



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102377716 A

(43) 申请公布日 2012. 03. 14

(21) 申请号 201010257111. 2

(22) 申请日 2010. 08. 12

(71) 申请人 中兴通讯股份有限公司

地址 518057 广东省深圳市南山区科技南路  
55 号

(72) 发明人 萧少宁 曹国强

(74) 专利代理机构 北京康信知识产权代理有限  
责任公司 11240

代理人 余刚 吴孟秋

(51) Int. Cl.

H04L 27/26(2006. 01)

H04L 25/02(2006. 01)

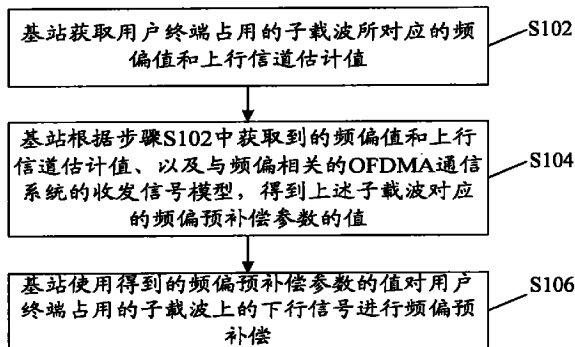
权利要求书 2 页 说明书 5 页 附图 1 页

(54) 发明名称

OFDMA 通信系统的下行频偏预补偿方法和装置

(57) 摘要

本发明公开了一种 OFDMA 通信系统的下行频偏预补偿方法和装置,其中,方法包括:基站获取用户终端占用的子载波所对应的频偏值和上行信道估计值;基站根据频偏值、上行信道估计值、和与频偏相关的 OFDMA 通信系统的收发信号模型,得到子载波对应的频偏预补偿参数的值;基站使用得到的频偏预补偿参数的值对用户终端占用的子载波上的下行信号进行频偏预补偿。本发明可以对占用不同子载波的用户终端的下行信号使用各自适合的频偏预补偿参数进行频偏预补偿,从而能够用于不同 UE 频偏相差较大的场景。



1. 一种正交频分多址 OFDMA 通信系统的下行频偏预补偿方法,其特征在于,包括:

基站获取用户终端占用的子载波所对应的频偏值和上行信道估计值;

所述基站根据所述频偏值、所述上行信道估计值、和与频偏相关的所述 OFDMA 通信系统的收发信号模型,得到所述子载波对应的频偏预补偿参数的值;

所述基站使用得到的所述频偏预补偿参数的值对所述用户终端占用的所述子载波上的下行信号进行频偏预补偿。

2. 根据权利要求 1 所述的方法,其特征在于,所述 OFDMA 通信系统为时分双工系统;所述基站按照以下公式计算所述频偏预补偿参数的值 A:

$A = (\text{diag}(h))^{-1}M(-f)$ ,其中,  $\text{diag}(\cdot)$  表示创建对角阵的函数,  $h$  表示与所述子载波对应的上行信道估计值,  $f$  表示与所述子载波对应的频偏值,  $M(f) = (a_{k,l})$ ,其中,

$$a_{k,l} = \begin{cases} \left\{ \frac{\sin(\pi\gamma)}{N \sin\left(\frac{\pi\gamma}{N}\right)} \right\} \exp\left(j\pi\gamma \frac{N-1}{N}\right), & \text{当 } k = l \text{ 时} \\ \left\{ \frac{\sin(\pi\gamma)}{N \sin\left(\frac{\pi(l-k+\gamma)}{N}\right)} \right\} \exp\left(-j\pi \frac{l-k}{N}\right) \exp\left(j\pi\gamma \frac{N-1}{N}\right), & \text{当 } k \neq l \text{ 时} \end{cases}, \text{其中, } \gamma \text{ 为归}$$

一化的所述频偏值,  $N$  为一个单载波符号的采样点数。

3. 根据权利要求 1 或 2 所述的方法,其特征在于,所述基站获取用户终端占用的子载波的频偏值和上行信道估计值包括:

所述基站确定所述用户终端占用的资源块;

获取所述资源块所对应的子载波的频偏值和上行信道估计值。

4. 根据权利要求 1 或 2 所述的方法,其特征在于,所述基站使用得到的所述频偏预补偿参数的值对所述用户终端占用的所述子载波上的下行信号进行频偏预补偿包括:

所述基站将计算得到的所述频偏预补偿参数的值乘以所述用户终端在频域上占用的资源块上的下行信号,得到所述资源块上要发射的频域信号;

所述基站将所述频域信号发射到所述用户终端。

5. 一种正交频分多址 OFDMA 通信系统的下行频偏预补偿装置,其特征在于,包括:

获取模块,用于获取用户终端占用的子载波所对应的频偏值和上行信道估计值;

计算模块,用于根据所述频偏值、所述上行信道估计值、和与频偏相关的所述 OFDMA 通信系统的收发信号模型,得到所述子载波对应的频偏预补偿参数的值;

补偿模块,用于使用得到的所述频偏预补偿参数的值对所述用户终端占用的所述子载波上的下行信号进行频偏预补偿。

6. 根据权利要求 5 所述的装置,其特征在于,所述 OFDMA 通信系统为时分双工系统;所述计算模块还用于按照以下公式计算所述频偏预补偿参数的值 A:

$A = (\text{diag}(h))^{-1}M(-f)$ ,其中,  $\text{diag}(\cdot)$  表示创建对角阵的函数,  $h$  表示与所述子载波对应的上行信道估计值,  $f$  表示与所述子载波对应的频偏值,  $M(f) = (a_{k,l})$ ,其中,

$$a_{k,l} = \begin{cases} \left\{ \frac{\sin(\pi\gamma)}{N \sin\left(\frac{\pi\gamma}{N}\right)} \right\} \exp\left(j\pi\gamma \frac{N-1}{N}\right), & \text{当 } k = l \text{ 时} \\ \left\{ \frac{\sin(\pi\gamma)}{N \sin\left(\frac{\pi(l-k+\gamma)}{N}\right)} \right\} \exp\left(-j\pi \frac{l-k}{N}\right) \exp\left(j\pi\gamma \frac{N-1}{N}\right), & \text{当 } k \neq l \text{ 时} \end{cases}, \text{其中, } \gamma \text{ 为归}$$

一化的所述频偏值, N 为一个单载波符号的采样点数。

7. 根据权利要求 5 或 6 所述的装置, 其特征在于, 所述获取模块包括:

确定模块, 用于确定所述用户终端占用的资源块;

获得模块, 用于获取所述资源块所对应的子载波的频偏值和上行信道估计值。

8. 根据权利要求 5 或 6 所述的装置, 其特征在于, 所述补偿模块包括:

处理模块, 用于将计算得到的所述频偏预补偿参数的值乘以所述用户终端在频域上占用的资源块上的下行信号, 得到所述资源块上要发射的频域信号;

发射模块, 用于将所述频域信号发射到所述用户终端。

## OFDMA 通信系统的下行频偏预补偿方法和装置

### 技术领域

[0001] 本发明涉及通信领域,具体而言,涉及一种 OFDMA (Orthogonal Frequency Division Multiple Access, 正交频分多址) 通信系统的下行频偏预补偿方法和装置。

### 背景技术

[0002] 在使用 OFDMA (Orthogonal Frequency Division Multiple Access, 正交频分多址) 技术的无线通讯系统,比如 3GPP (3rd Generation Partnership Project, 第三代移动通信伙伴项目) LTE (Long Term Evolution, 长期演进) 系统中,如果用户终端 (User Equipment, UE) 和基站的晶振没有对准,则下行信号就会受到频偏的影响。并且,在用户终端快速地移动时,多普勒效应也会对下行信号造成频偏影响。而在这种频偏较大时,频偏所引起的子载波间干扰和信道估计相位偏差就会降低终端接收机的性能。这样,就需要对下行信号进行频偏补偿,来解决频偏所造成的降低终端接收机的性能的问题。

[0003] 目前,在相关技术中对下行信号进行频偏补偿的一种典型方法是:由基站对时域空口信号进行频偏预补偿,但是,这种方法由于是在时域上进行频偏预补偿,对不同子载波上的信号都进行相同的频偏预补偿,因此,无法对占用不同子载波的用户的下行信号进行各自适合的频偏预补偿,从而不能用于不同用户频偏相差较大的场景。

### 发明内容

[0004] 本发明的主要目的在于提供一种 OFDMA 通信系统的下行频偏预补偿方法和装置,以至少解决上述的无法对占用不同子载波的用户的下行信号进行各自适合的频偏补偿,从而不能用于不同用户频偏相差较大的场景的问题。

[0005] 根据本发明的一个方面,提供了一种正交频分多址 OFDMA 通信系统的下行频偏预补偿方法,包括:基站获取用户终端占用的子载波所对应的频偏值和上行信道估计值;基站根据频偏值、上行信道估计值、和与频偏相关的 OFDMA 通信系统的收发信号模型,得到子载波对应的频偏预补偿参数的值;基站使用得到的频偏预补偿参数的值对用户终端占用的子载波上的下行信号进行频偏预补偿。

[0006] 根据本发明的另一方面,提供了一种正交频分多址 OFDMA 通信系统的下行频偏预补偿装置,包括:获取模块,用于获取用户终端占用的子载波所对应的频偏值和上行信道估计值;计算模块,用于根据频偏值、上行信道估计值、和与频偏相关的 OFDMA 通信系统的收发信号模型,得到子载波对应的频偏预补偿参数的值;补偿模块,用于使用得到的频偏预补偿参数的值对用户终端占用的子载波上的下行信号进行频偏预补偿。

[0007] 通过本发明,基站根据用户终端占用的子载波对应的具体频偏值计算得到具体的频偏预补偿参数的值,使用该参数的值即可对该 UE 的下行信号进行频偏预补偿,因为不同的子载波对应的频偏值不同,从而通过在频域上做频偏预补偿实现了对不同的子载波上的下行信号使用不同的频偏预补偿参数进行频偏预补偿,可以对占用不同子载波的用户终端的下行信号使用各自适合的频偏预补偿参数进行频偏预补偿,从而能够用于不同 UE 频偏

相差较大的场景。

### 附图说明

[0008] 此处所说明的附图用来提供对本发明的进一步理解,构成本申请的一部分,本发明的示意性实施例及其说明用于解释本发明,并不构成对本发明的不当限定。在附图中:

[0009] 图 1 是根据本发明实施例的 OFDMA 通信系统的下行频偏预补偿方法的流程图;

[0010] 图 2 是根据本发明实施例的 OFDMA 通信系统中的 OFDMA 通信系统的下行频偏预补偿装置的示意图;

[0011] 图 3 是根据本发明优选实施例的 OFDMA 通信系统中的 OFDMA 通信系统的下行频偏预补偿装置的示意图。

### 具体实施方式

[0012] 下文中将参考附图并结合实施例来详细说明本发明。需要说明的是,在不冲突的情况下,本申请中的实施例及实施例中的特征可以相互组合。

[0013] 图 1 是根据本发明实施例的 OFDMA 通信系统的下行频偏预补偿方法的流程图,包括以下步骤:

[0014] 步骤 S102,基站获取用户终端 (UE) 占用的子载波所对应的频偏值和上行信道估计值;

[0015] 例如,UE1 占用频域上的资源块 1 (即 RB1),RB1 对应于第 1-12 个子载波 (每个 RB 对应 12 个子载波),则可以通过频偏估计获取该 UE1 占用的第 1-12 个子载波所对应的频偏值  $f_1$ 。

[0016] 在实际实施的过程中,在基站进行下行频偏预补偿之前,已经完成了信道估计和频偏估计,在该步骤 S102 中只需直接获取使用即可。

[0017] 步骤 S104,基站根据步骤 S102 中获取到的频偏值和上行信道估计值、以及与频偏相关的 OFDMA 通信系统的收发信号模型,得到上述子载波对应的频偏预补偿参数的值;

[0018] 步骤 S106,基站使用得到的频偏预补偿参数的值对用户终端占用的子载波上的下行信号进行频偏预补偿。

[0019] 相关技术中由于是在时域上进行频偏预补偿,对不同子载波上的信号都进行相同的频偏预补偿,因此,无法对占用不同子载波的用户下行信号进行各自适合的频偏预补偿,从而不能用于不同用户频偏相差较大的场景。而本实施中,基站根据 UE 占用的子载波对应的具体频偏值和上行信道估计值计算得到具体的频偏预补偿参数的值,使用该参数的值即可对该用户终端的下行信号进行频偏预补偿,因为不同的子载波对应的频偏值和上行信道估计值不同,从而通过在频域上做频偏预补偿实现了对不同的子载波上的下行信号使用不同的频偏预补偿参数进行频偏预补偿,可以对占用不同子载波的用户终端的下行信号使用各自适合的频偏预补偿参数进行频偏预补偿,从而能够用于不同用户终端频偏相差较大的场景。

[0020] 此外,该实施例可以使得基站在下行信号频偏较大时提高用户终端接收信号的性能,并且在不同用户终端占用的子载波对应的频偏不同时,各自做相应的频偏补偿。

[0021] 基站发射信号时先对用户终端可能的频偏进行预补偿。以下以 3GPP TDD LTE 有

波束赋形的业务信道为例叙述。在步骤 S104 中可以首先根据系统的收发信号模型推导出频偏预补偿参数满足的公式 (2), 将 UE 占用的子载波对应的频偏值代入公式 (2) 即可得到该 UE 占用的子载波对应的频偏预补偿参数的值。具体的包括以下内容:

[0022] 3GPP TDD(时分双工) LTE 下行赋形后的业务信道空口信号经过 UE 的 OFDM 解调之后可以如下表示:

[0023]

$$Y(k) = (X(k)H(k)) \left\{ \frac{\sin(\pi\gamma)}{N \sin\left(\frac{\pi\gamma}{N}\right)} \right\} \exp\left(j\pi\gamma \frac{N-1}{N}\right) + I(k) + W(k) \quad (1)$$

[0024] 上述公式 (1) 可以称为与频偏相关的系统的收发信号模型, 在该公式 (1) 中,  $k$  为分配给某个 UE 的子载波的指标,  $Y(k)$  为第  $k$  个子载波上的接收信号,  $X(k)$  为第  $k$  个子载波上的发射信号,  $\gamma$  为归一化的频偏值, 在子载波间隔为 15000Hz 时,  $\gamma = \frac{f}{15000}$ ,  $N$  为一个单载波符号的采样点数, 系统带宽为 20MHz 时,  $N$  为 2048,  $H(k)$  为第  $k$  个子载波上的频域信道冲激响应,  $I(k)$  为其它子载波对第  $k$  个子载波间的干扰,  $W(k)$  为噪声项,

$$[0025] \quad I(k) = \sum_{l=0, l \neq k}^N (X(l)H(l)) \left\{ \frac{\sin(\pi\gamma)}{N \sin\left(\frac{\pi(l-k+\gamma)}{N}\right)} \right\} \exp\left(j\pi\gamma \frac{N-1}{N}\right) \exp\left(-j\pi \frac{l-k}{N}\right)$$

[0026] 则, 上述公式 (1) 可以用矩阵形式表示为  $y = M(f) \text{diag}(X)h + n$ 。其中,  $\text{diag}(\cdot)$  为创建对角阵的函数。这里  $M(f)$  为 Toeplitz(托普利兹) 矩阵, 且  $M(f) = (a_{k,l})$  的各个元素定义如下:

[0027]

$$a_{k,l} = \begin{cases} \left\{ \frac{\sin(\pi\gamma)}{N \sin\left(\frac{\pi\gamma}{N}\right)} \right\} \exp\left(j\pi\gamma \frac{N-1}{N}\right), & \text{当 } k = l \text{ 时} \\ \left\{ \frac{\sin(\pi\gamma)}{N \sin\left(\frac{\pi(l-k+\gamma)}{N}\right)} \right\} \exp\left(-j\pi \frac{l-k}{N}\right) \exp\left(j\pi\gamma \frac{N-1}{N}\right), & \text{当 } k \neq l \text{ 时} \end{cases}$$

[0028] 为简化计算, 考虑到子载波间干扰主要来自邻近的子载波, 可以让  $a_{k,l} = 0$  如果  $|k-l| > C$ , 这里常数  $C$  的三种典型取值分别为 1, 2, 3。

[0029] 由于在做频偏预补偿之前, 已经完成了信道估计 (可以得到不同 RB 对应的不同子载波所对应的上行信道估计值  $h$ ) 和频偏估计 (可以得到不同的 RB 对应的不同子载波所对应的频偏值  $f$ ), 得到了信道估计的值  $h$  和频偏  $f$  的值。将 UE 占用的子载波对应的具体频偏值代入上面的  $M(f)$  的表达式中, 即可计算出矩阵  $M(-f)$  的值。

[0030] 如果可以得到对应 RB 的上行信道估计值  $h$ , 按照公式 (2) :  $A = (\text{diag}(h))^{-1}M(-f)$

计算得到 UE 占用的 RB 对应的子载波对应的预处理矩阵（即上述的频偏预补偿参数）A 的值。

[0031] 然后在步骤 S106 中，基站将频域上的每个 RB（与 UE 对应）上的下行发射信号 s 乘以最近计算得到的预处理矩阵 A 得到这个 RB 上要发射的频域信号 A\*s。

[0032] 显然，上述实施例的预补偿方法也可以用在上行方向，如果用在上行方向则上述方法步骤中的执行主体应为用户终端。

[0033] 图 2 是根据本发明实施例的 OFDMA 通信系统的下行频偏预补偿装置，包括：获取模块 10、计算模块 20、和补偿模块 30，其中：

[0034] 获取模块 10，用于获取用户终端占用的子载波所对应的频偏值和上行信道估计值；

[0035] 计算模块 20，用于根据上述频偏值、上述上行信道估计值、和与频偏相关的 OFDMA 通信系统的收发信号模型，得到上述子载波对应的频偏预补偿参数的值；

[0036] 补偿模块 30，用于使用得到的频偏预补偿参数的值对用户终端占用的子载波上的下行信号进行频偏预补偿。

[0037] 优选地，OFDMA 通信系统为时分双工系统；计算模块 20 可以按照以下公式（即上述的公式（2））计算频偏预补偿参数的值 A：

[0038]  $A = (\text{diag}(h))^{-1}M(-f)$ ，其中， $\text{diag}(\cdot)$  表示创建对角阵的函数，h 表示与子载波对应的上行信道估计值，f 表示与子载波对应的频偏值， $M(f) = (a_{k,l})$ ，其中，

$$[0039] \quad a_{k,l} = \begin{cases} \left\{ \frac{\sin(\pi\gamma)}{N \sin\left(\frac{\pi\gamma}{N}\right)} \right\} \exp\left(j\pi\gamma \frac{N-1}{N}\right), & \text{当 } k = l \text{ 时} \\ \left\{ \frac{\sin(\pi\gamma)}{N \sin\left(\frac{\pi(l-k+\gamma)}{N}\right)} \right\} \exp\left(-j\pi \frac{l-k}{N}\right) \exp\left(j\pi\gamma \frac{N-1}{N}\right), & \text{当 } k \neq l \text{ 时} \end{cases}, \text{其中, } \gamma$$

为归一化的频偏值，N 为一个单载波符号的采样点数。

[0040] 上述优选实施例提供了当为 TDD 系统时下行做波束赋形的业务信道，基站计算得到 UE 占用的子载波对应的频偏预补偿参数的值 A 的具体实施方案。使用该公式可以快速地计算得到不同 UE 占用的子载波所对应的频偏预补偿参数的值，从而能够在不同 UE 占用的子载波对应的频偏不同时，对不同的 UE 做各自的频偏补偿。

[0041] 优选地，如图 3 所示，获取模块 10 包括：确定模块 102，用于确定用户终端占用的资源块；获得模块 104，用于获取确定模块 102 确定的资源块所对应的子载波的频偏值和上行信道估计值。

[0042] 优选地，如图 3 所示，补偿模块 30 包括：处理模块 302，用于将计算模块 20 计算得到的频偏预补偿参数的值乘以用户终端在频域上占用的资源块上的下行信号，得到该资源块上要发射的频域信号；发射模块 304，用于将该频域信号发射到用户终端。

[0043] 显然，图 2 和图 3 所示的装置可以为基站，如果用在上行方向的频偏预补偿，该装置也可以为用户终端。

[0044] 从以上的描述中,可以看出,本发明实现了如下技术效果:可以使基站在下行信号频偏较大时提高 UE 的接收信号的性能,并且可以在不同 UE 占用不同子载波所对应的频偏不同时,各自做相应的频偏补偿。

[0045] 显然,本领域的技术人员应该明白,上述的本发明的各模块或各步骤可以用通用的计算装置来实现,它们可以集中在单个的计算装置上,或者分布在多个计算装置所组成的网络上,可选地,它们可以用计算装置可执行的程序代码来实现,从而,可以将它们存储在存储装置中由计算装置来执行,并且在某些情况下,可以以不同于此处的顺序执行所示出或描述的步骤,或者将它们分别制作成各个集成电路模块,或者将它们中的多个模块或步骤制作成单个集成电路模块来实现。这样,本发明不限制于任何特定的硬件和软件结合。

[0046] 以上所述仅为本发明的优选实施例而已,并不用于限制本发明,对于本领域的技术人员来说,本发明可以有各种更改和变化。凡在本发明的精神和原则之内,所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。



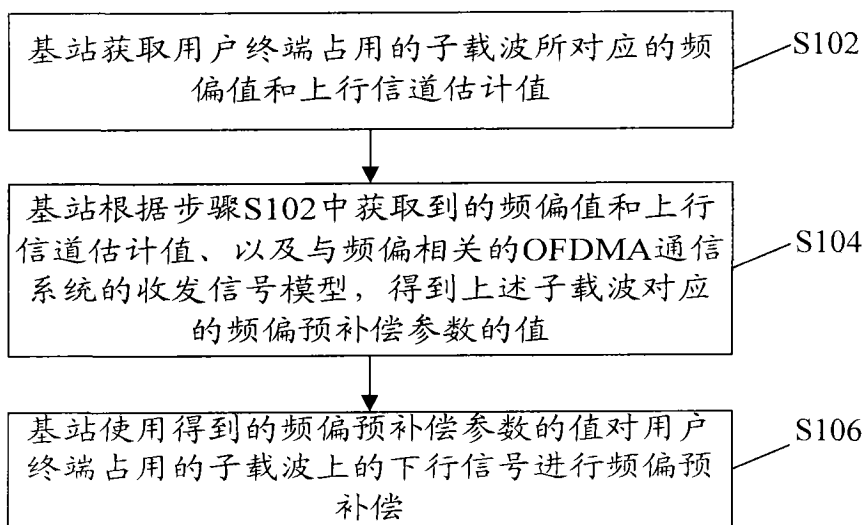


图 1

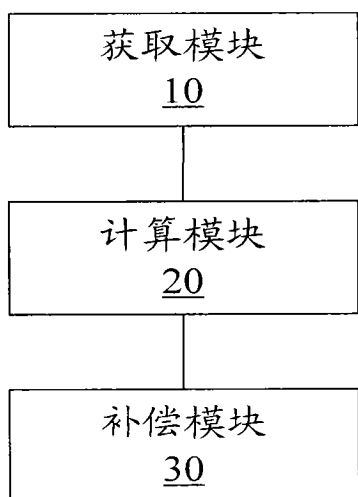


图 2

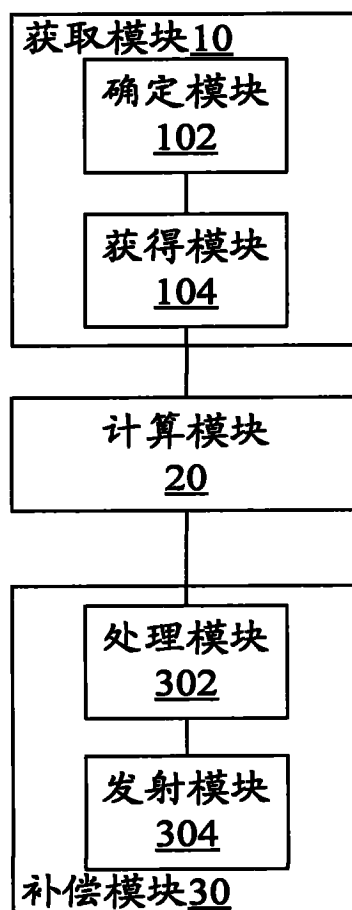


图 3