk} - \lambda_n p_{nmk}))$,

10 其中 $\lambda_n, n=1, \dots, N$, λ_n 子载波 n 所对应的非负的拉格朗日乘子, p_{nmk} 为分配给子载波 n 的功率;

约束条件包括 $\sum_{n=1}^N \sum_{m=1}^M \sum_{k=1}^K p_{nmk} I_{nmk} \leq P_{BS}$ 和 $\sum_{m=1}^M \sum_{k=1}^K p_{nmk} I_{nmk} \leq P_{sub} \quad n=1, \dots, N$, 其中 P_{BS}

为基站总功率, P_{sub} 为分配给每条子载波的最大限制功率。

在进行资源分配时包括以下操作:

15 初始化: 所有子载波的分配在每个时隙的开始进行, 每一条子载波在未分配前, 不属于任何用户, 初始化子载波分配矩阵 $\mathbf{I}_{N \times M \times K} = 0$ 和所有拉格朗日乘子 $\lambda_n = 0, n=1, \dots, N$;

子载波预分配: 按步骤 2) 进行子载波预分配, 子载波分配给在其上传输具有最大效用的用户及调制方式, 根据调制方式和用户在该子载波上的信
20 噪比, 得到子载波所需要的功率, 该功率不大于能分配给该子载波的最大限制功率;

在满足子载波功率限制的条件下, 如果一个用户在某条子载波上可选择的调制方式有两个以上, 则该子载波选择使其效用值最大的调制方式;

12
说明书

在所有的子载波都预分配完毕后，计算出子载波的功率之和，与基站总功率相比较，如果超出基站总功率则要进行子载波重新分配，否则则得到分配结果；

重新分配：当子载波的功率之和超过基站总功率时，首先在所有子载波
5 中找出分配到功率最多的子载波 n' ， n' 当前属于的用户 m' ，以及选择的调制方式 k' ，此时子载波分配矩阵中对应子载波 n' 的元素 $I_{n'm'k'} = 1$ ；

对于子载波 n' 重新分配用户和功率，重新寻找的新用户 m'' 以及调制方式 k'' ，
当满足 $(m'', k'') = \arg \min_{m, k} (\mu_{n'm'k'} - \mu_{n'm''k''} - \lambda_{n'} (p_{n'm'k'} - p_{n'm''k''}))$ 时，子载波 n' 找到新用户 m'' 及新的调制方式 k'' ；然后重新分配子载波 n' 的功率，更新子载波分配矩
10 阵 $I_{N \times M \times K}$ 中对应子载波 n' 的元素： $I_{n'm'k'} = 0, I_{n'm''k''} = 1$ 和相应的拉格朗日乘子：

$$\lambda_{n'} = \lambda_{n'} + \mu_{n'm'k'} - \mu_{n'm''k''} - \lambda_{n'} (p_{n'm'k'} - p_{n'm''k''});$$

再计算出所有子载波上的功率之和，并与基站总功率进行比较，直到满足基站总功率限制为止。

根据 $\mu_{nmk} = f(L, N_t, r, \tau, \alpha)$ 函数的特征性质，遵循指数准则、比例准则，
15 设计出不同形式的效用函数：

$\mu_{nmk} = f(L, N_t, r, \tau, \alpha)$ 为以下效用函数之一：

$$f(L, N_t, r, \tau, \alpha) = \frac{L_q}{L_a * N_t} * \alpha r e^{\tau},$$

$$\text{或 } f(L, N_t, r, \tau, \alpha) = \frac{\alpha L r \tau}{N_t},$$

$$\text{或 } f(L, N_t, r, \tau, \alpha) = \alpha r \tau e^{\frac{L}{N_t}},$$

$$20 \quad \text{或 } f(L, N_t, r, \tau, \alpha) = \frac{\alpha L e^{b(r+\tau)}}{N_t},$$

$$\text{或 } f(L, N_t, r, \tau, \alpha) = r \alpha L (b + e^{\frac{\tau}{N_t}}),$$

其中 L_q 是用户数据队列长度， L_a 是所有用户平均数据队列长度， b 是大

13
说明书

于 0 的常数, QoS 系数 α 由用户的业务类型来决定, 比如 $\alpha = \begin{cases} 1, & \text{非实时业务} \\ 1+\tau, & \text{实时业务} \end{cases}$ 。

具体的利用上述其中一种具体形式的效用函数 $\mu_{nmk} = \frac{L_q}{L_a * N_t} * \alpha r e^\tau$,

$\alpha = \begin{cases} 1, & \text{非实时业务} \\ 1+\tau, & \text{实时业务} \end{cases}$, 称之为效用函数 3, 将其与传统的只考虑可达速率 r , 时

延 τ 和用户 QoS 系数 α 的影响, 并且与 $\mu_{nmk} = \frac{L_q}{L_a * N_t} * \alpha r e^\tau$ 具有相似形式的效用

- 5 函数 $\mu_{nmk} = r e^\tau$ 和 $\mu_{nmk} = \alpha r e^\tau$, 分别称作效用函数 1 和效用函数 2, 进行性能比较, 包括系统吞吐量、实时用户的时延和用户之间的公平性的比较。

并且系统参数设置如下:

调制方式有 4 种, 分别为: BPSK、QPSK、16QAM 和 64QAM;

用户分布为均匀分布;

10 用户数为 10;

子载波数为 8;

基站总功率为 5W;

子载波功率不超过 1W;

时隙数为 50;

15 用户数据分组长度为 4096 比特。

对比结果如图 4~图 8 所示:

图 4 给出了系统 System 1, System 2 和 System 3 中平均每时隙系统的总吞吐量, 这三个系统分别采用效用函数 1, 2 和 3, 图中横轴代表分组到达速率 (包数/时隙/用户), 取值范围是 5:20, 纵轴表示每时隙系统平均到达的分组数目/平均每时隙系统的总吞吐量, 其中, 最上面的 “*” 线表示每时隙系统平均到达的分组数目, 其余 3 条线分别表示 3 个系统中, 平均每时隙系统的总吞吐量。从图 4 的结果中可以看到使用效用函数 1 的系统 1 所能达到的吞

14
说明书

吐量最大，这是因为效用函数 1 没有考虑各用户之间的公平性，将多数子载波分配了给在其上具有好的信道条件的用户；由于充分考虑实时用户的时延性能，因此系统 2 的吞吐量最小；系统 3 所使用的效用函数 3 在吞吐量，时延及用户公平性之间做了折中，所达到的吞吐量比系统 1 稍小，但比系统 2 要大。

图 5 给出了 3 个系统中实时用户的平均时延性能，图中横轴代表分组到达速率（包数/时隙/用户），取值范围是 5:20，纵轴表示实时用户的平均时延（毫秒）。从图 5 的结果中可以看到系统 3 中实时用户的时延性能最好，系统 2 次之，系统 1 最差。这是因为在系统 1 中实时用户的时延对效用值的影响不大；系统 2 提高了实时用户时延对效用值的影响，但当出现信道条件极其差的实时用户时，时延对效用值的影响也不是很大；系统 3 使用的效用函数比系统 2 的效用函数多考虑了用户数据队列长度和每个用户已发送的数据包数，当出现信道条件极其差的实时用户时，数据队列长度和已发送数据包数就会对效用值产生较大的影响，因此实时用户的平均时延性能最好。

图 6 给出了在 50 个时隙中，当分组到达率为 8 时，System 1 每个用户接收和发送数据包的情况，图中横轴代表所有用户的编号，取值为 1:10 的整数，其中 1-5 是非实时用户，6-10 是实时用户，深色条形表示每用户到达的数据包量，浅色条形表示发送的数据包量。从图 6 的结果中可以看到，在系统 1 中，不管是实时用户还是非实时用户，信道条件好的用户获得资源传输数据的可能性越大，传输的数据就会越多。

图 7 给出了在 50 个时隙中，当分组到达率为 8 时，System 2 每个用户接收和发送数据包的情况，图中横轴代表所有用户的编号，取值为 1:10 的整数，其中 1-5 是非实时用户，6-10 是实时用户，深色条形表示每用户到达的数据包量，浅色条形表示发送的数据包量。在系统 2 中，由于更多地考虑实时用户的时延性能，增大了实时用户的效用值，所以资源几乎分配给了实时用户。

15
说明书

图 8 给出了在 50 个时隙中，当分组到达率为 8 时，System 3 每个用户接收和发送数据包的情况，图中横轴代表所有用户的编号，取值为 1:10 的整数，其中 1-5 是非实时用户，6-10 是实时用户，深色条形表示每用户到达的数据包量，浅色条形表示发送的数据包量。系统 3 的大部分资源分配给了实时用户，但还有部分子载波分配给了非实时用户，相比系统 2，在保证实时用户时延性要求的同时，又提高了非实时用户传输的数据量。

权利要求书

1、一种 OFDMA 系统中基于效用的无线资源分配方法，其特征在于，包括以下步骤：

1) 在单小区多用户下行 OFDMA 系统中， M 个用户被同一个基站服务，共有 K 种可选择的调制方式，系统被分成 N 条相互正交的子载波，所有用户的数据包到达过程服从泊松分布，每个时隙都有新的数据包到达，用户的数据队列长度 L 等于当前时隙新到达的数据包量与队列中剩余数据包量之和；

用户在子载波上的效用函数为 $\mu_{nmk} = f(L, N_t, r, \tau, \alpha)$ ， μ_{nmk} 的值表示将子载波 $n \in \{1, \dots, N\}$ 分配给任意用户 $m \in \{1, \dots, M\}$ 并且采用调制方式 $k \in \{1, \dots, K\}$ 所能得到的收益；

10 μ_{nmk} 不仅考虑可达速率 r ，时延 τ 和用户 QoS 系数 α 的影响，还将用户的数据队列长度 L 和已发数据包数量 N_t 的信息考虑在内；效用函数 μ_{nmk} 是 r ， τ 和 L 的单调递增函数，是 N_t 的单调递减函数；

2) 资源分配在每条子载波上执行，在分配时找到子载波分配矩阵 $\mathbf{I}_{N \times M \times K}$ 使 OFDMA 系统总效用最大化，该矩阵表示每条子载波分配给了哪个用户及其调制方式和每个用户分配到了哪些子载波；

I_{nmk} 是子载波分配指示矩阵 $\mathbf{I}_{N \times M \times K}$ 中的任意元素，表示子载波 n 是否已分配给调制方式为 k 的用户 m ，它的取值为 0 或 1， $I_{nmk} \in \{0, 1\}$ ；

当 $I_{nmk} = 1$ 时，表示子载波 n 已分配给调制方式为 k 的用户 m ；当 $I_{nmk} = 0$ 时，则没有将子载波 n 分配给调制方式为 k 的用户 m ；

20 采用拉格朗日数乘法进行优化，优化目标为 $\max(\sum_{n=1}^N \sum_{m=1}^M \sum_{k=1}^K I_{nmk} (\mu_{nmk} - \lambda_n p_{nmk}))$ ，

其中 $\lambda_n, n=1, \dots, N$ ， λ_n 是子载波 n 所对应的非负的拉格朗日乘子， p_{nmk} 为分配给子载波 n 的功率；

约束条件包括 $\sum_{n=1}^N \sum_{m=1}^M \sum_{k=1}^K p_{nmk} I_{nmk} \leq P_{BS}$ 和 $\sum_{m=1}^M \sum_{k=1}^K p_{nmk} I_{nmk} \leq P_{sub} \quad n=1, \dots, N$ ，其中 P_{BS}

为基站总功率， P_{sub} 为分配给每条子载波的最大限制功率。

权利要求书

25 2、如权利要求 1 所述的 OFDMA 系统中基于效用的无线资源分配方法，其特征在于，包括以下操作：

初始化：所有子载波的分配在每个时隙的开始进行，每一条子载波在未分配前，不属于任何用户，初始化子载波分配矩阵 $I_{N \times M \times K} = 0$ 和所有拉格朗日乘子 $\lambda_n = 0, n = 1, \dots, N$ ；

30 子载波预分配：按步骤 2) 进行子载波预分配，子载波分配给在其上传输具有最大效用的用户及调制方式，根据调制方式和用户在该子载波上的信噪比，得到子载波所需要的功率，该功率不大于能分配给该子载波的最大限制功率；

在满足子载波功率限制的条件下，如果在某条子载波上可选择的调制方式有两个以上，则该子载波选择使其效用值最大的调制方式；

在所有的子载波都预分配完毕后，计算出子载波的功率之和，与基站总功率相比较，如果超出基站总功率则要进行子载波重新分配，否则则得到分配结果；

重新分配：当子载波的功率之和超过基站总功率时，首先在所有子载波
40 中找出分配到功率最多的子载波 n' ， n' 当前属于的用户 m' ，以及选择的调制方式 k' ，此时子载波分配矩阵中对应子载波 n' 的元素 $I_{n'm'k'} = 1$ ；

对子载波 n' 重新分配用户和功率，重新寻找的新用户 m'' 以及调制方式 k'' ，当满足 $(m'', k'') = \arg \min_{m, k} (\mu_{n'm'k'} - \mu_{n'm''k''} - \lambda_{n'} (p_{n'm'k'} - p_{n'm''k''}))$ 时，子载波 n' 找到新

用户 m'' 及新的调制方式 k'' ；然后重新分配子载波 n' 的功率，更新子载波分配
45 矩阵 $I_{N \times M \times K}$ 中对应子载波 n' 的元素： $I_{n'm'k'} = 0, I_{n'm''k''} = 1$ 和相应的拉格朗日乘子：

$$\lambda_{n'} = \lambda_{n'} + \mu_{n'm'k'} - \mu_{n'm''k''} - \lambda_{n'} (p_{n'm'k'} - p_{n'm''k''});$$

再计算出所有子载波上的功率之和，并与基站总功率进行比较，直到满

权利要求书

足基站总功率限制为止。

3、如权利要求 1 所述的 OFDMA 系统中基于效用的无线资源分配方法，
50 其特征在于，所有用户在任意一条子载波上都有其效用值 μ_{nmk} ，用户获得该子载波的优先性取决于其效用值，效用值越大，优先性越高。

4、如权利要求 1 所述的 OFDMA 系统中基于效用的无线资源分配方法，
其特征在于，一个用户可分得多条子载波，每条子载波最多只能分配给一个用户。

55 5、如权利要求 1 所述的 OFDMA 系统中基于效用的无线资源分配方法，
其特征在于，根据 $\mu_{nmk} = f(L, N_t, r, \tau, \alpha)$ 函数的特征性质，遵循指数准则、比例准则，设计出不同形式的效用函数。

6、如权利要求 5 所述的 OFDMA 系统中基于效用的无线资源分配方法，
其特征在于，所述的 $\mu_{nmk} = f(L, N_t, r, \tau, \alpha)$ 为以下效用函数之一：

60
$$f(L, N_t, r, \tau, \alpha) = \frac{L_q}{L_a * N_t} * \alpha r e^{\tau},$$

或
$$f(L, N_t, r, \tau, \alpha) = \frac{\alpha L r \tau}{N_t},$$

或
$$f(L, N_t, r, \tau, \alpha) = \alpha r \tau e^{\frac{L}{N_t}},$$

或
$$f(L, N_t, r, \tau, \alpha) = \frac{\alpha L e^{b(r+\tau)}}{N_t},$$

或
$$f(L, N_t, r, \tau, \alpha) = r \alpha L (b + e^{\frac{\tau}{N_t}}),$$

65 其中 L_q 是用户数据队列长度， L_a 是所有用户平均数据队列长度， b 是大于 0 的常数，QoS 系数 α 由用户的业务类型来决定。

7、如权利要求 6 所述的 OFDMA 系统中基于效用的无线资源分配方法，
其特征在于，所述的 α 表述为 $\alpha = \begin{cases} 1, & \text{非实时业务} \\ 1 + \tau, & \text{实时业务} \end{cases}$ 。

8、如权利要求 1 所述的 OFDMA 系统中基于效用的无线资源分配方法，

19
权 利 要 求 书

- 70 其特征在于，基站端已知所有用户在所有子载波上的信道状态信息，并且在一个时隙内保持不变，所述的调制方式有 4 种，分别为：BPSK、QPSK、16QAM 和 64QAM。

说明书附图

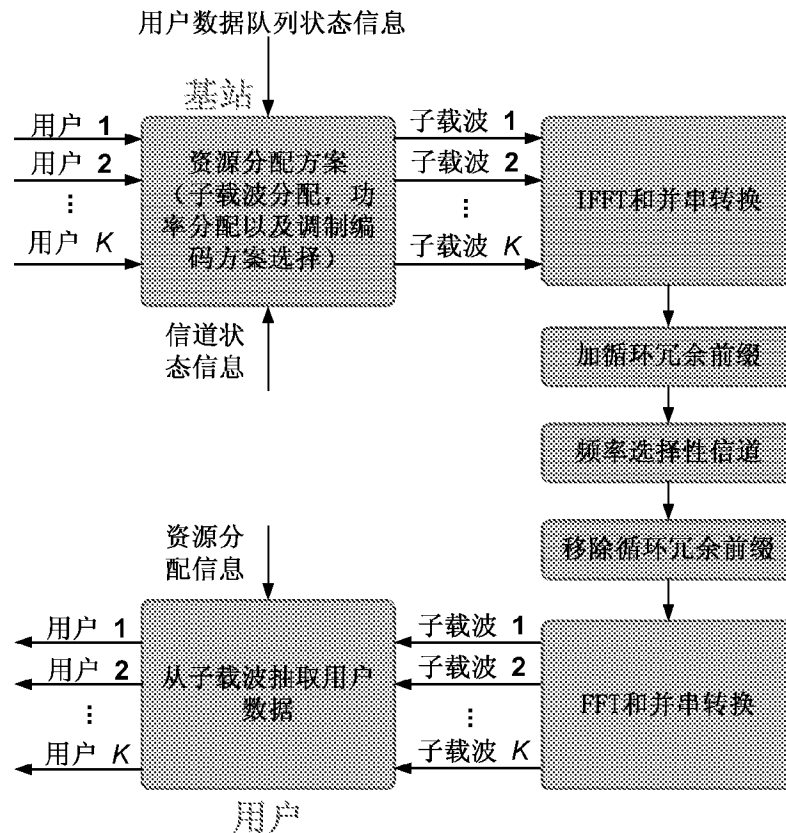


图 1

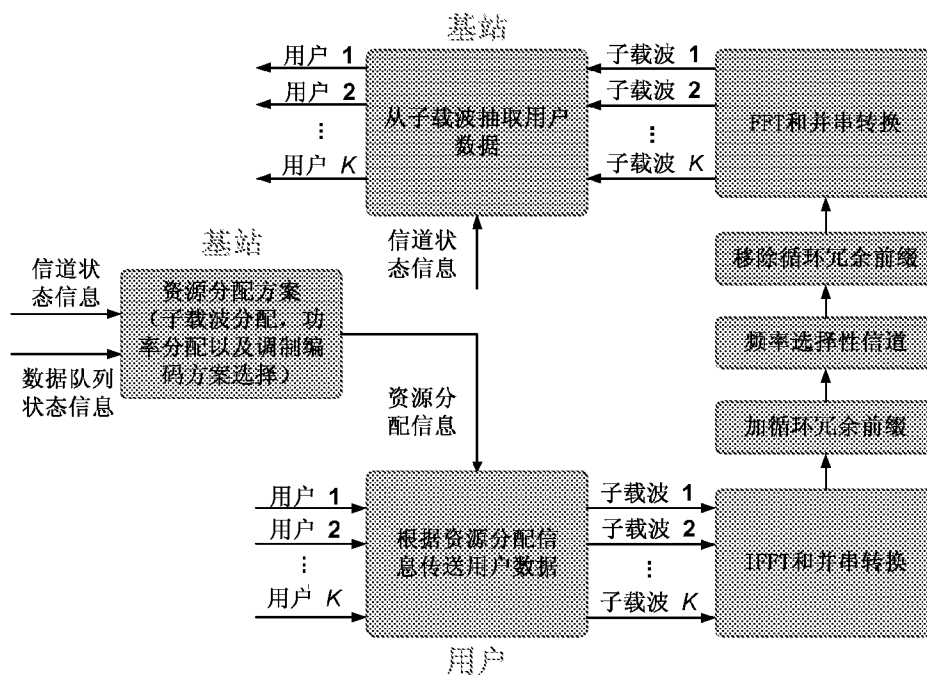


图 2

说明书附图

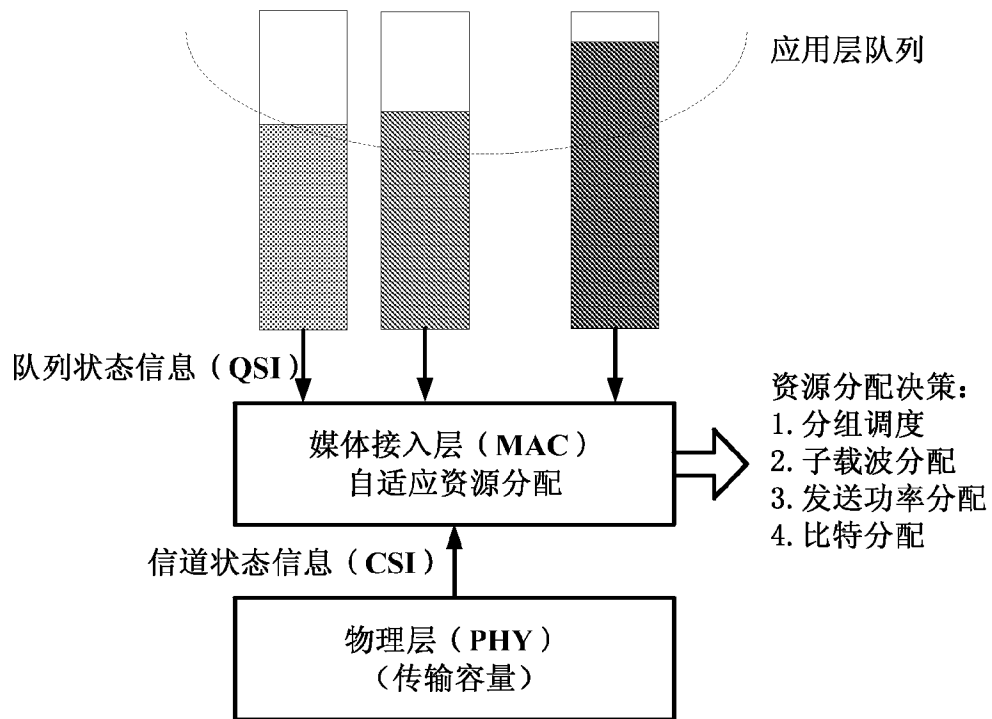


图 3

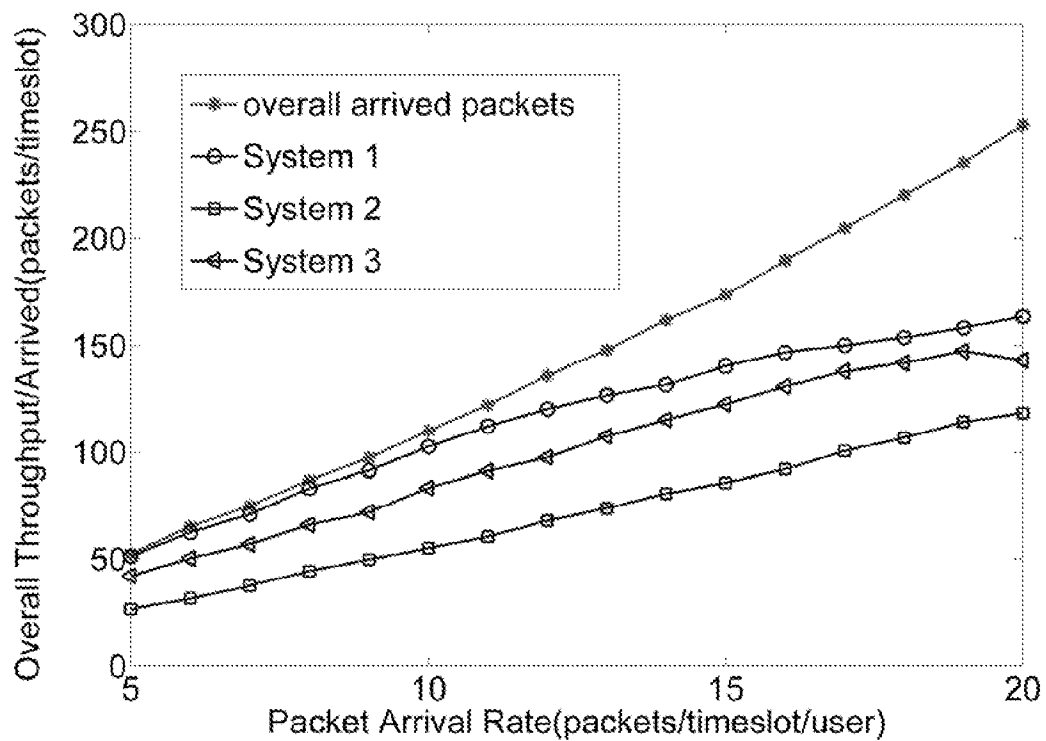


图 4

说明书附图

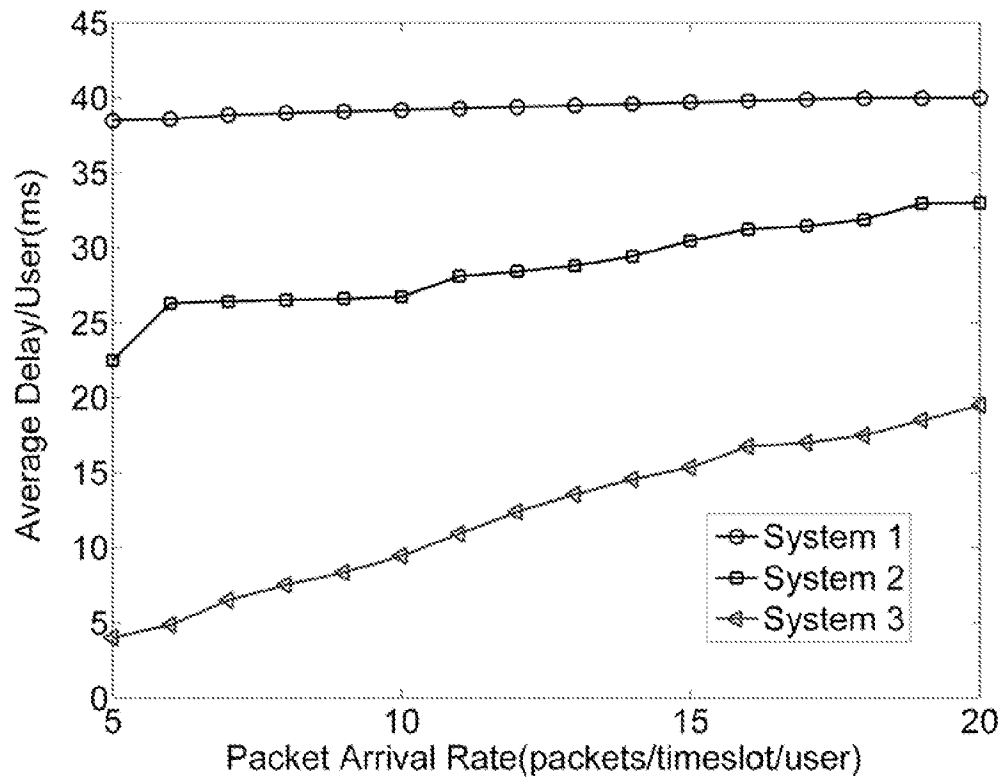


图 5

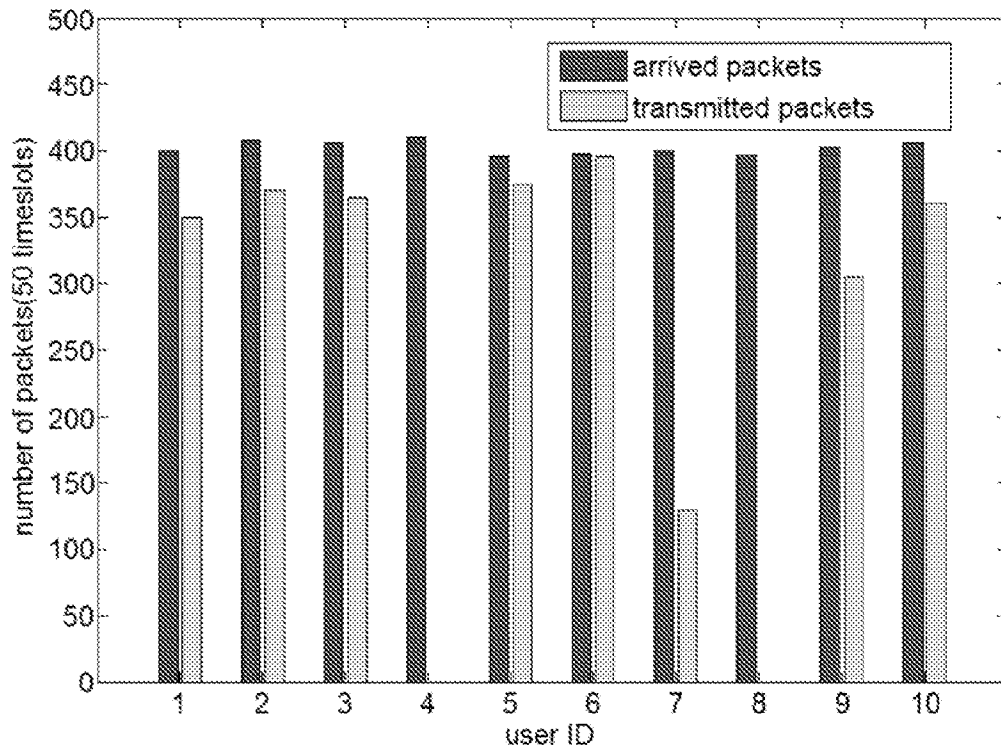


图 6

说明书附图

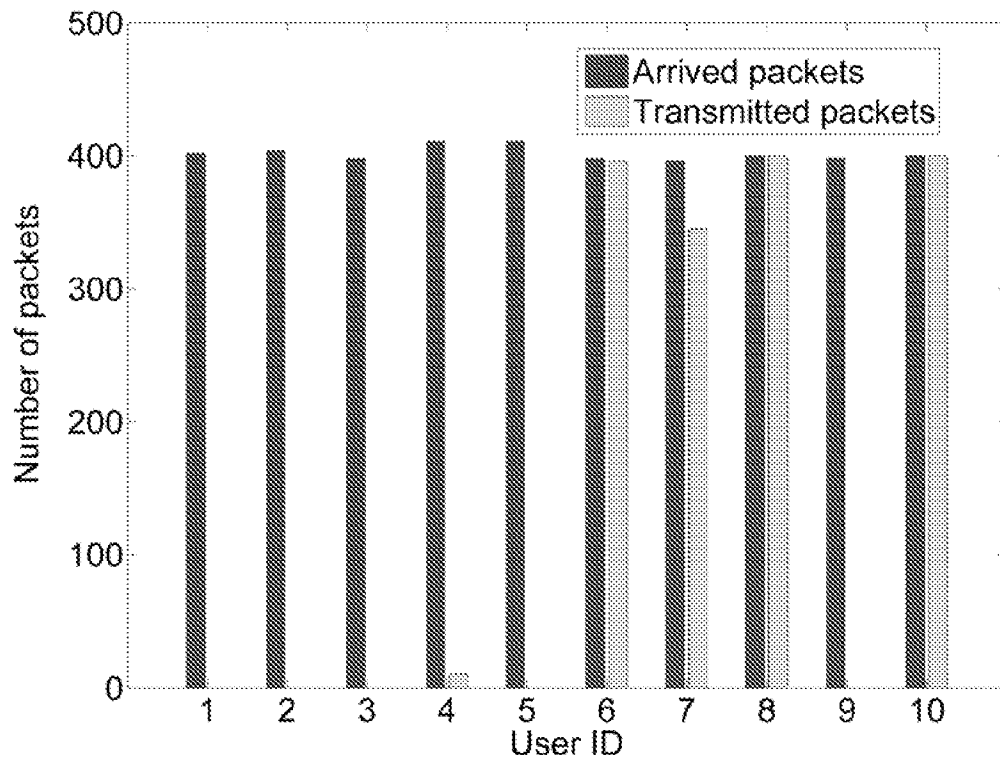


图 7

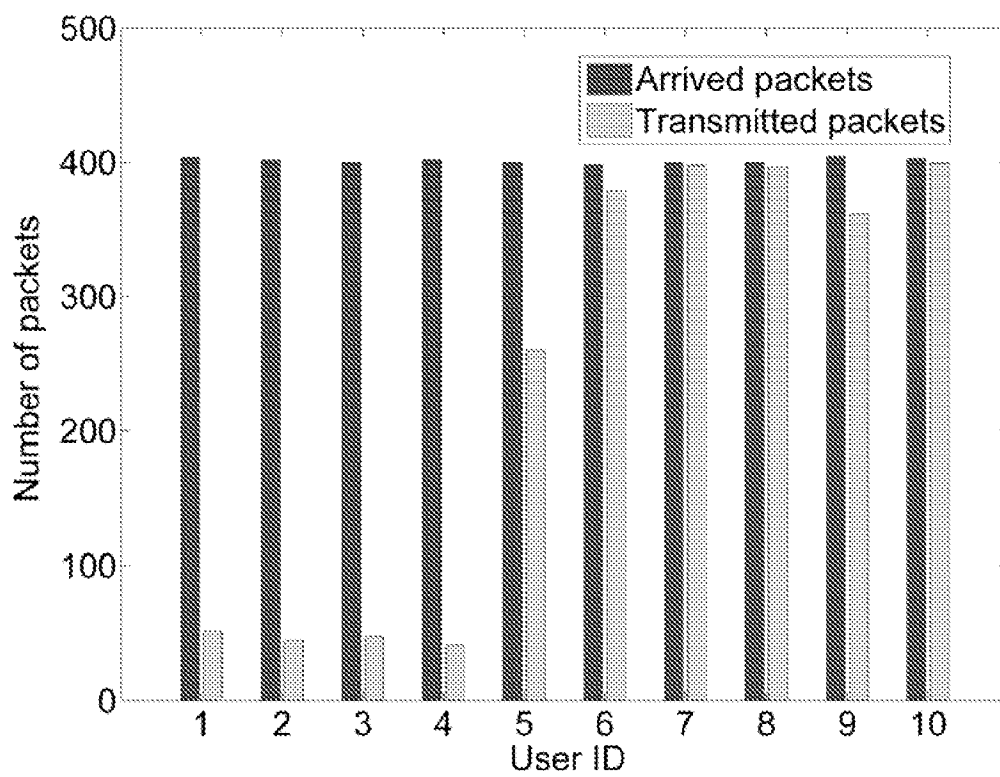


图 8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2013/070391

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04W 72/04 (2009.01) 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)

IPC: H04W; H04L

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: utility, channel state information, queue state information, OFDMA, resource, distribute, allot, striding layer, utility function, queue, equity, priority, throughput, CSI, QSI, power, restrict, sub-carrier, QoS, MAC, PHY

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 101841916 A (BEIJING UNIVERSITY OF POSTS AND TELECOMMUNICATIONS), 22 September 2010 (22.09.2010), description, paragraphs [0030]-[0047]	1-8
A	CN 101697637 A (SHANGHAI JIAOTONG UNIVERSITY), 21 April 2010 (21.04.2010), the whole document	1-8
A	CN 101511125 A (SOUTHEAST UNIVERSITY), 19 August 2009 (19.08.2009), the whole document	1-8
A	CN 102724761 A (UNIVERSITY OF ELECTRONIC SCIENCE AND TECHNOLOGY), 10 October 2012 (10.10.2012), the whole document	1-8
A	CN 1917492 A (BEIJING UNIVERSITY OF POSTS AND TELECOMMUNICATIONS), 21 February 2007 (21.02.2007), the whole document	1-8

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	“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
“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	“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
“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date	“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
“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)	“&” document member of the same patent family
“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	

Date of the actual completion of the international search 08 August 2013 (08.08.2013)	Date of mailing of the international search report 22 August 2013 (22.08.2013)
Name and mailing address of the ISA/CN: State Intellectual Property Office of the P. R. China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing 100088, China Facsimile No.: (86-10) 62019451	Authorized officer SUN, Rongrong Telephone No.: (86-10) 62411361

International application No.
PCT/CN2013/070391

Form PCT/ISA/210 (patent family annex) (July 2009)

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2013/070391

A. 主题的分类

H04W 72/04 (2009.01) 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)

IPC: H04W; H04L

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: 资源, 分配, 跨层, 效用, 队列, 公平, 优先, 吞吐量, 信道状态信息, 队列状态信息, 功率, 约束, 子载波, OFDMA, resource, distribute, allot, striding layer, utility function, queue, equity, priority, throughput, CSI, QSI, power, restrict, sub-carrier, QoS, MAC, PHY

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
A	CN 101841916 A (北京邮电大学) 22.9 月 2010 (22.09.2010) 说明书第[0030]-[0047]段	1-8
A	CN 101697637 A (上海交通大学) 21.4 月 2010 (21.04.2010) 全文	1-8
A	CN 101511125 A (东南大学) 19.8 月 2009 (19.08.2009) 全文	1-8
A	CN 102724761 A (电子科技大学) 10.10 月 2012 (10.10.2012) 全文	1-8
A	CN 1917492 A (北京邮电大学) 21.2 月 2007 (21.02.2007) 全文	1-8



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

08.8 月 2013 (08.08.2013)

国际检索报告邮寄日期

22.8 月 2013 (22.08.2013)

ISA/CN 的名称和邮寄地址:

中华人民共和国国家知识产权局

中国北京市海淀区蓟门桥西土城路 6 号 100088

传真号: (86-10)62019451

受权官员

孙蓉蓉

电话号码: (86-10) **62411361**

国际检索报告

关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2013/070391

检索报告中引用的 专利文件	公布日期	同族专利	公布日期
CN 101841916 A	22.09.2010	CN 101841916 B	04.07.2012
CN 101697637 A	21.04.2010	CN 101697637 B	07.11.2012
CN 101511125 A	19.08.2009	无	
CN 102724761 A	10.10.2012	无	
CN 1917492 A	21.02.2007	无	