



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105409134 A

(43) 申请公布日 2016. 03. 16

(21) 申请号 201480014484. 3

(22) 申请日 2014. 04. 08

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2015. 09. 11

(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/EP2014/057097 2014. 04. 08

(87) PCT国际申请的公布数据
W02015/154800 EN 2015. 10. 15

(71) 申请人 华为技术有限公司
地址 518129 广东省深圳市龙岗区坂田华为
总部办公楼

(72) 发明人 陈建军 胡沙
弗雷德里克·鲁塞克

(51) Int. Cl.
H04B 7/06(2006. 01)
H04B 17/373(2015. 01)

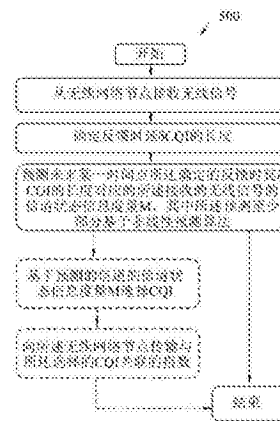
权利要求书2页 说明书17页 附图4页

(54) 发明名称

无线通信网络中的方法与网络节点

(57) 摘要

用于预测无线通信网络 (100) 中下行链路信道的信道状态信息度量 M 的移动台 (120), 以及其中的方法 (500)。所述移动台 (120) 包括: 接收器 (610), 用于接收来自所述下行链路信道上的无线网络节点 (110) 的无线信号; 处理器 (620), 用于确定反馈时延 δ_{CQI} 的长度; 以及用于预测未来某一时间点所述确定的反馈时延 δ_{CQI} 的长度对应的在其上接收无线信号的信道的信道状态信息度量 M, 其中所述预测至少部分基于非线性预测算法。



1. 移动台 (120) 用于预测无线通信网络 (100) 中下行链路信道的信道状态信息度量 M , 其特征在于, 所述移动台 (120) 包括:

接收器 (610), 用于接收来自所述下行链路信道上的无线网络节点 (110) 的无线信号;

处理器 (620), 用于确定反馈时延 δ_{CQI} 的长度, 以及用于预测未来某一时间点所述确定的反馈时延的长度 δ_{CQI} 对应的在其上接收无线信号的信道的信道状态信息度量 M , 其中所述预测至少部分基于非线性预测算法。

2. 根据权利要求 1 的所述移动台 (120), 其特征在于, 所述处理器 (620) 用于基于非线性预测算法预测所述信道状态信息度量包括:

收集所述下行链路信道的信道状态信息度量数据, 以在训练数据期间用作训练数据;

在期间内基于所述收集的训练数据估算条件概率分布函数 p ;

基于所述估算的条件概率分布函数 p , 计算所述未来某一时间点所述确定的反馈时延 δ_{CQI} 的长度对应的所述预测的信道状态信息度量 M 。

3. 根据权利要求 2 的所述移动台 (120), 其特征在于, 所述条件概率分布函数 p 的估算方式为:

$$p(\bar{M}[t + \delta_{\text{CQI}}] | \{\bar{M}[t], \bar{M}[t - 1], \dots, \bar{M}[t - L]\}),$$

其中 \bar{M} 是平均信道状态信息度量, δ_{CQI} 是确定的反馈时延, L 是几毫秒或几十毫秒区间内的整数。

4. 根据权利要求 2 的所述移动台 (120), 其特征在于, 所述条件概率分布函数 p 的估算方式为:

$$p(\bar{M}[t + \delta_{\text{CQI}}] | \{\bar{M}[t], \bar{M}[t - L_0], \bar{M}[t - 2L_0]\}),$$

其中 \bar{M} 是平均信道状态信息度量, δ_{CQI} 是确定的反馈时延, L_0 是 $0 \leq L_0 \leq 10$ 区间内的整数。

5. 根据权利要求 2 的所述移动台 (120), 其特征在于, 所述条件概率分布函数 p 的估算方式为:

$$p(\bar{M}[t + \delta_{\text{CQI}}] | \bar{M}[t], \bar{M}[t - L_0]),$$

其中 \bar{M} 是平均信道状态信息度量, δ_{CQI} 是确定的反馈时延, L_0 是 $0 \leq L_0 \leq 10$ 区间内的整数。

6. 根据权利要求 3 至 5 中任一项的所述移动台 (120), 其特征在于, L_0 是 $3 \leq L_0 \leq 5$ 区间内的整数。

7. 根据权利要求 1 至 6 中任一项的所述移动台 (120), 其特征在于, 所述处理器 (620) 还用于通过运行量化函数 Q 将信道状态度量值量化入载体, 这样连续的条件概率分布函数 p 就会离散开来。

8. 根据权利要求 7 的所述移动台 (120), 其特征在于, 所述条件平均数的计算公式为:

$$\sum_{i=1}^{\text{NBIN}} p(Q(\bar{M}[t + \delta_{\text{CQI}}]) = Q_i | Q(\bar{M}[t]), Q(\bar{M}[t - L_0])) \times Q_i,$$

其中 $Q()$ 是量化函数; Q_i 是各量化载体各自的中心; NBIN 是量化载体的数量。

9. 根据权利要求 1 至 8 中任一项的所述移动台 (120), 其特征在于, 所述信道状态信息

度量M包括以下任一项:交互信息(MI),有效指数信干噪比映射(EESM),接收比特互信息率(RBIR),信噪比(SNR),有效信噪比,或与下行链路信道质量相关的类似度量。

10. 根据权利要求1至9中任一项的所述移动台(120),其特征在于,所述处理器(620)还用于基于预测的信道的信道状态信息度量M选择信道质量指示;其中所述移动台(120)还包括发射器(630),用于向所述无线网络节点(110)传输与所述选择的信道质量指示关联的指数。

11. 根据权利要求1至10中任一项的所述移动台(120),其特征在于,当所述非线性预测算法因训练数据期间的训练数据不足而无法执行时,所述处理器(620)还用于基于线性预测算法预测信道状态信息度量M。

12. 移动台(120)中用于预测无线通信网络(100)中下行链路信道的信道状态信息度量M的方法(500),其特征在于,所述方法(500)包括:

接收(501)来自所述下行链路信道上的无线网络节点(110)的无线信号;

确定(502)反馈时延 δ_{cqi} 的长度;

预测(503)未来某一时间点所述确定的反馈时延 δ_{cqi} 的长度对应的在其上接收无线信号的信道的信道状态信息度量M,其中所述预测至少部分基于非线性预测算法。

13. 根据权利要求12的所述方法(500),其特征在于,所述基于非线性预测算法预测(503)信道状态信息度量M包括:

收集所述下行链路信道的信道状态信息度量数据,以在训练数据期间用作训练数据;

在期间内基于所述收集的训练数据估算条件概率分布函数p;

基于所述估算的条件概率,计算所述未来某一时间点所述确定(502)的反馈时延 δ_{cqi} 的长度对应的所述预测的信道状态信息度量M。

14. 根据权利要求13的所述方法(500),其特征在于,所述条件概率分布函数p包括:

$$p(\bar{M}[t + \delta_{cqi}] | \{\bar{M}[t], \bar{M}[t-1], \dots, \bar{M}[t-L]\}),$$

其中 \bar{M} 是平均信道状态信息度量, δ_{cqi} 是确定的反馈时延,L是几毫秒或几十毫秒区间内的整数。

15. 根据权利要求13的所述方法(500),其特征在于,所述条件概率分布函数p包括:

$$p(\bar{M}[t + \delta_{cqi}] | \{\bar{M}[t], \bar{M}[t-L_0], \bar{M}[t-2L_0]\}),$$

其中 \bar{M} 是平均信道状态信息度量, δ_{cqi} 是确定的反馈时延, L_0 是 $0 \leq L_0 \leq 10$ 区间内的整数。

无线通信网络中的方法与网络节点

技术领域

[0001] 本文描述的实现总体涉及移动台以及移动台的方法,尤其描述了用于预测无线通信网络中无线网络节点的下行链路信道的信道状态信息度量的机制。

背景技术

[0002] 移动台,也称用户设备 (UE)、无线终端、和/或移动终端,用于在无线通信网络(有时也指蜂窝无线电系统)中进行无线通信。可以通过无线接入网络 (RAN) 以及可能一个或多个核心网,在例如用户设备间、用户设备与有线电话间和/或用户设备与服务器间进行通信。无线通信可以包括各种各样的通信业务,例如语音、消息、数据包、视频、广播等。

[0003] 移动台还可以指具有无线功能的移动电话、蜂窝电话、平板电脑或笔记本电脑等。本文中的移动台可以是,例如,便携式移动设备、口袋存储式移动设备、手提式移动设备、配有计算机的移动设备或车载移动设备,它们通过无线接入网络与其他实体,例如其他移动台、静态实体或服务器,进行语音和/或数据通信。

[0004] 无线通信网络覆盖了一个分成小区区域的地理区域,每个小区区域由无线网络节点、网络节点或基站服务,基站例如可以是无线基站 (RBS) 或基站收发信台 (BTS)。根据所用技术和/或术语,基站在一些网络中可以指“eNB”、“eNodeB”、“NodeB”或“B node”。

[0005] 有时,“小区”可以用来指无线网络节点本身。然而,小区在一般术语中也可以用来指由基站站点上的无线网络节点提供了无线覆盖的地理区域。处于基站站点的一个网络节点可以服务一个或数个小区。无线网络节点可以与任何移动台通过在无线频率运行的空口在各自的无线网络节点范围内进行通信。

[0006] 在一些无线接入网络中,几个网络节点可以通过,例如固网或者微波,连接到例如通用移动通信系统 (UMTS) 的无线网络控制器 (RNC) 上。RNC,有时也称基站控制器 (BSC) (例如在 GSM 中),它可以管理并协调多个连接到其上的无线网络节点的各种活动。GSM 是 Global System for Mobile Communications 的缩写(原作:Groupe Spécial Mobile)。

[0007] 在第三代合作伙伴项目 (3GPP) 的长期演进技术 (LTE) 中,无线网络节点(可以指 eNodeB 或 eNB) 可以与网关连接,如无线接入网关,从而与一个或多个核心网相连。LTE 基于 GSM/EDGE 与 UMTS/HSPA 网络技术,通过利用一个不同的无线接口以及改良的核心网提高了网络容量与速度。

[0008] LTE - Advanced,也即 LTE Release 10 以及之后发行的版本,旨在以经济的方式提供更高的比特率,同时完全满足国际电信联盟 (ITU) 对国际移动通信 (IMT)-Advanced,也称 4G(即第四代)的要求。

[0009] 本文中,下行链路、下游链路、或者前向链路可以用做从无线网络节点到移动台的传输路径。上行链路、上游链路、或者反向链路可以用做反向传输路径,也即从移动台到无线网络节点的路径。

[0010] 3G 与 4G 移动系统支持基于信道条件的链路自适应。例如,在 LTE 中,移动台向无线网络节点/eNodeB 上报信道状态信息 (CSI),这样当无线网络节点/eNodeB 通过下行链路

信道向移动台传输数据时,无线网络节点 /eNodeB 能够选择一个合适的方案。

[0011] LTE 标准化文档 1 定义了三个质量指标,它们可以作为下行链路的传输质量的基准,且可由移动台测量并在 CSI 报告中向无线网络节点上报。这三个质量指标是信道质量指示 (CQI)、预编码矩阵指示 (PMI) 以及秩指示 (RI)。

[0012] CQI 是 0 到 15 间的指数,指示正在分析的信道的误块率 (BLER) 不会超过 10% 时的最大调制编码率。

[0013] PMI 是指用于闭环空间复用模式的最佳预编码矩阵。

[0014] RI 是一个度量,指传输的下行信号的最佳等级。

[0015] 移动台可以测量这三个指标的中任一、部分或所有的指标,向无线网络节点上行传输此信息,该无线网络节点之后可以相应调整下行链路中的信号传输(虽然这不是强制的)。移动台的信道质量测量和 CQI/PMI/RI 估算方法是针对性实施的。因此,制造商 / 芯片制造者在算法和实施方式上有一定的自由。

[0016] 在 LTE 系统中,有一个 CQI 反馈时延 δ_{CQI} ,例如可以是 8 毫秒长。这个时延 δ_{CQI} 是移动台报告某一 CQI 的时刻与无线网络节点根据报告的 CQI (可能并不是与所报告的完全相同) 向所述移动台传输数据的时刻之间的时间差。由于存在这个 CQI 反馈时延,以及因为移动台与无线网络节点间的信道不断变化,基于时间为 t 时的信道信息的最优选 CQI 指数,在时间为 $t + \delta_{\text{CQI}}$ 时将不是最优。参见图 1 与图 2,其中说明了这个问题。

[0017] 图 1 示出了一般链路自适应过程的例子;图 2 示出了在移动台速度为 10km/h 时,多普勒频率 ~ 20Hz 对应的信道变化、CQI 反馈时延,以及 EPA 信道。

[0018] 可以理解的是,在图 2 中,当多普勒频率很小时,这种不需处理 CQI 时延的 CQI 报告仍然运作良好。没有应用信道预测时,若多普勒频率 (单位:Hz) 与 CQI 时延 (单位:秒) 的乘积小于 0.01,可以很好的进行链路自适应。否则,可能不能很好的进行快速链路自适应,某一期间内基于平均信噪比 (SNR) 的自适应可能更好进行且应该得以应用。即,当 LTE 下行链路的 CQI 时延为例如 8 毫秒时,若想进行快速链路自适应,多普勒频率应约为 1 ~ 2Hz。这是非常严格的限制,因为行人携带的移动台的多普勒频率约为 5 ~ 10Hz。因为边走边对移动台说话是非常频繁的用户行为,放松限制将非常有价值,这样就可以应用快速链路自适应,在步行速度对应的多普勒频率范围中可以达到吞吐量增益。

[0019] 例如线性回归,以及更加复杂的三次样条曲线预测法和线性最小均方误差 (MMSE) 预测法等不同的方法已用于进行信道度量预测。

[0020] 现有技术采用短期平均值与一阶自适应无限冲击响应 (IIR) 滤波器进行预测。移动台速度高时,更适合使用这种滤波器进行预测。在高速移动台场景中,CQI 反馈时延比信道相干时间大很多。然而,短期平均与一阶自适应 IIR 滤波器不适用于在移动台步行速度或低于移动台步行速度时的预测,因为对应步行速度或更慢的速度,在低多普勒频率上的预测效果会变差。

[0021] 同时,关于短期平均、线性预测、三次样条外推法、维纳滤波器预测、以及外推与短期平均的加权总和法也已有研究。

[0022] 线性回归预测法是使用简单数学表达式的直接预测法。当移动台的多普勒频率很低时,例如多普勒频率在 2Hz 以下时,该方法的效果很好。然而,当多普勒频率增大时,该方法的效果很快变差了。此外,变化趋势在峰值和谷值变化时,该方法存在过冲的问题。

[0023] 用来预测信干噪比 (SINR) 的三次样条外推法已经研究。三次样条曲线具有良好的插值效果。然而,其外推效果总体而言不尽如人意。这种情况有多重原因。第一,与边界条件对插值效果有有限的影响的插值法不同,边界条件设置对外推效果有很大影响,尤其当预测长度更长时(所述边界条件设置包括如何在端点设置导数)。第二,当数据观测值中有噪音时,插值法中噪音的影响有限,然而外推法中噪音的影响很大,尤其是在端点的噪音。因此,此方法不适合用于信道预测。

[0024] 实际上,信道信息在时间上是相关的。因此,若已知相关系数,可以基于最新的信道信息估算/预测未来的信道信息。这样,MMSE 方案是一个可能的方法。所述预测可能基于信道响应、SINR、资源块信息率 (RBIR),交互信息 (MI),有效指数信干噪比映射 (EESM) 等度量。

[0025] MMSE 预测法可以直接应用于其他之前提及的类似度量的预测。短期内,例如 1 秒内,可以假设子帧的度量值形成了一个稳态过程。然后,这个过程的自相关可以计算,形成 Yule-Walker 方程系统来预测度量。第一,样本窗口的样本自相关系数 $t-T_0, t$ 的计算方式如下:

$$[0026] \quad \gamma(t, \tau) = E\{(\bar{M}[t_0] - M_{\text{mean}})(\bar{M}[t_0 + \tau] - M_{\text{mean}})\}, t_0 \in [t - T_0, t - \tau],$$

[0027] 其中 M_{mean} 是几秒钟长的抽样区间内的度量 M 的平均值。

[0028] 阶数为 p 的维纳滤波器的预测度量值的计算方式为:

$$[0029] \quad \bar{M}(t + p) = \sum_{l=0}^{p-1} w(l) \bar{M}[t - l] + M_{\text{mean}},$$

[0030] 其中预测滤波器通过 Yule-Walker 方程计算,即:

$$[0031] \quad w = R^{-1}r,$$

[0032] 其中预测滤波器系数 w 为:

$$[0033] \quad w = [w(0), w(1), \dots, w(p-1)]^T$$

[0034] 自相关矩阵 R 为:

$$[0035] \quad R = \begin{pmatrix} \gamma(t,0) & \gamma(t,1) & \dots & \gamma(t,p-1) \\ \gamma(t,1) & \gamma(t,0) & \dots & \gamma(t,p-2) \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \gamma(t,p-1) & \gamma(t,p-2) & \dots & \gamma(t,0) \end{pmatrix}$$

[0036] r 为:

$$[0037] \quad r = [\gamma(t, \delta_{\text{cqi}}), \gamma(t, \delta_{\text{cqi}+1}), \dots, \gamma(t, \delta_{\text{cqi}+p-1})]^T.$$

[0038] 这个基于线性 MMSE 的 M 预测法的效果可能取决于许多因素:若历史度量值与所要预测时间的未来度量值的相关性很强,那么预测效果就好。然而,这与多普勒频率以及 δ_{cqi} 值直接相关,较大的多普勒频率或较大的 δ_{cqi} 值会使预测效果较差。样本自相关的准确性会影响效果。要获得更准确的样本相关性,信道度量必须在足够长一段时间内保持稳态,这样就有足够的样本来估算收集的自相关系数了。再次,这需要低多普勒频率,以及更多条件,以满足稳态条件。当多普勒频率很大或 δ_{cqi} 很大时,相关矢量 r 会趋近零。此时,预测度量值会趋近短期平均值。这会产生直观意义,因为从最新度量值中,由于小的关联,没有得出关于在未来时间的预测的度量值的结论。进一步地,所述效果也取决于滤波器阶数 p 的选择。所述滤波器阶数 p 可以介于 5 与 20 之间。当滤波器阶数 p 小的时候,没有充分的

信息用于预测,而当阶数大时,复杂性会变大,对矩阵的逆运算来说,尤其如此。

[0039] 总而言之,不同的现有技术方案的不足之处、局限及问题在于,对应速度低于10km/h的移动台,低多普勒频率下的短期预测平均的预测效果不好。

[0040] 由于信道衰落,线性回归预测法不适合非静态移动台。此外,线性回归预测法会有过冲的问题,因为它在衰落峰值的时刻的预测值通常高于峰值,在衰落谷值的时刻的预测值通常低于谷值。

[0041] 三次样条预测法对端点条件非常敏感,因此除了移动台极低速与极低噪音情况下,该方法不能令人满意。

[0042] 线性 MMSE 预测法,仍然会有过冲的问题。此外,移动台侧的信道变化导致这些不同的度量也随时间发生变化,这些不同度量的变化事实上并非真正的线性变化,因此线性法事实上是不够好的。

[0043] 因此,不存在令人满意的解决方案解决与 CQI 反馈时延 δ_{CQI} 相关的问题,以为步行速度下的移动台启动链路自适应。

发明内容

[0044] 本发明旨在消除前述的至少部分不利之处,预测无线通信网络中无线网络节点的下行链路信道的信道状态信息度量。

[0045] 该目的以及其他目的是通过所附的独立权利要求的特征来实现的。根据附属权利要求、描述以及附图,进一步的实施形式是显而易见的。

[0046] 第一方面提供了一个移动台,用于预测无线通信网络中无线网络节点的下行链路信道的信道状态信息度量。所述移动台包括一个接收器,用于接收来自所述下行链路信道上的无线网络节点的无线信号。进一步地,所述移动台也包括一个处理器,用于确定反馈时延的长度;以及预测未来某一时间点所述确定的反馈时延的长度对应的所述在其上接收无线信号的信道的信道状态信息度量,其中所述预测至少部分基于非线性预测算法。

[0047] 通过利用预测信道状态信息度量的非线性预测算法,对所述信道状态度量变化的预测更加精确,尤其当移动台的用户以步行速度移动时。通过预测未来某一时间点对应于反馈时延长度的信道状态信息度量,所述移动台能基于预测的未来信道状态提供反馈,从而能改善链路自适应。因为无线网络节点可以使调制方案编码率适应预测的信道状态,比根据传统的信道状态预测方法预测的信道状态更接近真实的信道状态,使重传更少且吞吐量更高。

[0048] 根据第一方面,在所述移动台的第一种可能的实施中,所述处理器可以用于基于非线性预测算法,通过收集下行链路信道的信道状态度量数据预测信道状态信息度量,以用做训练数据期间的训练数据。进一步地,所述处理器可以用于基于收集的训练数据在一个期间内估算条件概率分布函数。再进一步地,所述处理器可以用于基于估算的条件概率分布函数,计算所述确定的反馈时延的长度对应的未来某一时间点的预测的信道状态信息度量。

[0049] 收集包括历史信道状态信息的训练数据的优势是,可能计算出所述确定的反馈时延的长度对应的未来某一时间点的概率分布函数条件期望值,以改善所述信道状态信息度量的预测。

[0050] 根据第一方面或第一方面的第一种可能的实施,在所述移动台第二种可能的实施中,所述条件概率分布函数的估算方式为:

$p(\bar{M}[t + \delta_{CQI}] | \{\bar{M}[t], \bar{M}[t-1], \dots, \bar{M}[t-L]\})$, 其中 \bar{M} 是平均信道状态信息度量, δ_{CQI} 是确定的反馈时延, L 是几毫秒或几十毫秒的区间内的整数。

[0051] 从而改善未来某一时时间点的所述信道状态度量的预测。

[0052] 根据第一方面或第一方面的前述任一的实施,在所述移动台的第三种可能的实施中,所述条件概率分布函数的估算方式为:

$p(\bar{M}[t + \delta_{CQI}] | \{\bar{M}[t], \bar{M}[t-L_0], \bar{M}[t-2L_0]\})$, 其中 \bar{M} 是平均信道状态信息度量, δ_{CQI} 是确定的反馈时延, L_0 是 $0 \leq L_0 \leq 10$ 区间内的整数。

[0053] 通过对信道状态度量序列进行几次下采样,也可以根据可用的有限训练数据计算信道状态信息度量。同时,由于计算的简化,可以避免估算连续条件概率分布函数时可能引起的困难。

[0054] 根据第一方面或第一方面的前述任一的实施,在所述移动台的第四种可能的实施中,所述条件概率分布函数的估算方式为: $p(\bar{M}[t + \delta_{CQI}] | \bar{M}[t], \bar{M}[t-L_0])$, 其中 \bar{M} 是平均信道状态信息度量, δ_{CQI} 是确定的反馈时延, L_0 是 $0 \leq L_0 \leq 10$ 区间内的整数。

[0055] 通过对信道状态度量序列进行几次下采样,也可以根据可用的有限训练数据计算信道状态信息度量。同时,由于计算的简化,可以避免估算连续条件概率分布函数时可能引起的困难。

[0056] 根据第一方面或第一方面的前述任一的实施,在所述第一网络节点的第五种可能实施中, L_0 可以是 $3 \leq L_0 \leq 5$ 区间内的整数。

[0057] 从而简化连续的条件概率分布函数的估算。

[0058] 根据第一方面或第一方面的前述任一的实施,在所述移动台的第六种可能的实施中,所述处理器还可以用于通过运行量化函数将信道状态度量值量化入载体,这样连续的条件概率分布函数就会离散开来。

[0059] 此实施的又一优势包括高效地实现了非线性预测方法。

[0060] 根据第一方面或第一方面的前述任一的实施,在所述移动台的第七种可能的实施中,条件均值的计算方式为:

$$[0061] \quad \sum_{i=1}^{NBIN} p(Q(\bar{M}[t + \delta_{CQI}]) = Q_i | Q(\bar{M}[t]), Q(\bar{M}[t-L_0])) \times Q_i,$$

[0062] 其中 $Q(\)$ 是量化函数; Q_i 是各量化载体各自的中心; $NBIN$ 是量化载体的数量。

[0063] 此实施的又一优势包括高效地实现了非线性预测方法,同时进一步降低了计算复杂度。

[0064] 根据第一方面或第一方面的前述任一的实施,在所述移动台的第八种可能的实施中,所述信道状态度量包括以下任意一项:交互信息(MI),有效指数信干噪比映射(EESM),接收比特交互信息率(RBIR),信噪比(SNR),有效信噪比,或与下行链路信道质量相关的类似度量。

[0065] 通过利用已知度量来确定所述下行链路的信道状态,以将所述预测的信道状态信

息度量与信道质量指示进行映射,促进了所述方法的实施。

[0066] 根据第一方面或第一方面的前述任一的实施,在所述移动台的第九种可能的实施中,所述处理器还用于基于预测的信道的信道状态信息度量选择信道质量指示(CQI);其中所述移动台还包括发射器,用于向所述无线网络节点传输与所述选择的信道质量指示(CQI) 关联的指数。

[0067] 通过利用已知度量来确定所述下行链路的信道状态,以将所述预测的信道状态信息度量与信道质量指示(CQI) 进行映射,促进了所述方法的实施。进一步地,通过向所述无线网络节点传输与所述选择的信道质量指示(CQI) 关联的指数,所述无线网络节点使用最小带宽获得来自移动台的关于信道质量的反馈。

[0068] 根据第一方面或第一方面的前述任一的实施,在所述移动台的第十种可能的实施中,所述处理器还用于,当非线性预测算法因训练数据期间的训练数据不足而无法执行时,基于线性预测算法预测信道状态信息度量。

[0069] 当训练数据量太少时,优势是将所述线性预测算法作为备用方案与所述非线性预测算法相结合。从而优化了稳健性,达到更好的效果。

[0070] 第二方面,提供了用于移动台的方法。所述方法旨在预测无线通信网络中无线网络节点的下行链路信道的信道状态信息度量。所述方法包括接收来自所述下行链路信道上的无线网络节点的无线信号。同时,所述方法还包括确定反馈时延的长度。此外,所述方法还包括预测未来某一时间点所述确定的反馈时延的长度对应的在其上接收无线信号的信道的信道状态信息度量,其中所述预测至少部分基于非线性预测算法。

[0071] 通过利用预测信道状态信息度量的非线性预测算法,对所述信道状态度量变化的预测更加精确,尤其当移动台的用户以步行速度移动时。通过预测未来某一时间点对应于反馈时延长度的信道状态信息度量,所述移动台能基于预测的未来信道状态提供反馈,从而能改善链路自适应。因为无线网络节点可以使调制方案编码率适应预测的信道状态,比根据传统的信道状态预测方法预测的信道状态更接近真实的信道状态,使重传更少且吞吐量更高。

[0072] 根据第二方面,在所述方法的第一种可能的实施中,所述基于非线性预测算法的信道状态信息度量的预测可以包括收集所述下行链路信道的信道状态信息度量数据,以在训练数据期间用作训练数据。同时,所述非线性预测算法可以进一步地包括在期间内基于所述收集的训练数据估算条件概率分布函数。此外,所述非线性预测算法可以包括基于估算的条件概率,计算所述确定的反馈时延的长度对应的未来某一时间点的预测的信道状态信息度量。

[0073] 收集包括历史信道状态信息的训练数据的优势是,可能计算出所述确定的反馈时延的长度对应的未来某一时间点的概率分布函数条件期望值,以改善所述信道状态信息度量的预测。

[0074] 根据第二方面或第二方面的前述任一的实施,在所述方法的第二种可能的实施中,所述条件概率分布函数可以包括: $p(\bar{M}[t + \delta_{CQI}]|\{\bar{M}[t], \bar{M}[t - 1], \dots, \bar{M}[t - L]\})$,其中 \bar{M} 是平均信道状态信息度量, δ_{CQI} 是确定的反馈时延,L是几毫秒或几十毫秒区间内的整数。

[0075] 从而改善未来某一时时间点的所述信道状态度量的预测。

[0076] 根据第二方面或第二方面的前述任一的实施,在所述方法的第三种可能的实施中,所述条件概率分布函数可以包括:

$p(\bar{M}[t + \delta_{CQI}] | \{\bar{M}[t], \bar{M}[t - L_0], \bar{M}[t - 2L_0]\})$,其中 \bar{M} 是平均信道状态信息度量, δ_{CQI} 是确定的反馈时延, L_0 是 $0 \leq L_0 \leq 10$ 区间内的整数。

[0077] 通过对信道状态度量序列进行几次下采样,也可以根据可用的有限训练数据计算信道状态信息度量。同时,由于计算的简化,可以避免估算连续条件概率分布函数时可能引起的困难。

[0078] 根据第二方面或第二方面的前述任一的实施,在所述方法的第四种可能的实施中,所述条件概率分布函数可以包括: $p(\bar{M}[t + \delta_{CQI}] | \bar{M}[t], \bar{M}[t - L_0])$,其中 \bar{M} 是平均信道状态信息度量, δ_{CQI} 是确定的反馈时延, L_0 是 $0 \leq L_0 \leq 10$ 区间内的整数。

[0079] 通过对信道状态度量序列进行几次下采样,也可以根据可用的有限训练数据计算信道状态信息度量。同时,由于计算的简化,可以避免估算连续条件概率分布函数时可能引起的困难。

[0080] 根据第二方面或第二方面的前述任一的实施,在所述方法的第五种可能实施中, L_0 可以是 $3 \leq L_0 \leq 5$ 区间内的整数。

[0081] 从而简化连续的条件概率分布函数的估算。

[0082] 根据第二方面或第二方面的前述任一的实施,在所述方法的第六种可能的实施中,所述方法还可以包括通过运行量化函数将信道状态度量值量化入载体,这样连续的条件概率分布函数就会离散开来。

[0083] 此实施的又一优势包括高效地实现了非线性预测方法。

[0084] 根据第二方面或第二方面的前述任一的实施,在所述方法的第七种可能的实施中,条件均值的计算方式可以为: $\sum_{i=1}^{NBIN} p(Q(\bar{M}[t + \delta_{CQI}]) = Q_i | Q(\bar{M}[t]), Q(\bar{M}[t - L_0])) \times Q_i$,其中 $Q(\)$ 是量化函数; Q_i 是各量化载体各自的中心; $NBIN$ 是量化载体的数量。

[0085] 此实施的又一优势包括高效地实现了非线性预测方法,同时进一步降低了计算复杂度。

[0086] 根据第二方面或第二方面的前述任一的实施,在所述方法的第八种可能的实施中,所述信道状态信息度量可以包括以下任意一项:交互信息(MI),有效指数信干噪比映射(EESM),接收比特交互信息率(RBIR),信噪比(SNR),有效信噪比,或与下行链路信道质量相关的类似度量。

[0087] 优势是促进了所述方法的实施。

[0088] 根据第二方面或第二方面的前述任一的实施,在所述方法的第九种可能的实施中,所述方法还可以包括基于预测的信道的信道状态信息度量选择信道质量指示(CQI);以及向所述无线网络节点传输与所述选择的信道质量指示(CQI)关联的指数。

[0089] 通过利用已知度量来确定所述下行链路的信道状态,以将所述预测的信道状态信息度量与信道质量指示进行映射,促进了所述方法的实施。进一步地,通过向所述无线网络节点传输与所述选择的信道质量指示关联的指数,所述无线网络节点使用最小带宽获得来

自移动台的关于信道质量的反馈。

[0090] 根据第二方面或第二方面的前述任一的实施,在所述方法的第十种可能的实施中,当非线性预测算法因训练数据期间的训练数据不足而无法执行时,所述信道状态信息度量的预测还可以基于线性预测算法。

[0091] 当训练数据量太少时,优势是将所述线性预测算法作为备用方案与所述非线性预测算法相结合。从而优化了稳健性,达到更好的效果。

[0092] 又一方面,提供了用于移动台中的包括存有程序代码的计算机可读取存储介质的计算机程序产品。所述计算机程序产品旨在预测无线网络中无线网络节点的下行链路信道的信道状态信息度量。所述程序代码包括执行方法的指令,方法包括接收来自所述下行链路信道上的无线网络节点的无线信号;确定反馈时延的长度;以及预测未来某一时间点所述确定的反馈时延的长度对应的在其上接收无线信号的信道的信道状态信息度量,其中所述预测至少部分基于非线性预测算法。

[0093] 通过利用预测信道状态信息度量的非线性预测算法,对所述信道状态度量变化的预测更加精确,尤其当移动台的用户以步行速度移动时。通过预测未来某一时间点对应于反馈时延长度的信道状态信息度量,所述移动台能基于预测的未来信道状态提供反馈,从而能改善链路自适应。因为无线网络节点可以使调制方案编码率适应预测的信道状态,比根据传统的信道状态预测方法预测的信道状态更接近真实的信道状态,使重传更少且吞吐量更高。从而在所述无线网络中提供改善的效果。

[0094] 根据以下具体描述,其他目的、优势以及新特性将是显而易见的。

附图说明

[0095] 结合附图对本发明各实施例进行了更加详细的描述,附图示出了本发明实施例的举例,其中:

[0096] 图 1 是根据现有技术的移动台与无线网络节点之间的通信以及反馈时延的图;

[0097] 图 2 是根据现有技术说明下行链路信道变化与反馈时延的图;

[0098] 图 3 是一个实施例的无线通信网络的方块图;

[0099] 图 4 是一个实施例的移动台中的方法的流程图;

[0100] 图 5 是一个实施例的移动台中的方法的流程图;

[0101] 图 6 是一个实施例的移动台的方块图。

具体实施方式

[0102] 本发明实施例定义了移动台以及移动台的方法,可以在以下描述的实施例中实施。然而,这些实施例可以以许多不同的方式例证并实现,不限于此处所举之例;更确切地说,提供这些实施例的示例以使本发明彻底完整披露。

[0103] 结合附图,在以下具体描述中,其他目的与特征是显而易见的。然而,应当理解的是附图仅仅为了说明,而不能作为对实施例的限制;对于实施例,应参考所附权利要求。进一步地,附图不一定按照比例绘制,除非另有说明,否则它们仅仅是对结构和流程的概念性说明。

[0104] 图 3 是无线通信网络 100 的示意图,包括无线网络节点 110 以及移动台 120。所述

无线网络节点 110 可以是所述移动台 120 的服务无线网络节点。

[0105] 所述无线通信网络 100 可以至少部分基于无线接入技术,如,3GPP LTE、LTE-Advanced、4G、演进通用陆地无线接入网络 (E-UTRAN)、通用移动通信系统 (UMTS)、全球移动通信系统 (原作 :Groupe Spécial Mobile) (GSM)/增强型全球数据发展速率 (GSM/EDGE)、宽带码分多址 (WCDMA)、时分多址 (TDMA) 网络、频分多址 (FDMA) 网络、正交频分多址接入 (OFDMA) 网络、单载波 FDMA (SC-FDMA) 网络、全球微波互联接入 (WiMax)、或超级移动宽带 (UMB)、高速分组接入 (HSPA)、演进型通用陆地无线接入网 (E-UTRA)、通用陆地无线接入网 (UTRA)、GSM/EDGE 无线接入网 (GERAN)、3GPP2 CDMA 技术,如 CDMA2000 1x RTT、高速包数据网络 (HRPD) 等。以上仅提及了一些可选项。“无线通信网络”、“无线通信系统”和/或“蜂窝通信系统”有时在本发明描述的技术范围内可互换使用。

[0106] 根据不同的实施例,所述无线通信网络 100 可根据时分双工 (TDD) 和/或频分双工 (FDD) 原理运行。

[0107] TDD 是一个时分复用应用,在时间上分离上行链路信号与下行链路信号,可能在上行与下行链路信号间的时域中设置有保护期 (GP)。FDD 是指发射器与接收器在不同的载频上运行。

[0108] 图 3 旨在提供一个简化的总概览图,用以说明无线通信网络 100,以及相关的方法、节点,如此处描述的所述无线网络节点 110 与所述移动台 120,以及相关功能。之后,所述方法、无线网络节点 110 以及移动台 120 作为一个非限制性的例子在 3GPP LTE/LTE-Advanced 环境中进行描述。然而,本发明实施例可在基于其他接入技术,如以上所列任何一种技术的无线通信网络 100 中实施。因此,本发明实施例的描述基于且使用 3GPP LTE 系统中的术语,但不限于 3GPP LTE。进一步地,术语无线网络节点、网络节点、基站以及小区在下文可互换使用。

[0109] 所述无线通信网络 100 中包括的所述无线网络节点 110 可收发无线信号以与所述移动台 120 进行无线通信。在第一个动作中,所述无线网络节点 110 可以给所述移动台 120 发送一个导频信号或类似的信号,所述移动台 120 会转而对接收的信号进行信道质量测量。

[0110] 需要注意的是,图 3 中所述无线网络节点 110 和一个移动台 120 的一个实例的示例网络设置仅应视为实施例的一个非限制性举例。所述无线通信网络 100 可以包括其他任何数量的所述无线网络节点 110 和/或移动台 120,和/或它们的任何其他组合。本发明的一些实施例因此可能涉及多个移动台 120 以及其他配置的无线网络节点 110。

[0111] 因此,本文中所提及的“一个”或“某一”无线网络节点 110 和/或移动台 120,在一些实施例中可能涉及多个无线网络节点 110 和/或移动台 120。

[0112] 进一步地,根据一些实施例,所述无线网络节点 110 可用于下行链路传输与上行链路接收,可用来分别指基站、NodeB、演进型基站 (eNB 或 eNode B)、基站收发信台、接入点基站、基站路由器、无线基站 (RBS)、微型基站、微微型基站、毫微微基站、家庭基站、传感器、信标装置、中继节点、中继器或者任何其他依靠无线接入技术和/或术语通过无线接口与所述移动台 120 进行通信的网络节点。

[0113] 根据不同的实施例与不同的词汇,所述移动台 120 可以相应地描述为,例如,无线通信终端、移动蜂窝电话、个人数字助理 (PDA),无线平台、用户设备、平板电脑、便携式通

信设备、笔记本电脑、电脑、做为中继设备的无线终端、中继节点、移动中继、用户驻地设备 (CPE), 固定无线接入 (FWA) 节点或其他任何种类的用于与所述无线网络节点 110 进行无线通信的设备。

[0114] 本发明的一些实施例可以定义一个模块化实施方法, 并使重新使用传统系统, 如标准、算法、实施、部件以及产品成为可能。

[0115] 此处描述的方法提供了一种根据信道状态的当前以及一些历史知识预测所述信道状态信息的方法。结合所述预测, 基于时间 $t + \delta_{\text{CQI}}$ 而非时间 t 的预测信道状态信息, 使所述移动台 120 向无线网络节点 110 上报 CQI。

[0116] 在 LTE 下行链路, 考虑子帧 t 的情况下接收的信号可以表示为:

$$[0117] \quad y(k, l, t) = H(k, l, t)s(k, l, t) + n(k, l, t),$$

[0118] 其中 k 指子载波 k , l 指在子帧 t 内的 OFDM 符号 l , H 是信道矩阵, s 是传输符号, n 是噪声矢量, y 是接收的信号向量。

[0119] 在不同的实施例中, 可以使用不同的映射算法在时间 t 将信道 $H(k, l, t)$ 映射到某些度量, 如基于 SINR、EESM、交互信息 (MI) 的指数信噪比映射 (MIESM)、资源块信息率 (RBIR)。基于所述度量, 根据下行链路的测量度量, 选择某一 CQI 指数为无线网络节点 110 提供反馈。

[0120] 虽然不同的实施例中可以使用各种各样不同的信道状态信息度量 M 如 SINR、EESM、MIESM 以及 RBIR, 但它们的物理意义多少相关且都同样遵循信道衰落。因此可以以同样的方式在这些或其他类似的不同度量中应用某一预测方法。所述方法是通用的, 可以应用于这些或其他任一类似的度量中。

[0121] 在不失去通用性的情况下, $M(k, l, t)$ 可用于指示基于所述信道 $H(k, l, t)$ 计算的度量。度量 $M(k, l, t)$ 可以是交互信息 (MI) 或任一用 EESM, MIESM, RBIR 或其他类似方法计算的度量。

[0122] 这里提出了一个预测信道状态度量的非线性方法, 它利用了信道状态度量变化的非线性性质。这样就可以更精确的预测信道状态度量 M 了, 且在 CQI 反馈的计算中, 就可以基于所述预测的信道状态度量 M 计算 CQI 了。在一些实施例中, 预测信道状态度量的非线性方法可以和线性方法相结合, 以提高该方法的稳健性和效果。

[0123] 因此, 由于可以采用更适合的调制与编码方案, 重传变少, 且预计将获得更高的吞吐量。

[0124] 以下将对非信道状态度量预测的实施例进行描述。

[0125] 可以对所述信道状态度量统计做出对之前描述的线性 MMSE 预测法一样的假设。短期内, 如 1 秒钟, 当所述移动台 120 在慢于步行速度的速度移动时, 可以假设这些帧的信道状态度量值形成了一个稳态过程。因此下述条件概率可以估算为:

$$[0126] \quad p(\bar{M}[t + \delta_{\text{CQI}}] | \{\bar{M}[t], \bar{M}[t - 1], \dots, \bar{M}[t - L]\}),$$

[0127] 当此条件概率分布函数可以使用时, 很容易预测时间为 $t + \delta_{\text{CQI}}$ 的 M 值, 也就是给定了最新观测值的上述条件概率分布函数的条件期望值:

$$[0128] \quad E(\bar{M}[t], | \bar{M}[t - 1], \dots, \bar{M}[t - L]).$$

[0129] 这个基于预测的条件期望值实际是一个非线性最小均方差 (MMSE) 预测。

[0130] 所述非线性信道状态度量预测受限于条件概率分布函数只可以通过给出的历史信道状态信息进行训练。进一步地,可能只能假设所述信道在短期内,如1秒钟内或几秒钟内,是一个稳态过程。也就是说,训练数据量会受到限制。虽然所述信道状态度量值是受限的,但它们经常是连续的随机变量,因此给定非常有限的训练数据量,不可能精确估算出所述条件概率分布函数。由于条件概率分布函数的范围是维度 $L+1$,在 $L+1$ 维度空间的大多数位置中,都缺少用来估算所述条件概率分布函数的相应信息。 L 是几毫秒或几十毫秒区间内的整数。

[0131] 然而,根据一些实施例,这些实际问题可以简化处理。第一,维度大的问题可以通过以下方式解决。可以注意到的是所述移动台120以步行速度移动,在时间上很接近的信道实例相关性很强。可以绘制某一期间信道状态度量值的序列;这样这个序列看起来就像是持续变化的曲线,其中,相邻的信道状态度量值彼此间很接近。也就是说,在步行速度下,信道相干时间比1毫秒大几倍,它可以是相邻帧间,也即相邻信道状态度量值的时间差。因此,当对信道状态度量序列进行几次下取样时,不会丢失太多的信息。因此,可根据一些实施例计算下述条件概率分布函数: $p(\bar{M}[t + \delta_{CQI}]|\{\bar{M}[t], \bar{M}[t - L_0], \bar{M}[t - 2L_0]\})$,而不是估算所述条件概率分布函数 $p(\bar{M}[t + \delta_{CQI}]|\bar{M}[t], \bar{M}[t - L_0])$,或者,在一些实施例中为: $p(\bar{M}[t + \delta_{CQI}]|\bar{M}[t], \bar{M}[t - L_0])$ 其中 \bar{M} 是平均信道状态信息度量, δ_{CQI} 是确定的反馈时延,其中 L_0 是一个小整数。 L_0 的本征值可以取决于所述信道相干时间。在一些实施例中, L_0 的值可以设置在1和10之间,比如3,4或5,且已证实适用于仿真。

[0132] 进一步地,所述信道状态度量值可以量化入小载体,这样连续的条件概率分布函数就会离散开来。因此,所述条件概率分布函数的估算简化为数数以及计算平均数。因此,可以避免上述讨论的估算连续的条件概率分布函数的困难,或至少可以减少困难。

[0133] 上述的简化之后,可以估算量化的条件概率分布函数。本质上,这样只需要知道用于预测的条件均值。以下是所述离散条件均值的非限制性例子,它由1000个间隔1毫秒的平均MI值训练。其中MI的范围是 $[0 \sim 1]$,量化步长的大小为0.05,以下表格的行指数是 $\bar{M}[t - L_0]$ 的量化指数,列指数是 $\bar{M}[t]$ 的量化指数。表格中的非零值是条件均值,而表格中的非零值对应因在训练数据中缺少相应信息而失效的预测。

[0134] 表1示出了估算的量化M条件概率分布函数的非限制性例子。

[0135] 表1

[0136]

[0139] $p(\bar{M}[t + \delta_{CQI}] | \{\bar{M}[t] = 0.525, \bar{M}[t - L_0] = 0.525\})$,

[0140] $p(\bar{M}[t + \delta_{CQI}] | \{\bar{M}[t] = 0.525, \bar{M}[t - L_0] = 0.575\})$,

[0141] $p(\bar{M}[t + \delta_{CQI}] | \{\bar{M}[t] = 0.575, \bar{M}[t - L_0] = 0.525\})$,

[0142] $p(\bar{M}[t + \delta_{CQI}] | \{\bar{M}[t] = 0.575, \bar{M}[t - L_0] = 0.575\})$ 。

[0143] 所述条件概率分布函数：

[0144] $p(\bar{M}[t + \delta_{CQI}] | \{\bar{M}[t] = 0.54, \bar{M}[t - L_0] = 0.57\})$ ，基于这 4 个点的实例，可以将条件概率分布函数计算为上述 4 个最接近的条件概率分布载体的加权组合。这 4 个点在表 1 用矩形标记。

[0145] 因为训练数据量受限制，条件概率分布的一些部分因缺少训练数据不可用，某些量化范围中可能没有记录，例如 $\{\bar{M}[t] = 0.125, \bar{M}[t - L_0] = 0.175\}$ 。因此，在这种条件下，不能进行可靠的预测。在一些实施例，一个方案可以是：将前述基于线性 MMSE 的预测作为一个备用的选择，或使用像线性回归一样的其他方法，因为这些方法总能给出预测。

[0146] 如前所述， $p(\bar{M}[t + \delta_{CQI}] | \{\bar{M}[t], \bar{M}[t - L_0]\})$ ，可能包括呈现在正确的条件概率分布 $p(\bar{M}[t + \delta_{CQI}] | \{\bar{M}[t], \bar{M}[t - 1], \dots, \bar{M}[t - L]\})$ 中的足量的总信息，但是还是会丢失某些信息，部分丢失的信息可通过合并来自其他统计的信息重新获得，例如：

[0147] $p(\bar{M}[t + \delta_{CQI}] | \{\bar{M}[t], \bar{M}[t - L_0 - 1]\})$ ，和 $p(\bar{M}[t + \delta_{CQI}] | \{\bar{M}[t], \bar{M}[t - L_0 - 1]\})$ 。因此在以下公式中使用大多数的信息成为可能：

[0148] $p(\bar{M}[t + \delta_{CQI}] | \{\bar{M}[t], \bar{M}[t - 1], \dots, \bar{M}[t - L]\})$ ，

[0149] 同时避免了大维度引起的复杂度与实际问题的。

[0150] 根据一些实施例，通过在短期内将信道当做稳态的，可以有效地实现所述非线性预测方法。因此，也可以使用最近的一秒或几秒的信道统计。在一个例子中，可以在一些实施例中使用每一帧的平均 M 值训练估算器，以获得所述条件概率分布。在 LTE 系统中，1 秒内的训练数据中可能有 1000 个这样的平均 M 值。

[0151] 因此，提供了非线性方法以预测所述信道状态度量。在一些实施例中，所述非线性方法可以与其他方法相结合，如线性预测方法，以达到更好的稳健性和效果。

[0152] 已经根据所述方法的一个实施例进行了效果评估。所述基于线性 MMSE 的 M 预测已集成到测试程序中。

[0153] 图 4 示出了一个方法实施例。

[0154] 在每个子帧上，可以收集信道状态信息度量数据，可以更新收集的数据的窗口。此数据也可称为训练数据。

[0155] 在一些实施例中，可以按预定的时间区间或者按可配置的时间区间估算 / 重新估算所述条件概率分布函数。因此，当到了更新所述条件概率分布函数估算的时候，可以基于收集的数据的窗口估算所述条件概率分布函数。然后，可以计算用于预测的条件均值。

[0156] 图 5 是说明用于移动台 120 的方法 500 的实施例的一个流程图,移动台 120 用于预测无线通信网络 100 中无线网络节点 110 的下行链路信道的信道状态信息度量 M。

[0157] 所述信道状态信息度量 M 可以包括以下任意一项:交互信息 (MI),有效指数信干噪比映射 (EESM),接收比特交互信息率 (RBIR),信噪比 (SNR),有效信噪比,或与下行链路信道的质量相关的类似度量,例如:参考信号接收功率 (RSRP)、参考信号接收质量 (RSRQ)、信道状态信息 (CSI)、信道质量指示 (CQI)、信干噪比 (SINR)、信干比 (SIR)、信号噪声干扰比 (SNIR),或者任何其他反应信号的强度和/或质量,和/或有用信号与无用干扰或噪声之比的合适度量。

[0158] 所述方法 500 可包括动作 501-505,以适当地预测所述信道状态信息度量 M。

[0159] 然而,需要注意的是,根据不同实施例,所述动作 501-505 的任一、部分或全部动作,可以以不同于所列的时间顺序执行,可同时执行或以完全相反的顺序执行。同时,一些动作,如动作 504 和/或 505 可能只能在另一些实施例中执行。进一步地,应该注意的是,根据不同实施例一些动作可以在多个替代方式中执行,这些替代方式可能只在部分、不一定在所有的实施例中执行。所述方法 500 可以包括以下动作:

[0160] 动作 501

[0161] 从所述下行链路信道的无线网络节点 110 收到一个无线信号。

[0162] 动作 502

[0163] 确定反馈时延 δ_{CQI} 的长度。

[0164] 通过计算从接收 501 所述无线信号到向无线网络节点 110 提供关于所述接收 501 的信号的测量质量或强度的反馈的时间,可以确定反馈时延 δ_{CQI} 的长度。

[0165] 动作 503

[0166] 预测与所述确定的反馈时延 δ_{CQI} 的长度对应的未来某时间点的在其上接收到无线信号的信道的信道状态信息度量 M,其中所述预测至少部分基于非线性预测算法。

[0167] 在一些实施例中,基于非线性预测算法可以进行所述信道状态信息度量 M 的预测,该算法进一步包括:收集所述下行链路信道的信道状态信息度量数据,以在训练数据期间用作训练数据;在期间内基于所述收集的训练数据估算条件概率分布函数 p;基于估算的条件概率,计算所述确定的反馈时延 δ_{CQI} 的长度在所述未来某时间点对应的所述预测的信道状态信息度量 M。

[0168] 在一些实施例中,所述条件概率分布函数 p 可以包括:

$p(\bar{M}[t + \delta_{\text{CQI}}] | \{\bar{M}[t], \bar{M}[t-1], \dots, \bar{M}[t-L]\})$, 其中 \bar{M} 是平均信道状态信息度量, δ_{CQI} 是确定的反馈时延, L 是几毫秒或几十毫秒区间内的整数。

[0169] 然而,在其他实施例中,所述条件概率分布函数 p 可以包括:

$p(\bar{M}[t + \delta_{\text{CQI}}] | \{\bar{M}[t], \bar{M}[t-L_0], \bar{M}[t-2L_0]\})$, 其中 \bar{M} 是平均信道状态信息度量, δ_{CQI} 是确定的反馈时延, L_0 是 $0 \leq L_0 \leq 10$ 区间内的整数。

[0170] 进一步地,在又一些实施例中,所述条件概率分布函数 p 可以包括:

$p(\bar{M}[t + \delta_{\text{CQI}}] | \bar{M}[t], \bar{M}[t-L_0])$, 其中 \bar{M} 是平均信道状态信息度量, δ_{CQI} 是确定的反馈时延, L_0 是 $0 \leq L_0 \leq 10$ 区间内的整数。

[0171] 在又一些实施例中, L_0 可以是 $3 \leq L_0 \leq 5$ 区间内的整数。

[0172] 在又一些实施例中, 可以包括通过运行量化函数 Q 将信道状态度量值量化入载体, 这样连续的条件概率分布函数 p 就会离散开来。

[0173] 进一步地, 在一些实施例中, 所述条件均值的计算方式可以为:

$$\sum_{i=1}^{NBIN} p(Q(\bar{M}[t + \delta_{CQI}]) = Q_i | Q(\bar{M}[t]), Q(\bar{M}[t - L_0])) \times Q_i$$
, 其中 $Q(\)$ 是量化函数; Q_i 是各量化载体各自的中心; $NBIN$ 是量化载体的数量。

[0174] 在一些实施例中, 当非线性预测算法因训练数据期间的训练数据不足而无法执行时, 进一步基于线性预测算法预测信道状态信息度量 M 。

[0175] 动作 504

[0176] 这个动作可以在部分、不一定是在所有的实施例中执行。

[0177] 基于下行链路信道的所述预测的信道状态信息度量 M , 选择信道质量指示 (CQI)。

[0178] 动作 505

[0179] 这个动作可以在部分、不一定是在所有的实施例中执行。

[0180] 将与选择的信道质量指示 (CQI) 相关的指数传输给所述无线网络节点 110。

[0181] 图 6 描述了移动台 120 的一个实施例, 移动台 120 用于预测无线通信网络 100 中第一网络节点 110 的下行链路信道的信道状态信息度量 M 。所述移动台 120 用于根据前述动作 501-505 中的至少一些动作执行所述方法 500, 以预测所述下行链路信道的信道状态信息度量 M 。

[0182] 为了使描述更加清晰, 图 6 略去了移动台 120 中对理解此处所描述实施例没有影响的任何内部电子产品或其他组件。

[0183] 所述移动台 120 包括一个接收器 610, 用于接收来自无线网络节点 110 的下行链路信道上的无线信号。所述接收器 610 可以用于通过无线接口接收无线信号。根据一些实施例, 所述信号可以是, 例如, 所述网络节点 110, 其他网络节点, 或是任何其他用于在无线通信系统 100 中通信的实体中接收。

[0184] 此外, 所述移动台 120 也包括处理器 620, 用于确定反馈时延 δ_{CQI} 的长度, 以及用于预测未来某一时间点所述确定的反馈时延 δ_{CQI} 的长度对应在其上接收无线信号的信道的信道状态信息度量 M , 其中所述预测至少部分基于非线性预测算法。

[0185] 所述处理器 620 还可以用于基于非线性预测算法, 通过收集下行链路信道的信道状态度量数据用做训练数据期间的训练数据, 从而预测信道状态信息度量 M 。进一步地, 所述处理器 620 可以用于基于收集的训练数据在一个期间内估算条件概率分布函数 p 。此外, 所述处理器 620 也可以用于基于估算的条件概率分布函数 p , 计算所述确定的反馈时延 δ_{CQI} 的长度在未来某一时间点对应的预测的信道状态信息度量 M 。

[0186] 在一些实施例中, 所述条件概率分布函数 p 可以包括:

$$p(\bar{M}[t + \delta_{CQI}] | \{\bar{M}[t], \bar{M}[t - 1], \dots, \bar{M}[t - L]\})$$
, 其中 \bar{M} 是平均信道状态信息度量, δ_{CQI} 是确定的反馈时延, L 是几毫秒或几十毫秒区间内的整数。

[0187] 然而, 在其他实施例中, 所述条件概率分布函数 p 可以包括:

$$p(\bar{M}[t + \delta_{CQI}] | \{\bar{M}[t], \bar{M}[t - L_0], \bar{M}[t - 2L_0]\})$$
, 其中 \bar{M} 是平均信道状态信息度量,

δ_{CQI} 是确定的反馈时延, L_0 是 $0 \leq L_0 \leq 10$ 区间内的整数。

[0188] 进一步地, 在又一些实施例中, 所述条件概率分布函数 p 可以包括: $p(\bar{M}[t + \delta_{\text{CQI}}] | \bar{M}[t], \bar{M}[t - L_0])$, 其中 \bar{M} 是平均信道状态信息度量, δ_{CQI} 是确定的反馈时延, L_0 是 $0 \leq L_0 \leq 10$ 区间内的整数。

[0189] 在又一些实施例中, L_0 可以是 $3 \leq L_0 \leq 5$ 区间内的整数。

[0190] 在又一些实施例中, 可以包括通过运行量化函数 Q 将信道状态度量值量化入载体, 这样连续的条件概率分布函数 p 就会离散开来。

[0191] 进一步地, 在一些实施例中, 条件均值的计算方式可以为:

$\sum_{i=1}^{\text{NBIN}} p(Q(\bar{M}[t + \delta_{\text{CQI}}]) = Q_i | Q(\bar{M}[t]), Q(\bar{M}[t - L_0])) \times Q_i$, 其中 $Q(\)$ 是量化函数; Q_i 是各量化载体各自的中心; NBIN 是量化载体的数量。

[0192] 在一些实施例中, 当非线性预测算法因训练数据期间的训练数据不足而无法执行时, 进一步基于线性预测算法预测信道状态信息度量 M 。

[0193] 可选地, 所述处理器 620 还可以用于基于预测的信道的信道状态信息度量 M 选择信道质量指示; 其中所述移动台 120 还包括发射器 630, 用于向所述无线网络节点 110 传输与所述选择的信道质量指示关联的指数。

[0194] 再进一步地, 当非线性预测算法因训练数据期间的训练数据不足而无法执行时, 所述处理器 620 还可以用于基于线性预测算法预测信道状态信息度量 M 。

[0195] 所述处理器 620 可以包括处理电路, 即中央处理器 (CPU)、处理单元、处理电路、处理器、专用集成电路 (ASIC)、微处理器、或其他可以解释和执行指令的处理逻辑中的一个或多个实例。因此, 所述“处理器”可以表示一个包括多个处理电路的处理电路系统, 例如上述列举的任一、部分或所有的处理电路。

[0196] 进一步地, 所述移动台 120 也可以包括发射器 630, 用于发射无线信号, 例如包括信号度量, 和 / 或 CQI 度量和 / 或代表 CQI 度量的指数。根据不同实施例, 此信号可以通过无线接口传输。在一些实施例中, 所述发射器 630 可以用于传输从所述网络节点 110 接收的信号的测量数据。

[0197] 进一步地, 根据一些实施例, 所述移动台 130 可以进一步包括至少一个存储器 625。所述可选的存储器 625 可以包括一个物理设备, 用于暂时或永久地存储数据或程序, 即指令序列。根据一些实施例, 所述存储器 625 可以包括集成电路, 集成电路包括硅晶体管。进一步地, 所述存储器 625 可以是易失性或非易失性的。

[0198] 所述信道状态信息度量 M 可以包括以下任意一项: 交互信息 (MI)、有效指数信干噪比映射 (EESM)、接收比特交互信息率 (RBIR)、信噪比 (SNR)、有效信噪比, 或与下行链路信道质量相关的类似度量, 例如: 参考信号接收功率 (RSRP)、参考信号接收质量 (RSRQ)、信道状态信息 (CSI)、信道质量指示 (CQI)、信干噪比 (SINR)、信干比 (SIR)、信号噪声干扰比 (SNIR), 或者任何其他反应信号的强度和 / 或质量, 和 / 或有用信号与无用干扰或噪声之比的合适度量。

[0199] 上述在移动台 120 中执行的动作 501-505, 可以通过一个或多个处理器 620 在所述移动台 120 中实现, 与计算机程序产品一起执行这些动作 501-505 的至少部分功能。因此, 当所述移动台 120 的处理器 620 载入所述计算机程序时, 包括用于在所述移动台 120 中

执行动作 501-505 的指令的计算机程序产品可以执行方法 500, 其中方法包括动作 501-505 中的至少部分, 以预测无线通信网络 100 中无线网络节点 110 的下行链路信道的信道状态信息度量 M。

[0200] 因此, 计算机程序产品包括一个存储了程序代码的计算机可读取存储介质, 以供移动台 120 用于预测无线通信网络 100 中无线网络节点 110 的下行链路信道的信道状态信息度量 M。所述程序代码可以包括用以执行方法 500 的指令, 所述方法 500 包括: 接收 501 来自所述下行链路信道上的无线网络节点 110 的无线信号; 确定 502 反馈时延 δ_{cqi} 的长度; 以及预测 503 所述确定的反馈时延 δ_{cqi} 的长度在未来某一时间点对应的所述在其上接收无线信号的信道的信道状态信息度量 M, 其中所述预测至少部分基于非线性预测算法。

[0201] 根据一些实施例, 上述计算机程序产品载入所述移动台 120 的所述处理器 620 时, 上述计算机程序产品可以以数据载体的形式携带计算机程序代码, 以执行动作 501-505 中的至少部分动作。所述数据载体可以是硬盘、CD ROM 磁盘、记忆棒、光学存储设备、磁存储器或任何其他合适的可以以非瞬时性方式存储机器可读数据介质, 例如磁盘或磁带。所述计算机程序产品还可以作为服务器上的计算机程序代码, 并通过互联网或内部网络远程下载到所述移动台 120。

[0202] 附图中示意的实施例中描述的术语不旨在限制所述方法 500 或移动台 120。在本发明定义的权利要求范围内, 可以进行各种变化、替换和 / 或改变。

[0203] 本文所用的术语“和 / 或”包括相关联的所列项目中的一者或多者的任何和所有组合。此外, 单数形式“一”和“所述”应解释为“至少一个”, 因此除非另有说明, 还可能包括多个。应进一步了解, 术语“包括”用于说明存在所述特征、动作、整数、步骤、操作、元件和 / 或部件, 但并不排除存在或添加一个或多个其他特征、动作、整数、步骤、操作、元件、部件和 / 或它们的组合。单一的单元, 如处理器可以实现权利要求描述的几个权项的功能。事实上, 互相独立的不同权利要求中引证的某些措施并不表示这些措施的组合不能作为本发明的优点。可在合适的介质中存储 / 分布的计算机程序, 如光学存储介质或者与其他硬件一起提供或作为其他硬件一部分的固态介质, 但是所述计算机程序还可以其他形式分布, 如通过因特网或其他有线或无线通信系统。

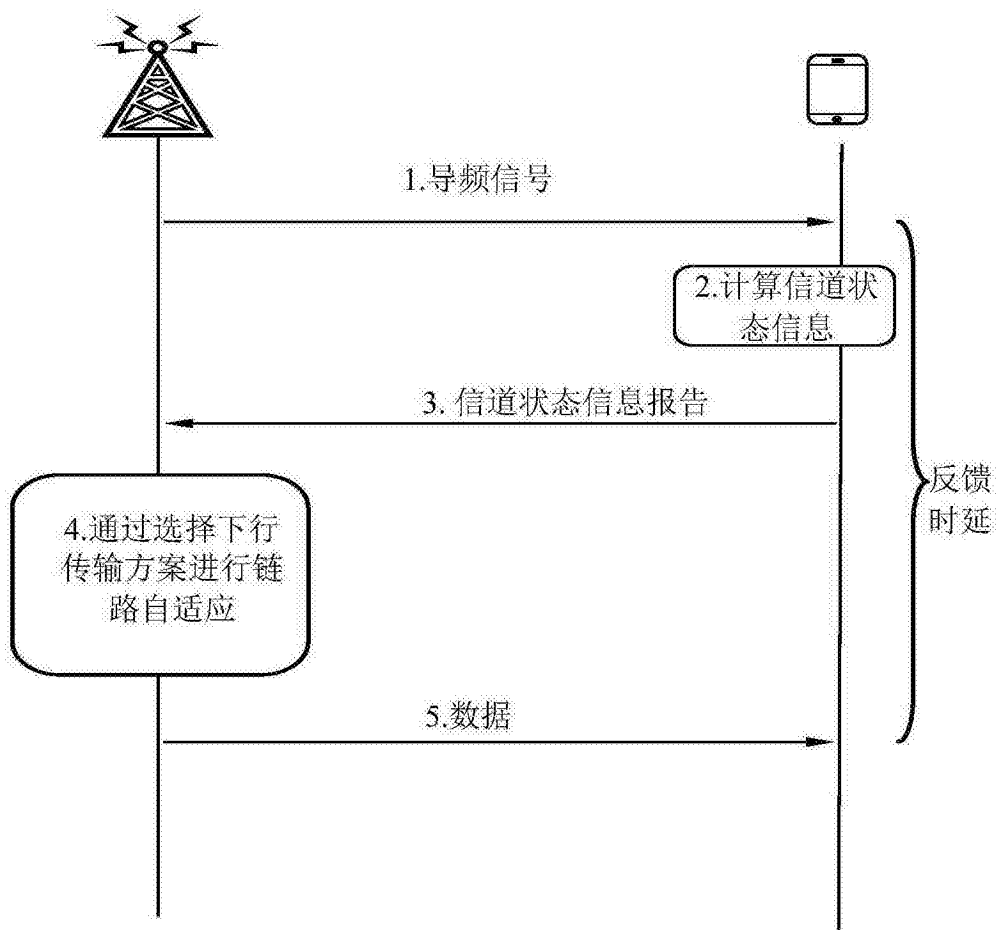
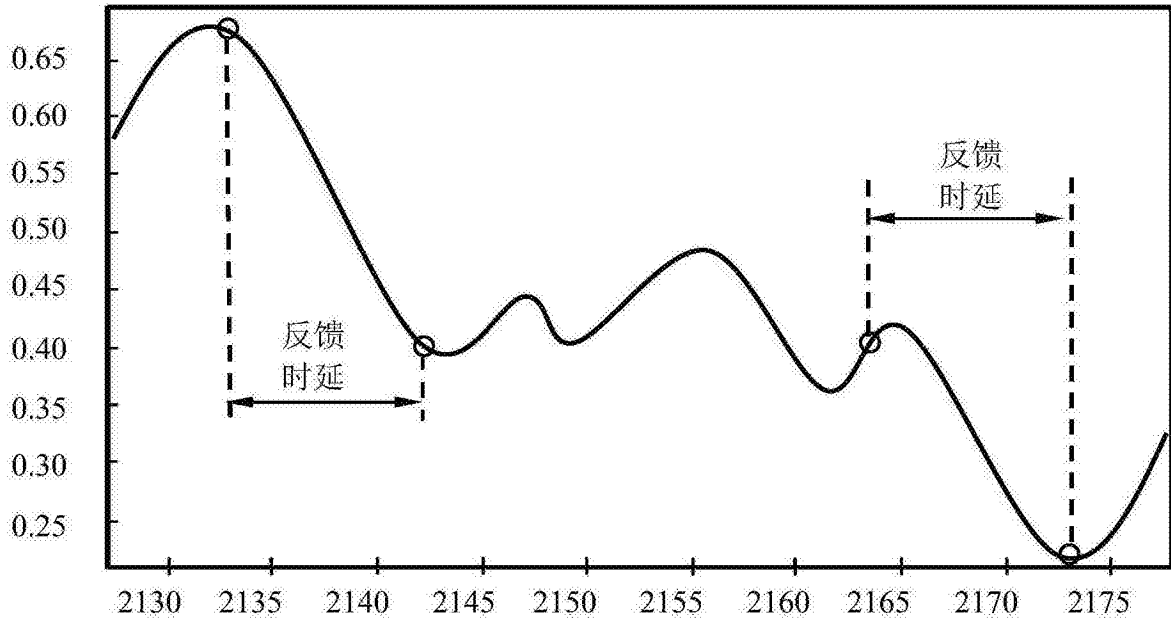


图 1 (现有技术)

【子帧中的平均度量M】



【子帧 (=时间, 单位是毫秒)】

图 2(现有技术)

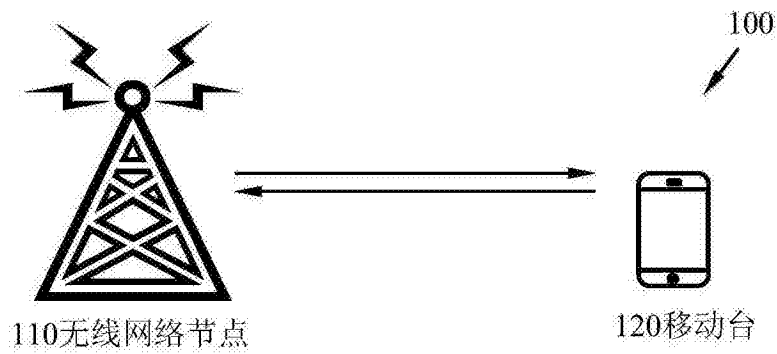


图 3

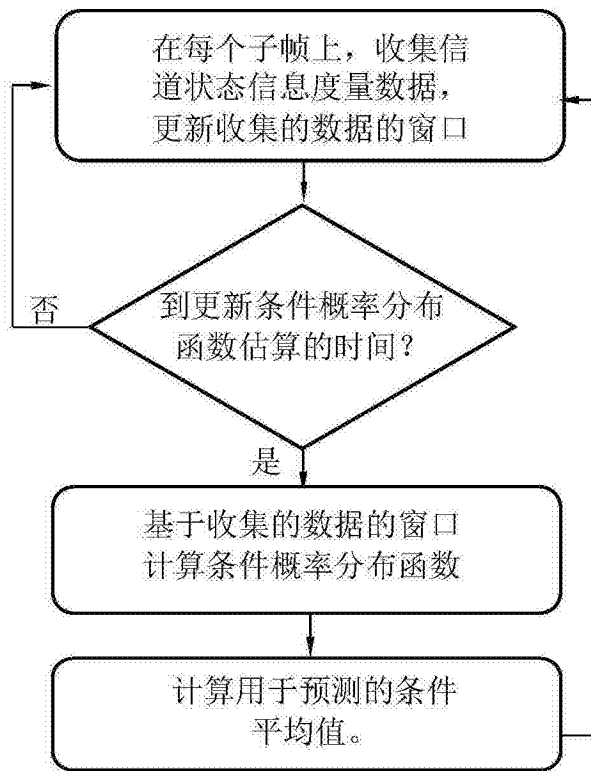


图 4

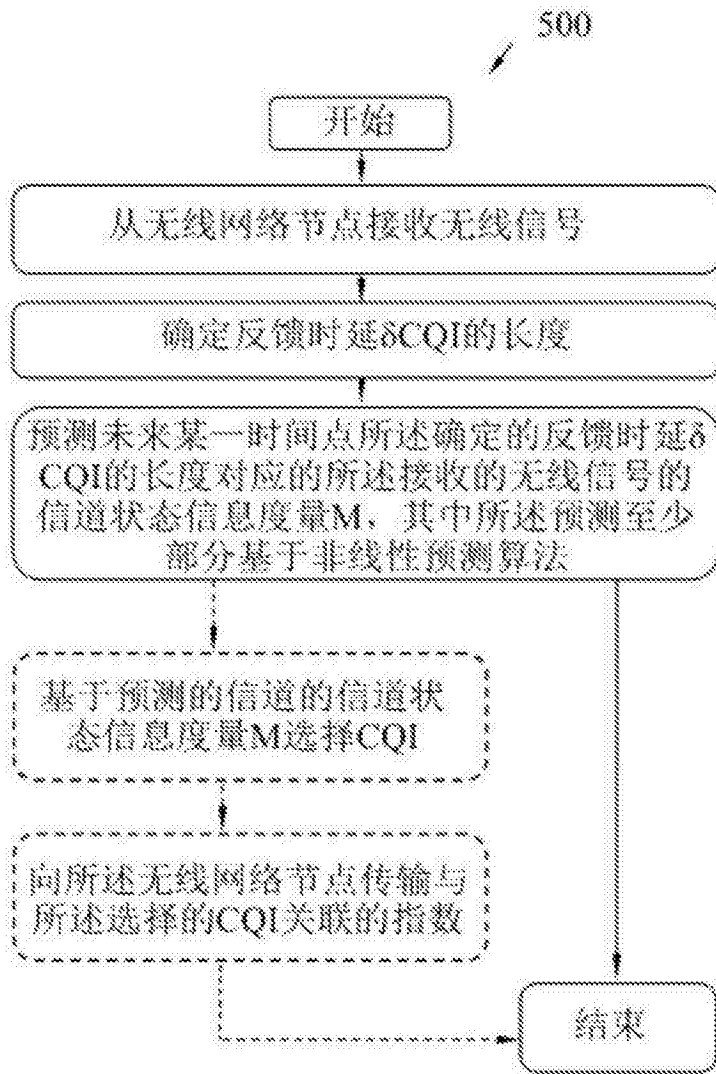


图 5

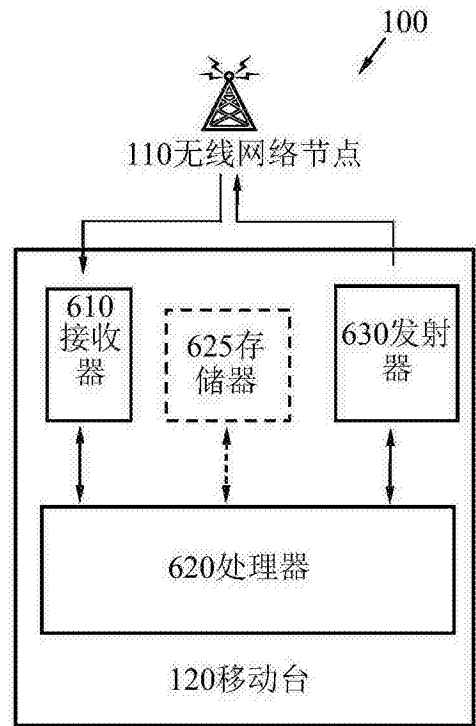


图 6