



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109150783 A
(43)申请公布日 2019.01.04

(21)申请号 201710508459.6

(22)申请日 2017.06.28

(71)申请人 大唐移动通信设备有限公司
地址 100083 北京市海淀区学院路29号

(72)发明人 徐晓亮 石璟

(74)专利代理机构 北京同达信恒知识产权代理有限公司 11291

代理人 刘醒晗

(51)Int.Cl.
H04L 27/26(2006.01)

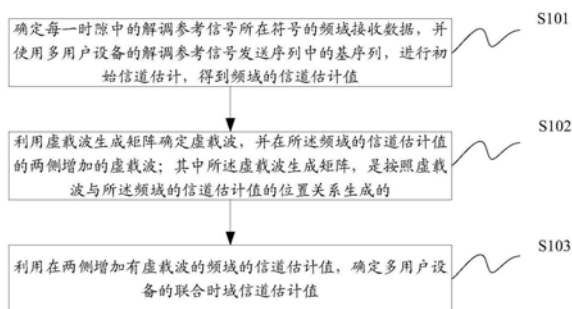
权利要求书3页 说明书10页 附图3页

(54)发明名称

一种信道估计方法及装置

(57)摘要

本申请公开了一种信道估计方法及装置,用以在多用户设备场景下采用DFT信道估计时,避免时域镜像径的产生,提高信道估计准确性。本申请提供的一种信道估计方法包括:确定每一时隙中的解调参考信号所在符号的频域接收数据,并使用多用户设备的解调参考信号发送序列中的基序列,进行初始信道估计,得到频域的信道估计值;利用虚载波生成矩阵确定虚载波,并在所述频域的信道估计值的两侧增加的虚载波;其中所述虚载波生成矩阵,是按照虚载波与所述频域的信道估计值的位置关系生成的;利用在两侧增加有虚载波的频域的信道估计值,确定多用户设备的联合时域信道估计值。



1. 一种信道估计方法,其特征在于,该方法包括:

确定每一时隙中的解调参考信号所在符号的频域接收数据,并使用多用户设备的解调参考信号发送序列中的基序列,进行初始信道估计,得到频域的信道估计值;

利用虚载波生成矩阵确定虚载波,并在所述频域的信道估计值的两侧增加的虚载波;其中所述虚载波生成矩阵,是按照虚载波与所述频域的信道估计值的位置关系生成的;

利用在两侧增加有虚载波的频域的信道估计值,确定多用户设备的联合时域信道估计值。

2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,采用如下公式生成所述虚载波生成矩阵W:

$$W = F_{12N+2K}(V, L_0) * F_{12N}^*(M, L_1) * \left(F_{12N}(M, L_1) * F_{12N}^*(M, L_1) + \frac{\text{size}(L_1)}{p} I \right)^{-1}$$

其中:

$$V = 0 \dots K-1, 12N+K \dots 12N+2K-1$$

$$M = 0 \dots 12N-1$$

$$L_0 = \begin{cases} 0, (12N+2K)/12-1, (12N+2K)/12*2-1 \dots & \text{多用户} \\ 0 \dots (12N+2K)/24-1 & \text{单用户} \end{cases}$$

$$L_1 = \begin{cases} 0, N-1, 2N-1 \dots & \text{多用户} \\ 0 \dots N-1 & \text{单用户} \end{cases}$$

N表示多个用户设备复用的上行资源所包含的资源块的个数,K表示在所述频域的信道估计值的每侧增加的虚载波数,p表示虚载波应用的频域信噪比,I表示单位对角矩阵。

3. 根据权利要求2所述的方法,其特征在于,采用如下公式,利用所述虚载波生成矩阵确定虚载波 \tilde{H} :

$$\tilde{H} = W\hat{H}, \text{其中 } \tilde{H} = \begin{bmatrix} \tilde{H}_0 \\ \hat{H} \\ \tilde{H}_1 \end{bmatrix}$$

其中,所述 \hat{H} 表示所述频域的信道估计值, \tilde{H}_0 和 \tilde{H}_1 分别表示需要在所述频域的信道估计值的两侧增加的虚载波。

4. 根据权利要求3所述的方法,其特征在于,利用在两侧增加有虚载波的频域的信道估计值,确定多用户设备的联合时域信道估计值,具体包括:

计算各用户设备的解调参考信号的循环位移值 n_j^{cs} ,其中 $j=0 \dots U-1$,U表示用户设备数;

计算使得 $\min \{ \text{abs} \{ ((n_j^{cs} N + \alpha) \bmod 12N) - 6N \} \}$ 最大的 α , α 的取值范围为:0至 $12N-1$;

利用计算得到的 α 完成H的相位旋转,得到相位旋转后的频域的信道估计值 H^r ,其中H表

示两侧增加有虚载波的频域的信道估计值, $H^r = \begin{bmatrix} \tilde{H}_0 \\ \hat{H} \\ \tilde{H}_1 \end{bmatrix}$;

利用 H^r 确定多用户设备的联合时域信道估计值。

5. 根据权利要求4所述的方法,其特征在于,利用 H^r 确定多用户设备的联合时域信道估计值,具体包括:

对所述 H^r 进行加窗,得到 H^w ;

计算 H^w 对应的时域信道冲击响应;

在时域信道冲击响应中对每一用户设备分别计算多径位置、加窗抑噪,得到多个用户设备的联合时域信道估计值;

针对每一用户设备,计算逆循环移位值,并去掉窗外的噪声值后,利用所述逆循环移位值,去除该用户设备的时域信道估计值的附加循环移位值,并转换为频域,最终得到该用户设备的频域信道估计值。

6. 根据权利要求5所述的方法,其特征在于,针对每一用户设备,采用如下公式确定逆循环移位值 \hat{n}_j^{cs} :

$$\hat{n}_j^{cs} = (-n_j^{cs} N - \alpha) \bmod(12N), \text{其中 } j=0 \dots U-1.$$

7. 一种信道估计装置,其特征在于,包括:

第一单元,用于确定每一时隙中的解调参考信号所在符号的频域接收数据,并使用多用户设备的解调参考信号发送序列中的基序列,进行初始信道估计,得到频域的信道估计值;

第二单元,用于利用虚载波生成矩阵确定虚载波,并在所述频域的信道估计值的两侧增加的虚载波;其中所述虚载波生成矩阵,是按照虚载波排列在所述频域的信道估计值的两侧的排列方式生成的;

第三单元,用于利用在两侧增加有虚载波的频域的信道估计值,确定多用户设备的联合时域信道估计值。

8. 根据权利要求7所述的装置,其特征在于,所述第二单元采用如下公式生成所述虚载波生成矩阵 W :

$$W = F_{12N+2K}(V, L_0) * F_{12N}^*(M, L_1) * \left(F_{12N}(M, L_1) * F_{12N}^*(M, L_1) + \frac{\text{size}(L_1)}{p} I \right)^{-1}$$

其中:

$$V=0 \dots K-1, 12N+K \dots 12N+2K-1$$

$$M=0 \dots 12N-1$$

$$L_0 = \begin{cases} 0, (12N+2K)/12-1, (12N+2K)/12*2-1 \dots & \text{多用户} \\ 0 \dots (12N+2K)/24-1 & \text{单用户} \end{cases}$$

$$L_1 = \begin{cases} 0, N-1, 2N-1 \dots & \text{多用户} \\ 0 \dots N-1 & \text{单用户} \end{cases}$$

N 表示多个用户设备复用的上行资源所包含的资源块的个数, K 表示在所述频域的信道估计值的每侧增加的虚载波数, p 表示虚载波应用的频域信噪比, I 表示单位对角矩阵。

9. 根据权利要求8所述的装置,其特征在于,所述第二单元采用如下公式,利用所述虚载波生成矩阵确定虚载波 \tilde{H} :

$$\tilde{H} = W\hat{H}, \text{其中 } \tilde{H} = \begin{bmatrix} \tilde{H}_0 \\ \hat{H} \\ \tilde{H}_1 \end{bmatrix}$$

其中,所述 \hat{H} 表示所述频域的信道估计值, \tilde{H}_0 和 \tilde{H}_1 分别表示需要在所述频域的信道估计值的两侧增加的虚载波。

10. 根据权利要求9所述的装置,其特征在于,所述第三单元,具体用于:

计算各用户设备的解调参考信号的循环移位值 n_j^{cs} ,其中 $j=0\dots U-1$, U 表示用户设备数;

计算使得 $\min\{abs(((n_j^{cs}N + \alpha) \bmod 12N) - 6N)\}$ 最大的 α , α 的取值范围为:0至 $12N-1$;

利用计算得到的 α 完成 H 的相位旋转,得到相位旋转后的频域的信道估计值 H^r ,其中 H 表

示两侧增加有虚载波的频域的信道估计值, $H = \begin{bmatrix} \tilde{H}_0 \\ \hat{H} \\ \tilde{H}_1 \end{bmatrix}$;

利用 H^r 确定多用户设备的联合时域信道估计值。

11. 根据权利要求10所述的装置,其特征在于,所述第三单元利用 H^r 确定多用户设备的联合时域信道估计值,具体包括:

对所述 H^r 进行加窗,得到 H^w ;

计算 H^w 对应的时域信道冲击响应;

在时域信道冲击响应中对每一用户设备分别计算多径位置、加窗抑噪,得到多个用户设备的联合时域信道估计值;

针对每一用户设备,计算逆循环移位值,并去掉窗外的噪声值后,利用所述逆循环移位值,去除该用户设备的时域信道估计值的附加循环移位值,并转换为频域,最终得到该用户设备的频域信道估计值。

12. 根据权利要求11所述的装置,其特征在于,所述第三单元针对每一用户设备,采用如下公式确定逆循环移位值 \hat{n}_j^{cs} :

$$\hat{n}_j^{cs} = (-n_j^{cs}N - \alpha) \bmod (12N), \text{其中 } j=0\dots U-1.$$

13. 一种计算设备,其特征在于,包括:

存储器,用于存储程序指令;

处理器,用于调用所述存储器中存储的程序指令,按照获得的程序执行:确定每一时隙中的解调参考信号所在符号的频域接收数据,并使用多用户设备的解调参考信号发送序列中的基序列,进行初始信道估计,得到频域的信道估计值;利用虚载波生成矩阵确定虚载波,并在所述频域的信道估计值的两侧增加的虚载波;其中所述虚载波生成矩阵,是按照虚载波与所述频域的信道估计值的位置关系生成的;利用在两侧增加有虚载波的频域的信道估计值,确定多用户设备的联合时域信道估计值。

14. 一种计算机存储介质,其特征在于,所述计算机可读存储介质存储有计算机可执行指令,所述计算机可执行指令用于使所述计算机执行权利要求1至6任一项所述的方法。

一种信道估计方法及装置

技术领域

[0001] 本申请涉及通信技术领域,尤其涉及一种信道估计方法及装置。

背景技术

[0002] 长期演进(Long Term Evolution,LTE)基站在物理上行链路共享信道(Physical Uplink Shared Channel,PUSCH)接收符号均衡时需要利用上行链路(Up Link,UL)解调参考信号(Demodulation Reference Signal,DMRS)进行的信道估计。在多用户多入多出(Most In Most Out,MIMO)(Multiple Users MIMO,MU-MIMO)场景时多个用户设备(User Equipment,UE)复用同样的时频资源,不同UE的DMRS序列通过频域相位旋转加以区分,在传统的基于离散傅里叶变换(Discrete Fourier Transform,DFT)方法的信道估计中,接收机利用多个UE的CIR在时域存在循环位移的特点进行UE区分并分别完成信道估计。

[0003] 在上行分配资源块(Resource Block,RB)数较少(窄带)时,基于DFT的信道估计在时域分辨率降低,时域加窗抑噪效果减弱,同时时域多径的非整数点采样问题在窄带时更为明显,造成的时域多径能量泄露也更严重。

[0004] 为解决此问题,现有技术中多采用增加虚载波的方式提高时域分辨率,一种增加虚载波做法是增加频域镜像,具体操作为在离散傅里叶逆变换(Inverse Discrete Fourier Transform,IDFT)操作前的频域信道估计增加对称镜像(此时IDFT点数增加),在IDFT完成后的时域完成多径分辨和加窗抑噪,时域处理后进行DFT操作,之后的频域数据去镜像后得到最终频域信道估计。

[0005] 综上所述,在MU-MIMO场景时多UE的CIR在时域多个位置上排列,在频域观察可见实际子载波与虚载波交界处相位差较SU-MIMO场景大,在采用基于频域镜像的信道估计方法时,镜像部分与原有信号部分间存在相位突变,会导致频域符号内相位不连续(或解释为破坏了IDFT的正交性),在时域观察为出现假径(镜像径),破坏了原有的多径分辨和加窗抑噪规则,使基于DFT的信道估计的均方误差(Mean Squared Error,MSE)增大。为避免此问题,需要将各UE的CIR循环移位到时域轴边缘后进行本UE的多径搜索,此方式导致每个UE分别完成IDFT/DFT操作,计算复杂度高。

发明内容

[0006] 本申请实施例提供了一种信道估计方法及装置,用以在多用户设备场景下采用DFT信道估计时,避免时域镜像径的产生,提高信道估计准确性。

[0007] 本申请实施例提供了一种信道估计方法包括:

[0008] 确定每一时隙中的解调参考信号所在符号的频域接收数据,并使用多用户设备的解调参考信号发送序列中的基序列,进行初始信道估计,得到频域的信道估计值;

[0009] 利用虚载波生成矩阵确定虚载波,并在所述频域的信道估计值的两侧增加的虚载波;其中所述虚载波生成矩阵,是按照虚载波与所述频域的信道估计值的位置关系生成的;

[0010] 利用在两侧增加有虚载波的频域的信道估计值,确定多用户设备的联合时域信道

估计值。

[0011] 本申请实施例提供的该方法中,改进了虚载波的生成方式,即虚载波生成矩阵,是按照虚载波排列在频域的信道估计值的两侧的排列方式生成的,利用虚载波生成矩阵确定虚载波,并在所述频域的信道估计值的两侧增加的虚载波,利用在两侧增加有虚载波的频域的信道估计值,确定多用户设备的联合时域信道估计值,因此通过改进虚载波与原有子载波的相位连续性,从而在多用户设备场景下避免了时域镜像径的产生,降低了信道估计误差。

[0012] 可选地,采用如下公式生成所述虚载波生成矩阵W:

[0013]

$$W = F_{12N+2K}(V, L_0) * F_{12N}^*(M, L_1) * \left(F_{12N}(M, L_1) * F_{12N}^*(M, L_1) + \frac{\text{size}(L_1)}{p} I \right)^{-1}$$

[0014] 其中:

[0015] $V=0 \dots K-1, 12N+K \dots 12N+2K-1$

[0016] $M=0 \dots 12N-1$

[0017] $L_0 = \begin{cases} 0, (12N+2K)/12-1, (12N+2K)/12*2-1 \dots & \text{多用户} \\ 0 \dots (12N+2K)/24-1 & \text{单用户} \end{cases}$

[0018] $L_1 = \begin{cases} 0, N-1, 2N-1 \dots & \text{多用户} \\ 0 \dots N-1 & \text{单用户} \end{cases}$

[0019] N表示多个用户设备复用的上行资源所包含的资源块的个数,K表示在所述频域的信道估计值的每侧增加的虚载波数,p表示虚载波应用的频域信噪比,I表示单位对角矩阵。

[0020] 可选地,采用如下公式,利用所述虚载波生成矩阵确定虚载波 \tilde{H} :

[0021] $\tilde{H} = W\hat{H}$, 其中 $\hat{H} = \begin{bmatrix} \tilde{H}_0 \\ \hat{H} \\ \tilde{H}_1 \end{bmatrix}$

[0022] 其中,所述 \hat{H} 表示所述频域的信道估计值, \tilde{H}_0 和 \tilde{H}_1 分别表示需要在所述频域的信道估计值的两侧增加的虚载波。

[0023] 可选地,利用在两侧增加有虚载波的频域的信道估计值,确定多用户设备的联合时域信道估计值,具体包括:

[0024] 计算各用户设备的解调参考信号的循环位移值 n_j^{cs} ,其中 $j=0 \dots U-1$,U表示用户设备数;

[0025] 计算使得 $\min \{ \text{abs} \{ ((n_j^{cs} N + \alpha) \bmod 12N) - 6N \} \}$ 最大的 α , α 的取值范围为:0至12N-1;

[0026] 利用计算得到的 α 完成H的相位旋转,得到相位旋转后的频域的信道估计值 H^r ,其

中H表示两侧增加有虚载波的频域的信道估计值, $H^r = \begin{bmatrix} \tilde{H}_0 \\ \hat{H} \\ \tilde{H}_1 \end{bmatrix}$;

- [0027] 利用 H^r 确定多用户设备的联合时域信道估计值。
- [0028] 本申请实施例中通过分析多个UE的循环移位值,在IDFT之前在频域引入附加相位旋转,使得多用户设备的CIR排布避开时域轴上的中点位置,此操作可以避免CIR排布在时域中点附近的UE的信道估计结果误差偏大。
- [0029] 可选地,利用 H^r 确定多用户设备的联合时域信道估计值,具体包括:
- [0030] 对所述 H^r 进行加窗,得到 H^w ;
- [0031] 计算 H^w 对应的时域信道冲击响应;
- [0032] 在时域信道冲击响应中对每一用户设备分别计算多径位置、加窗抑噪,得到多个用户设备的联合时域信道估计值;
- [0033] 针对每一用户设备,计算逆循环移位值,并去掉窗外的噪声值后,利用所述逆循环移位值,去除该用户设备的时域信道估计值的附加循环移位值,并转换为频域,最终得到该用户设备的频域信道估计值。
- [0034] 本申请实施例中,在IDFT操作前引入频域加窗操作,可以降低由于虚载波的引入带来的时域能量泄露问题,可以保证信道估计的准确性的提高。
- [0035] 可选地,针对每一用户设备,采用如下公式确定逆循环移位值 \hat{n}_j^{cs} :
- [0036] $\hat{n}_j^{cs} = (-n_j^{cs} N - \alpha) \bmod(12N)$,其中 $j=0 \dots U-1$ 。
- [0037] 本申请实施例提供一种信道估计装置,包括:
- [0038] 第一单元,用于确定每一时隙中的解调参考信号所在符号的频域接收数据,并使用多用户设备的解调参考信号发送序列中的基序列,进行初始信道估计,得到频域的信道估计值;
- [0039] 第二单元,用于利用虚载波生成矩阵确定虚载波,并在所述频域的信道估计值的两侧增加的虚载波;其中所述虚载波生成矩阵,是按照虚载波与所述频域的信道估计值的位置关系生成的;
- [0040] 第三单元,用于利用在两侧增加有虚载波的频域的信道估计值,确定多用户设备的联合时域信道估计值。
- [0041] 可选地,所述第二单元采用如下公式生成所述虚载波生成矩阵 W :
- [0042]

$$W = F_{12N+2K}(V, L_0) * F_{12N}^*(M, L_1) * \left(F_{12N}(M, L_1) * F_{12N}^*(M, L_1) + \frac{\text{size}(L_1)}{p} I \right)^{-1}$$

[0043] 其中:

[0044] $V=0 \dots K-1, 12N+K \dots 12N+2K-1$

[0045] $M=0 \dots 12N-1$

[0046] $L_0 = \begin{cases} 0, (12N+2K)/12-1, (12N+2K)/12*2-1 \dots & \text{多用户} \\ 0 \dots (12N+2K)/24-1 & \text{单用户} \end{cases}$

[0047] $L_1 = \begin{cases} 0, N-1, 2N-1 \dots & \text{多用户} \\ 0 \dots N-1 & \text{单用户} \end{cases}$

[0048] N 表示多个用户设备复用的上行资源所包含的资源块的个数, K 表示在所述频域的

信道估计值的每侧增加的虚载波数, p 表示虚载波应用的频域信噪比, I 表示单位对角矩阵。

[0049] 可选地, 所述第二单元采用如下公式, 利用所述虚载波生成矩阵确定虚载波 \tilde{H} :

$$[0050] \quad \tilde{H} = W\hat{H}, \text{ 其中 } \tilde{H} = \begin{bmatrix} \tilde{H}_0 \\ \tilde{H}_1 \end{bmatrix}$$

[0051] 其中, 所述 \hat{H} 表示所述频域的信道估计值, \tilde{H}_0 和 \tilde{H}_1 分别表示需要在所述频域的信道估计值的两侧增加的虚载波。

[0052] 可选地, 所述第三单元, 具体用于:

[0053] 计算各用户设备的解调参考信号的循环位移值 n_j^{cs} , 其中 $j=0 \dots U-1$, U 表示用户设备数;

[0054] 计算使得 $\min \{ \text{abs}(((n_j^{cs} N + \alpha) \bmod 12N) - 6N) \}$ 最大的 α , α 的取值范围为: 0 至 $12N-1$;

[0055] 利用计算得到的 α 完成 H 的相位旋转, 得到相位旋转后的频域的信道估计值 H^r , 其

$$\text{中 } H \text{ 表示两侧增加有虚载波的频域的信道估计值, } H = \begin{bmatrix} \tilde{H}_0 \\ \hat{H} \\ \tilde{H}_1 \end{bmatrix};$$

[0056] 利用 H^r 确定多用户设备的联合时域信道估计值。

[0057] 可选地, 所述第三单元利用 H^r 确定多用户设备的联合时域信道估计值, 具体包括:

[0058] 对所述 H^r 进行加窗, 得到 H^w ;

[0059] 计算 H^w 对应的时域信道冲击响应;

[0060] 在时域信道冲击响应中对每一用户设备分别计算多径位置、加窗抑噪, 得到多个用户设备的联合时域信道估计值;

[0061] 针对每一用户设备, 计算逆循环移位值, 并去掉窗外的噪声值后, 利用所述逆循环移位值, 去除该用户设备的时域信道估计值的附加循环移位值, 并转换为频域, 最终得到该用户设备的频域信道估计值。

[0062] 可选地, 所述第三单元针对每一用户设备, 采用如下公式确定逆循环移位值 \hat{n}_j^{cs} :

$$[0063] \quad \hat{n}_j^{cs} = (-n_j^{cs} N - \alpha) \bmod (12N), \text{ 其中 } j=0 \dots U-1.$$

[0064] 本申请另一实施例提供了一种计算设备, 其包括存储器和处理器, 其中, 所述存储器用于存储程序指令, 所述处理器用于调用所述存储器中存储的程序指令, 按照获得的程序执行上述任一种方法。

[0065] 本申请另一实施例提供了一种计算机存储介质, 所述计算机可读存储介质存储有计算机可执行指令, 所述计算机可执行指令用于使所述计算机执行上述任一种方法。

附图说明

[0066] 为了更清楚地说明本申请实施例中的技术方案, 下面将对实施例描述中所需要使用的附图作简要介绍, 显而易见地, 下面描述中的附图仅仅是本申请的一些实施例, 对于本领域的普通技术人员来讲, 在不付出创造性劳动的前提下, 还可以根据这些附图获得其他

的附图。

[0067] 图1为本申请实施例提供的一种信道估计方法的总体流程示意图；

[0068] 图2为本申请实施例提供的一种信道估计方法的具体流程示意图；

[0069] 图3为本申请实施例提供的一种信道估计装置的结构示意图；

[0070] 图4为本申请实施例提供的一种计算设备的结构示意图。

具体实施方式

[0071] 本申请实施例提供了一种信道估计方法及装置,用以在多用户设备场景下采用DFT信道估计时,避免时域镜像径的产生,提高信道估计准确性。

[0072] 长期演进(Long Term Evolution,LTE)上行物理上行链路共享信道(Physical Uplink Shared Channel,PUSCH)信道估计,在多用户多入多出(Most In Most Out,MIMO)(Multiple Users MIMO,MU-MIMO)场景下,当用户设备(User Equipment,UE)被调度分配的RB数目较少时,常规基于DFT的信道估计方法误差较大。采用镜像方式增加虚载波的方法有利于降低估计误差,但这种增加虚载波的方式在多用户场景下会带来多径的能量泄露,伴随出现镜像径,导致信道估计性能恶化(在单用户场景下没有这个问题)。为了适应多用户场景,MU-MIMO时镜像离散傅里叶变换(Discrete Fourier Transform,DFT)信道估计需要逐用户进行时频变换,时频变换次数比常规DFT信道估计增加了若干倍,复杂度很高。本申请实施例提出一种新的改进方案,能够在增加时域分辨率的同时避免镜像径的出现,降低原有径能量泄露,使得MU-MIMO的多个UE的信道冲击响应(Channel Impulse Response,CIR)处理能通过一次离散傅里叶逆变换(Inverse Discrete Fourier Transform,IDFT)操作后统一完成,避免对每个UE进行IDFT操作,降低计算复杂度。

[0073] 具体地,针对MU-MIMO场景下的信道估计问题,本申请实施例改进了虚载波的生成方式,改进虚载波与原有子载波的相位连续性,在多用户场景下避免时域镜像径的产生,降低信道估计误差。本申请实施例中分析多个UE的循环位移参数,在IDFT之前在频域引入附加相位旋转,使得多用户的CIR排布避开时域轴上的中点位置(相位不连续明显区域)。此操作可以避免CIR排布在时域中点附近的UE信道估计结果误差偏大。此外,在IDFT操作前引入频域加窗操作,降低由于虚载波的引入带来的时域能量泄露。

[0074] 本申请实施例中所述的真实载波为OFDM中真实承载数据、导频的频域位置,虚载波为不承载数据、导频的频域位置。

[0075] 下面结合附图对本申请实施例提供的技术方案进行说明。

[0076] 参见图1,本申请实施例提供的一种信道估计方法包括:

[0077] S101、确定每一时隙中的解调参考信号所在符号的频域接收数据,并使用多用户设备的解调参考信号发送序列中的基序列,进行初始信道估计,得到频域的信道估计值;

[0078] S102、利用虚载波生成矩阵确定虚载波,并在所述频域的信道估计值的两侧增加的虚载波;其中所述虚载波生成矩阵,是按照虚载波与所述频域的信道估计值的位置关系生成的;

[0079] S103、利用在两侧增加有虚载波的频域的信道估计值,确定多用户设备的联合时域信道估计值。

[0080] 本申请实施例提供的该方法中,改进了虚载波的生成方式,即虚载波生成矩阵,是

按照虚载波排列在频域的信道估计值的两侧的排列方式生成的,利用虚载波生成矩阵确定虚载波,并在所述频域的信道估计值的两侧增加的虚载波,利用在两侧增加有虚载波的频域的信道估计值,确定多用户设备的联合时域信道估计值,因此通过改进虚载波与原有子载波的相位连续性,从而在多用户设备场景下避免了时域镜像径的产生,降低了信道估计误差。

[0081] 下面给出一个具体实施例的举例说明。

[0082] 参见图2,本申请实施例提供的一种可选的具体流程如下:

[0083] S201:在MU-MIMO场景下,多个上行UE复用资源为N个资源块(RB),基站侧完成射频(Radio Frequency,RF)多天线接收,经过数字前端(Digital Front End,DFE)或快速傅里叶变换(Fast Fourier Transformation,FFT)处理后获得每个时隙中DMRS符号的频域信号 Y_i ,其中, $i=0\dots 12N-1$,其中, i 表示子载波索引。

[0084] S202:使用多UE的DMRS发送序列中的基序列 X_i ,其中, $i=0\dots 12N-1$,完成基于最小二乘法(Least Square,LS)方法的初始信道估计,获得信道估计的频域表示 \hat{H}_i ,具体为: $\hat{H}_i = X_i^* Y$,其中, $i=0\dots 12N-1$ 。

[0085] S203:定义虚载波排列方式为增加在 \hat{H} 两侧,其中 \hat{H} 为向量表示,增加在 \hat{H} 两侧即是在向量头尾各增加一些元素,每边增加虚载波数为K,定义Q点DFT(Q点DFT意思是DFT计算规模为Q点,即 F_Q 的大小为 $Q*Q$)变换为 $F_Q(m,n)$,其中F表示DFT变换的标准矩阵,输出频域索引集合为m,输入时域索引集合为n,比如,输出频域索引全集为 $\{0,1,\dots,N-1\}$,这里的索引集合m可能为 $\{0,1,2,3\}$ 。定义虚载波应用的频域信噪比为p,为保持虚载波信噪比,较原载波高,此处采用较低的预设信噪比(比如取 $\text{snr}=0\text{db}$)。采用如下公式计算虚载波生成矩阵W:

[0086]

$$W = F_{12N+2K}(V, L_0) * F_{12N}^*(M, L_1) * \left(F_{12N}(M, L_1) * F_{12N}^*(M, L_1) + \frac{\text{size}(L_1)}{p} I \right)^{-1}$$

[0087] 其中:

[0088] $V=0\dots K-1, 12N+K\dots 12N+2K-1$

[0089] $M=0\dots 12N-1$

[0090] $L_0 = \begin{cases} 0, (12N+2K)/12-1, (12N+2K)/12*2-1\dots & \text{多用户} \\ 0\dots(12N+2K)/24-1 & \text{单用户} \end{cases}$

[0091] $L_1 = \begin{cases} 0, N-1, 2N-1\dots & \text{多用户} \\ 0\dots N-1 & \text{单用户} \end{cases}$

[0092] 其中,W维度为 $2K*12N$,虚载波生成矩阵W可以预先计算,存为常数查找表。

[0093] F为标准FFT矩阵,为方阵, F_{12N} 即为 $12N*12N$ 的方阵,其他同理,在此不再赘述。

[0094] 其中, $\text{size}(L_1)$ 表示 L_1 的长度。

[0095] I表示单位对角矩阵。

[0096] 可见,通过本步骤,改进了虚载波的生成方式,虚载波生成矩阵的优化最小化目标为:增加虚载波前后,降低原有子载波信道估计的均方误差,在MU-MIMO场景下可以减少时域镜像径的产生,降低信道估计误差。

[0097] S204:应用虚载波生成矩阵W生成虚载波: $\tilde{H} = W\hat{H}$, 其中 $\tilde{H} = \begin{bmatrix} \tilde{H}_0 \\ \tilde{H}_1 \end{bmatrix}$, 分别将 \tilde{H}_0 和

\tilde{H}_1 追加到 \hat{H} 两侧 (即向量 \hat{H} 的首尾), 得到: $H = \begin{bmatrix} \tilde{H}_0 \\ \hat{H} \\ \tilde{H}_1 \end{bmatrix}$ 。

[0098] S205:定义UE数为U,各UE的DMRS循环位移值,得到 n_j^{cs} , 其中 $j=0 \dots U-1$;定义附加移值 α , 尝试计算 α , 使得 $\min \{abs(((n_j^{cs}N + \alpha) \bmod 12N) - 6N)\}$ 最大, α 的取值范围为: 0 至 $12N-1$ 。并利用计算得到的 α 完成H的相位旋转, 得到: $H^r = He^{\frac{2\pi\alpha}{12N}}$ 。

[0099] 其中,计算各UE的DMRS循环位移值可以采用LTE标准规定的现有技术实现,例如采用如下公式计算各UE的DMRS循环位移值: $n^{cs} = (n_{DMRS}^{(1)} + n_{DMRS}^{(2)} + n_{PN}(n_s)) \bmod 12$, 具体不再赘述。

[0100] 本步骤S205使多个UE的时域信道响应分布尽量远离时域轴的中点,使得多个UE的频域信道响应在真实载波与虚载波交界处相位变化最小化。

[0101] 本步骤分析多个UE的循环位移参数,在IDFT之前在频域引入附加相位旋转,使得多用户的CIR排布避开整个时域轴上的中点位置,可以避免具有特殊位移UE的信道估计误差偏大。

[0102] S206:为了减少后续DFT之后信道响应的时域泄露,在上一步骤中得到的频域信道响应 H^r 上加窗 W^h (汉明窗), 具体操作为: $H^w = H^r * W^h$ 。

[0103] 本步骤在IDFT操作前引入频域加窗操作,在DFT操作后无需反加窗操作,频域加窗可以减少时域结果中边缘的吉布斯效应,因此降低由于虚载波的引入带来的时域能量泄露。因为频域加窗过渡位置集中在虚载波,在后续的DFT操作后无需增加反向窗操作。

[0104] S207:利用IDFT计算多UE的时域信道冲击响应: $\hat{h} = IDFT(H^w)$ 。

[0105] S208:在时域信道冲击响应中对每个UE完成如下操作:计算多径位置,加窗抑噪。之后,得到多UE的联合时域信道估计 h , 此操作在时域一次完成所有UE的信道估计,具体地,一次IDFT操作得到所有UE的时域冲击响应,然后对每个UE计算多径位置和加窗抑噪操作,这样就不用多次进行IDFT操作了。

[0106] S209:针对每个UE,在时域完成逆循环移位 (步骤S205的逆过程): $\hat{n}_j^{cs} = (-n_j^{cs}N - \alpha) \bmod (12N)$, 其中 $j=0 \dots U-1$, 此操作中同时去除附加循环位移。

[0107] S210:针对每个UE,去掉窗外的噪声值后完成DFT操作,得到当前UE的频域信道估计 \bar{H}^j , 其中 $j=0 \dots U-1$, 具体操作为 $\bar{H}^j = DFT(h \leftarrow \hat{n}_j^{cs})$, 其中 $h \leftarrow \hat{n}_j^{cs}$ 表示将 h 循环移位 \hat{n}_j^{cs} 。

[0108] 可见,本申请实施例对多UE的CIR处理在一次IDFT操作后统一完成,避免对每个UE进行IDFT操作,降低计算复杂度。

[0109] 下面介绍一下本申请实施例提供的装置。

[0110] 与上述方法相对应地,参见图3,本申请实施例提供了一种信道估计装置,包括:

[0111] 第一单元11,用于确定每一时隙中的解调参考信号所在符号的频域接收数据,并使用多用户设备的解调参考信号发送序列中的基序列,进行初始信道估计,得到频域的信道估计值;

[0112] 第二单元12,用于利用虚载波生成矩阵确定虚载波,并在所述频域的信道估计值的两侧增加的虚载波;其中所述虚载波生成矩阵,是按照虚载波与所述频域的信道估计值的位置关系生成的;

[0113] 第三单元13,用于利用在两侧增加有虚载波的频域的信道估计值,确定多用户设备的联合时域信道估计值。

[0114] 可选地,所述第二单元采用如下公式生成所述虚载波生成矩阵W:

[0115]

$$W = F_{12N+2K}(V, L_0) * F_{12N}^*(M, L_1) * \left(F_{12N}(M, L_1) * F_{12N}^*(M, L_1) + \frac{\text{size}(L_1)}{p} I \right)^{-1}$$

[0116] 其中:

[0117] $V=0 \dots K-1, 12N+K \dots 12N+2K-1$

[0118] $M=0 \dots 12N-1$

[0119] $L_0 = \begin{cases} 0, (12N+2K)/12-1, (12N+2K)/12*2-1 \dots & \text{多用户} \\ 0 \dots (12N+2K)/24-1 & \text{单用户} \end{cases}$

[0120] $L_1 = \begin{cases} 0, N-1, 2N-1 \dots & \text{多用户} \\ 0 \dots N-1 & \text{单用户} \end{cases}$

[0121] N表示多个用户设备复用的上行资源所包含的资源块的个数,K表示在所述频域的信道估计值的每侧增加的虚载波数,p表示虚载波应用的频域信噪比,I表示单位对角矩阵。

[0122] 可选地,所述第二单元采用如下公式,利用所述虚载波生成矩阵确定虚载波 \tilde{H} :

[0123] $\tilde{H} = W\hat{H}$, 其中 $\tilde{H} = \begin{bmatrix} \tilde{H}_0 \\ \tilde{H}_1 \end{bmatrix}$

[0124] 其中,所述 \hat{H} 表示所述频域的信道估计值, \tilde{H}_0 和 \tilde{H}_1 分别表示需要在所述频域的信道估计值的两侧增加的虚载波。

[0125] 可选地,所述第三单元,具体用于:

[0126] 计算各用户设备的解调参考信号的循环位移值 n_j^{cs} ,其中 $j=0 \dots U-1$,U表示用户设备数;

[0127] 计算使得 $\min\{abs(((n_j^{cs}N + \alpha) \bmod 12N) - 6N)\}$ 最大的 α , α 的取值范围为:0至 $12N-1$;

[0128] 利用计算得到的 α 完成H的相位旋转,得到相位旋转后的频域的信道估计值 H^r ,

$H^r = He^{\frac{2\pi\alpha}{12N}}$,其中H表示两侧增加有虚载波的频域的信道估计值,

$$[0129] \quad H = \begin{bmatrix} \tilde{H}_0 \\ \hat{H} \\ \tilde{H}_1 \end{bmatrix};$$

[0130] 利用 H^r 确定多用户设备的联合时域信道估计值。

[0131] 可选地,所述第三单元利用 H^r 确定多用户设备的联合时域信道估计值,具体包括:

[0132] 对所述 H^r 进行加窗 W^h ,得到 H^w , $H^w = H^r \cdot *W^h$;

[0133] 计算 H^w 对应的时域信道冲击响应 $\hat{h} = IDFT(H^w)$;

[0134] 在时域信道冲击响应中对每一用户设备分别计算多径位置、加窗抑噪,得到多个用户设备的联合时域信道估计值 h ;

[0135] 针对每一用户设备,计算逆循环移位值 $\hat{n}_j^{cs} = (-n_j^{cs} N - \alpha) \bmod(12N)$,其中 $j=0 \dots U-1$,并去掉窗外的噪声值后,利用所述逆循环移位值,去除该用户设备的时域信道估计值的附加循环移位值,并转换为频域,最终得到该用户设备的频域信道估计值 $\bar{H}^j = DFT(h \leftarrow \hat{n}_j^{cs})$ 。

[0136] 可选地,所述第三单元针对每一用户设备,采用如下公式确定逆循环移位值 \hat{n}_j^{cs} :

[0137] $\hat{n}_j^{cs} = (-n_j^{cs} N - \alpha) \bmod(12N)$,其中 $j=0 \dots U-1$ 。

[0138] 除了以上装置外,本申请实施例提供了一种计算设备,该计算设备具体可以为桌面计算机、便携式计算机、智能手机、平板电脑、个人数字助理(Personal Digital Assistant,PDA)等。如图4所示,该计算设备可以包括中央处理器(Center Processing Unit,CPU)、存储器、输入/输出设备等,输入设备可以包括键盘、鼠标、触摸屏等,输出设备可以包括显示设备,如液晶显示器(Liquid Crystal Display,LCD)、阴极射线管(Cathode Ray Tube,CRT)等。

[0139] 存储器可以包括只读存储器(ROM)和随机存取存储器(RAM),并向处理器提供存储器中存储的程序指令和数据。在本申请实施例中,存储器可以用于存储本申请实施例提供的信道估计方法的程序。

[0140] 处理器通过调用存储器存储的程序指令,处理器用于按照获得的程序指令执行:确定每一时隙中的解调参考信号所在符号的频域接收数据,并使用多用户设备的解调参考信号发送序列中的基序列,进行初始信道估计,得到频域的信道估计值;利用虚载波生成矩阵确定虚载波,并在所述频域的信道估计值的两侧增加的虚载波;其中所述虚载波生成矩阵,是按照虚载波与所述频域的信道估计值的位置关系生成的;利用在两侧增加有虚载波的频域的信道估计值,确定多用户设备的联合时域信道估计值。

[0141] 本申请实施例提供了一种计算机存储介质,用于储存为上述计算设备所用的计算机程序指令,其包含用于执行上述信道估计方法的程序。

[0142] 所述计算机存储介质可以是计算机能够存取的任何可用介质或数据存储设备,包括但不限于磁性存储器(例如软盘、硬盘、磁带、磁光盘(MO)等)、光学存储器(例如CD、DVD、BD、HVD等)、以及半导体存储器(例如ROM、EPROM、EEPROM、非易失性存储器(NAND FLASH)、固态硬盘(SSD))等。

[0143] 综上所述,本申请实施例提供的技术方案,改进了虚载波的生成方式,即虚载波生成矩阵,是按照虚载波与所述频域的信道估计值的位置关系生成的,利用虚载波生成矩阵

确定虚载波,并在所述频域的信道估计值的两侧增加的虚载波,利用在两侧增加有虚载波的频域的信道估计值,确定多用户设备的联合时域信道估计值,因此通过改进虚载波与原有子载波的相位连续性,从而在多用户设备场景下避免了时域镜像径的产生,降低了信道估计误差。进一步,本申请实施例中通过分析多个UE的循环位移值,在IDFT之前在频域引入附加相位旋转,使得多用户设备的CIR排布避开时域轴上的中点位置,此操作可以避免CIR排布在时域中点附近的UE的信道估计结果误差偏大。进一步,本申请实施例中,在IDFT操作前引入频域加窗操作,可以降低由于虚载波的引入带来的时域能量泄露问题,可以保证信道估计的准确性的提高。

[0144] 本领域内的技术人员应明白,本申请的实施例可提供为方法、系统、或计算机程序产品。因此,本申请可采用完全硬件实施例、完全软件实施例、或结合软件和硬件方面的实施例的形式。而且,本申请可采用在一个或多个其中包含有计算机可用程序代码的计算机可用存储介质(包括但不限于磁盘存储器和光学存储器等)上实施的计算机程序产品的形式。

[0145] 本申请是参照根据本申请实施例的方法、设备(系统)、和计算机程序产品的流程图和/或方框图来描述的。应理解可由计算机程序指令实现流程图和/或方框图中的每一流程和/或方框、以及流程图和/或方框图中的流程和/或方框的结合。可提供这些计算机程序指令到通用计算机、专用计算机、嵌入式处理机或其他可编程数据处理设备的处理器以产生一个机器,使得通过计算机或其他可编程数据处理设备的处理器执行的指令产生用于实现在流程图一个流程或多个流程和/或方框图一个方框或多个方框中指定的功能的装置。

[0146] 这些计算机程序指令也可存储在能引导计算机或其他可编程数据处理设备以特定方式工作的计算机可读存储器中,使得存储在该计算机可读存储器中的指令产生包括指令装置的制造品,该指令装置实现在流程图一个流程或多个流程和/或方框图一个方框或多个方框中指定的功能。

[0147] 这些计算机程序指令也可装载到计算机或其他可编程数据处理设备上,使得在计算机或其他可编程设备上执行一系列操作步骤以产生计算机实现的处理,从而在计算机或其他可编程设备上执行的指令提供用于实现在流程图一个流程或多个流程和/或方框图一个方框或多个方框中指定的功能的步骤。

[0148] 显然,本领域的技术人员可以对本申请进行各种改动和变型而不脱离本申请的精神和范围。这样,倘若本申请的这些修改和变型属于本申请权利要求及其等同技术的范围之内,则本申请也意图包含这些改动和变型在内。

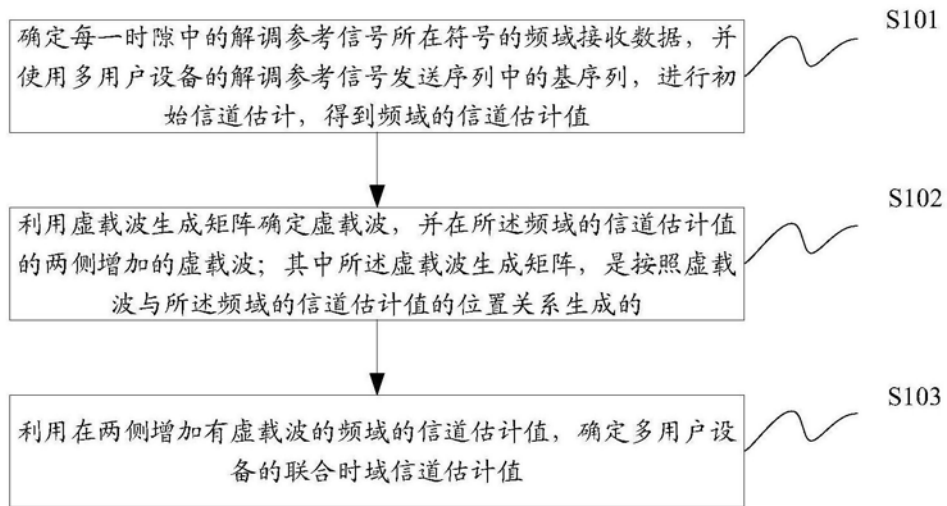


图1

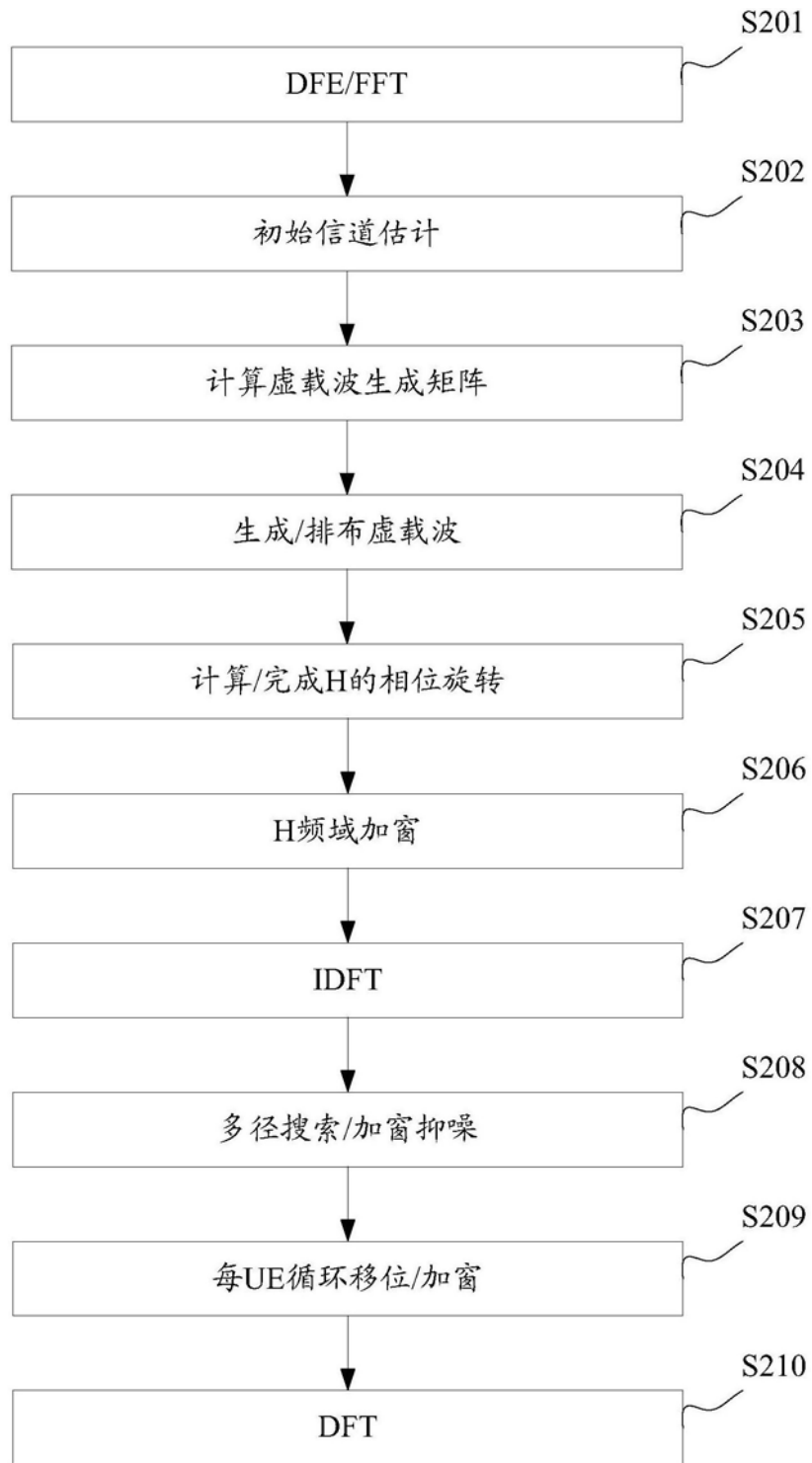


图2

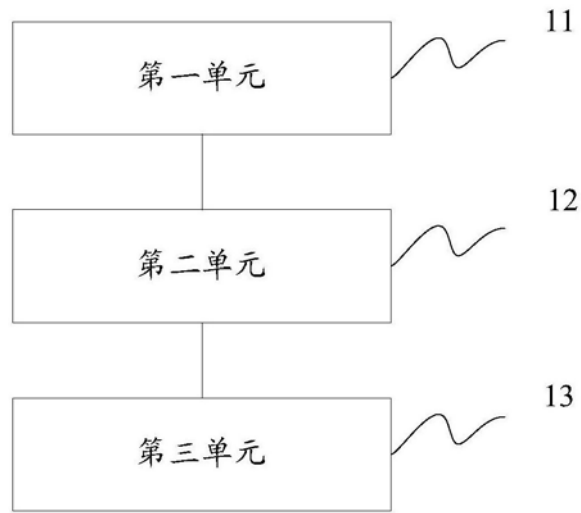


图3

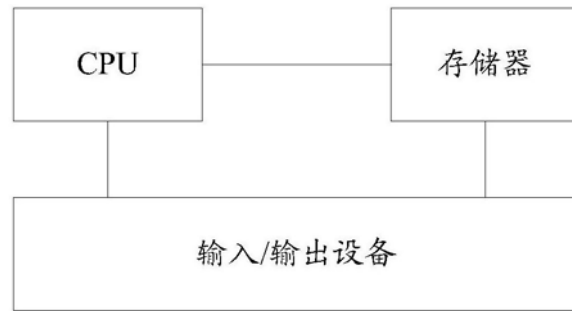


图4