



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103841654 A

(43) 申请公布日 2014.06.04

(21) 申请号 201410090411.4

(22) 申请日 2014.03.12

(71) 申请人 中国科学技术大学

地址 230026 安徽省合肥市包河区金寨路
96号

申请人 中国电力科学研究院

(72) 发明人 杨坚 司鹏 郭经红 张浩

(74) 专利代理机构 北京科迪生专利代理有限责
任公司 11251

代理人 孟卜娟 贾玉忠

(51) Int. Cl.

H04W 74/08 (2009.01)

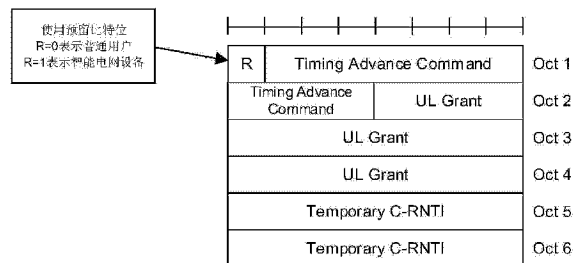
权利要求书1页 说明书4页 附图2页

(54) 发明名称

一种智能电网通信中随机接入的方法

(57) 摘要

本发明提出一种智能电网通信中随机接入的方法,在不增加额外信令开销的情况下,降低随机接入碰撞概率,提高系统性能。由于智能电网设备众多、频繁进行数据上报,随机接入碰撞概率大大增加,并且会影响普通用户的随机接入过程。本发明提出一种应对该智能电网场景的随机接入过程。通过生成两组不同的前导序列,分别用于普通用户和智能电网。使用 MAC RAR 中的一个预留比特位来标识该随机接入来自普通用户或智能电网。因此能在没有额外信令开销的情况下,减少智能电网随机接入碰撞概率,并且不影响普通用户随机接入。



1. 一种智能电网通信中随机接入的方法,其特征在于包括如下步骤:

步骤 1、普通用户和智能电网设备根据 eNB 广播的信息分别生成两组前导序列,每组 64 个;

步骤 2、需要随机接入时,普通用户在前 64 个前导序列中随机选择,智能电网设备在后 64 个前导序列中随机选择,从而进行随机接入过程;

步骤 3、eNB 返回 MAC RAR 时,通过一个预留比特位来标示是普通用户还是智能电网用户;

步骤 4、用户根据返回 MAC RAR 的情况完成后续随机接入过程。

2. 根据权利要求 1 所述的智能电网通信中随机接入的方法,其特征在于:

步骤 2 中,使用传统的语音和数据业务的普通 UE 仍然按照原先协议中的方式生成第一组共 64 个前导,而智能电表则从普通 UE 的 64 个前导之后另外生成另一组 64 个专用前导;若普通 UE/ 智能电网需要进行随机接入过程,则分别在对应的前导组中随机选择一个前导序列进行发送;

在步骤 3 中,基站发送随机接入响应 RAR 来分配上行资源;在 MAC 子头部中, RAPID 字段用来表示前导的序号,6 个字节可以支持 64 个前导;使用 MAC RAR 中的一个 R 域,即 1 个比特的预留比特位,用这个比特位来标识上述的 RAPID 来自普通 UE 的前导组还是智能电表的前导组,如果 R 位是 0,就代表是普通 UE,1 就代表智能电表,这样就能支持两组 64 个的前导,并且没有额外的信令开销。

一种智能电网通信中随机接入的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及智能电网无线通信中随机接入过程,降低随机接入碰撞的概率。

背景技术

[0002] 智能电网是一种将通信网络与电网系统相结合的现代的电网系统。通过对电网中数据的实时收集与分析,从而达到对电力负载的控制和需求响应等目的,能提高能源利用效率,确保安全、可靠、优质的电力供应。在智能电网中,发电、输电、配电、用电环节都存在着大量的先进传感和测量技术、设备,需要网络通信技术的支撑。然而智能电网中的通信不同于传统的数据或语音服务,有着特定的特点和需求。比如,终端设备(UE)较多,数据量较小,周期通信等特点。

[0003] LTE 可以提供高频谱效率,大吞吐量,低延时以及支持基于 IP 的多种应用服务,是智能电网中一种较为理想的通信技术。在 LTE 中,为了获得上行同步并为 UE 分配一个唯一的标识 C-RNTI,UE 需要进行随机接入过程。只有通过随机接入,UE 才能与基站取得上行同步,并且为 UE 分配一个唯一的标识 C-RNTI,进而后续的通信过程才能进行。随机接入分为基于竞争和非竞争两种方式。基于竞争的随机接入过程如图 1 所示。

[0004] Step1) 当 UE 由某事件触发需要进行随机接入时,首先在物理随机接入信道(Physical Random Access Channel,PRACH)资源上向基站发送随机接入前导,其目的在于向 eNodeB 指示当前 UE 的随机接入尝试,并使得 eNodeB 能估计其与 UE 之间的传输时延。前导序列共有 64 个,是 UE 通过解析 eNodeB 广播的配置信息而得到。64 个前导中的一部分是预留给基于非竞争随机接入的,UE 从剩下的前导中随机选择一个前导在 PRACH 上发送给基站。

[0005] Step2) eNodeB 通过 PDCCH 向 UE 发送随机接入响应(Random Access Response, RAR)。若 eNodeB 在 PRACH 上检测到随机接入前导,就会在 PDCCH 上发送随机接入响应 RAR,包括随机接入前导序列序号(RAPID)、时间提前量(Timing Advance Command)、T-RNTI(Temporary Radio Network Temporary Identifier)、退避指示、上行资源分配等。UE 发送了 preamble 之后,将在 RAR 时间窗(RA Response window)内监听 PDCCH,以接收对应 RA-RNTI(由 PRACH 的时频位置决定)的 RAR。如果多个 UE 在同一 PRACH 资源(时频位置相同,使用同一 RA-RNTI)发送 preamble,则对应的 RAR 复用在同一 MAC PDU 中,用 RA-RNTI 加扰,如图 2 所示。

[0006] 如果多个 UE 相同的 PRACH 资源上选择了同一个前导序列发起随机接入的尝试,那么就会发生碰撞。每个 UE 都有可能接收到同一个 RAR,由此进入竞争解决过程 Step3、Step4。

[0007] Step3) 在上个步骤的 MAC header 中解析出自己前导序号的 UE,根据解析出来的 RAR 信息在 PUSCH 上向 eNodeB 发送消息 3(Msg3)。包含 RRC 连接请求、跟踪区域更新、调度请求、Step2 中解码的 T-RNTI,以及每个 UE 唯一的标志(C-RNTI 或 S-TMSI)。

[0008] Step4) 若 eNodeB 成功解码一个 UE 的 Msg3,则在 PDSCH 上发送竞争解决消息

(contention resolution), 携带该 UE 的唯一标志以指定胜出的 UE。而其它没有在冲突解决中胜出的 UE 将根据 MAC header 中的回退指数 (BI) 选择一个回退时间, 延迟了回退时间后重新发起随机接入。

[0009] 在典型的智能电网环境下, 有大量的传感器、电表等进行测量、上报数据。比如在高级量测体系 (AMI) 中, 智能电表每隔 15 分钟就要上报一次用电数据。由上述的 LTE 随机接入过程可知, 当多个电表同时需要上报数据, 同时发起随机接入过程时, 需要在用于竞争的前导中随机选取一个。由于电表数量众多, 并且频繁的周期性上报数据, 多个电表选择同一个前导的概率很大, 导致随机接入过程时碰撞几率大大增加, 并影响传统的语音和数据通信的随机接入。因此有必要提出一种优化随机接入的方法去减少随机接入过程中的碰撞概率, 提高智能电网的整体性能。

发明内容

[0010] 基于上述对问题的分析, 本发明提出一种智能电网通信中随机接入的方法, 该方法能在智能电网环境下降低随机接入碰撞概率, 并且不影响传统语音、数据业务的随机接入。另外, 本发明不需要额外的信令开销, 节约了宝贵的信令资源。

[0011] 在 LTE 的 Rel. 11 标准中, 随机接入前导是由 UE 基于基站广播的系统配置信息而生成。3GPP LTE 工作组最终选择了 ZC (Zadoff-Chu) 序列用于生成随机接入前导序列。

[0012] ZC 序列的定义如下:

$$[0013] \quad x_u(n) = \exp\left[-j \frac{\pi u n(n+1)}{N_{ZC}}\right], \quad 0 < n \leq N_{ZC} - 1$$

[0014] 其中 N_{ZC} 为序列长度, 根据协议为 839。u 是物理根值。exp[] 为以 e 为底的指数函数, j 为虚数单位, π 为圆周率。

[0015] 前导序列由 ZC 序列进过循环位移 C_v 生成:

$$[0016] \quad x_{u,v}(n) = x_u((n+C_v) \bmod N_{ZC})$$

[0017] 循环位移 C_v 由下可得:

[0018]

$$C_v = \begin{cases} vN_{CS} & v = 0, 1, \dots, \lfloor N_{ZC}/N_{CS} \rfloor - 1, N_{CS} \neq 0 & \text{普通小区} \\ 0 & N_{CS} = 0 & \text{普通小区} \\ d_{\text{start}} \lfloor v/n_{\text{shift}}^{\text{RA}} \rfloor + (v \bmod n_{\text{shift}}^{\text{RA}}) N_{CS} & v = 0, 1, \dots, n_{\text{shift}}^{\text{RA}} n_{\text{group}}^{\text{RA}} + \bar{n}_{\text{shift}}^{\text{RA}} - 1 & \text{高速小区} \end{cases}$$

[0019] N_{CS} 为循环位移, 其值可由表 1 得。偏移参数 d_{start} , $n_{\text{shift}}^{\text{RA}}$, $n_{\text{group}}^{\text{RA}}$, $\bar{n}_{\text{shift}}^{\text{RA}}$ 的设置可见 [1]。

[0020] 对于 UE, 由接收基站广播的配置信息得到 ZC 序列的逻辑根序号和 N_{CS} 的索引, 经查表后得到物理根植 u 循环位移 C_v , 根据上式生成前导。如果系统配置的循环位移太大不足以产生足够的 64 个衍生序列需要额外的根序列的时候, 只需要在原有逻辑根序列索引数字加 1, 得到下一个 u 值, 从而生成另外一个根序列, 以此类推直到根序列足够产生 64 个前导签名序列为止。

[0021] 表 1 用于生成前导的 N_{CS} 值

[0022]

零相关区域索引	N_{CS} 值	
	普通小区	高速小区
0	0	15
1	13	18
2	15	22
3	18	26
4	22	32
5	26	38
6	32	46
7	38	55
8	46	68
9	59	82
10	76	100
11	93	128
12	119	158
13	167	202
14	279	237
15	419	-

[0023] 对于我们的典型智能电网场景如大量智能电表周期性的上报数据,同时进行随机接入,64 个前导可能不足以支持大量的随机接入。本发明首先对 LTE 协议 [1] 中的前导生成过程进行改进。

[0024] Step1) 中,使用传统的语音和数据业务的普通 UE 仍然按照原先协议中的方式生成第一组共 64 个前导,而智能电表则从普通 UE 的 64 个前导之后另外生成另一组 64 个专用前导。若普通 UE/ 智能电网需要进行随机接入过程,则分别在对应的前导组中随机选择一个前导序列进行发送。

[0025] 在 step2) 过程中,基站发送随机接入响应 RAR 来分配上行资源。如图 3 所示,在 MAC 子头部中,RAPID 字段用来表示前导的序号,6 个字节可以支持 64 个前导。我们使用 MAC RAR 中的一个 R 域,如图 4 所示,即 1 个比特的预留比特位。我们用这个比特位来标识上述的 RAPID 来自普通 UE 的前导组还是智能电表的前导组。如果 R 位是 0,就代表是普通 UE,1 就代表智能电表,这样就可以支持两组 64 个的前导,并且没有额外的信令开销。

[0026] 在 step2) 中的两组前导组使普通用户和智能电表的随机接入过程互不干扰。而且由于前导序列的增多,选择相同前导序列在同一 PRACH 资源发送的概率降低,从而降低

了 step3), step4) 中的碰撞的概率。提升了系统的性能。

[0027] 在智能电网的环境下,如智能电表上报数据,由于终端设备众多,并且周期性上报数据的特点,传统的 LTE 随机接入过程的碰撞概率会比较高,影响系统的整体性能。而本发明所提出的随机接入方法,在增加额外的信令开销的情况下,增加一组智能电网专用的随机接入前导,不仅减小了系统的随机接入碰撞概率,而且让普通的用户和智能电表的随机接入前导相分离,避免了智能电表周期上报数据时对普通用户随机接入的影响。

附图说明

[0028] 图 1 基于竞争的随机接入过程;

[0029] 图 2 MAC PDU 由一个 MAC 头部和多个 MAC RAR 组成;

[0030] 图 3 MAC 子头部;

[0031] 图 4 MAC RAR。

具体实施方式

[0032] 例如,在一个 LTE 基站覆盖范围内有多个普通用户和智能电表,在需要通信服务时进行基于竞争的随机接入过程。假设在一个时隙有 2 个普通用户和 20 个智能电表同时发起基于竞争的随机接入。在常规的随机接入方法中,共有 64 个前导,假设基于竞争的前导有 40 个,则一个用户 / 智能电表成功接入的概率为:

$$[0033] \quad P_1 = \left(1 - \frac{1}{40}\right)^{22-1} = 0.587$$

[0034] 若采用本发明的随机接入方法,即 2 个普通用户使用原有的基于竞争的 40 个前导,而智能电表使用下一组 64 个前导,则一个用户成功接入的概率为:

$$[0035] \quad P_2 = \left(1 - \frac{1}{40}\right)^{2-1} = 0.975$$

[0036] 而智能电表成功接入的概率为:

$$[0037] \quad P_3 = \left(1 - \frac{1}{64}\right)^{20-1} = 0.741$$

[0038] 由此可见,普通用户和智能电表的随机接入成功概率均有提高,并且没有额外的信令开销。

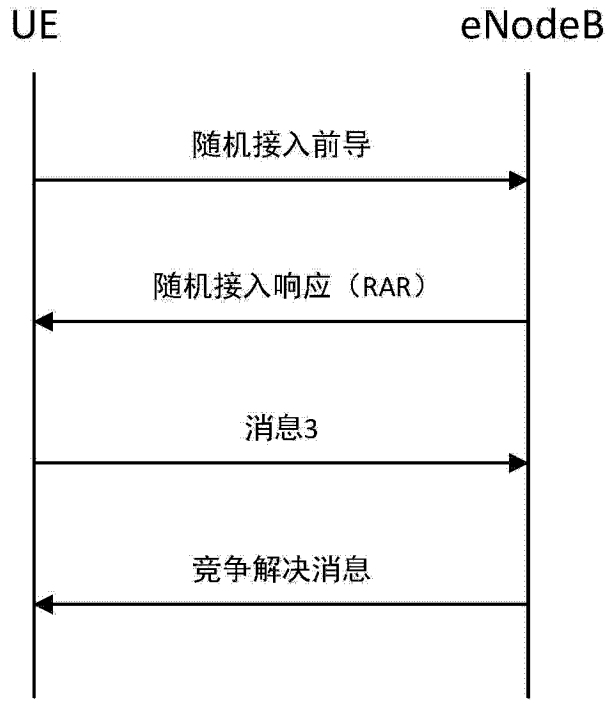


图 1

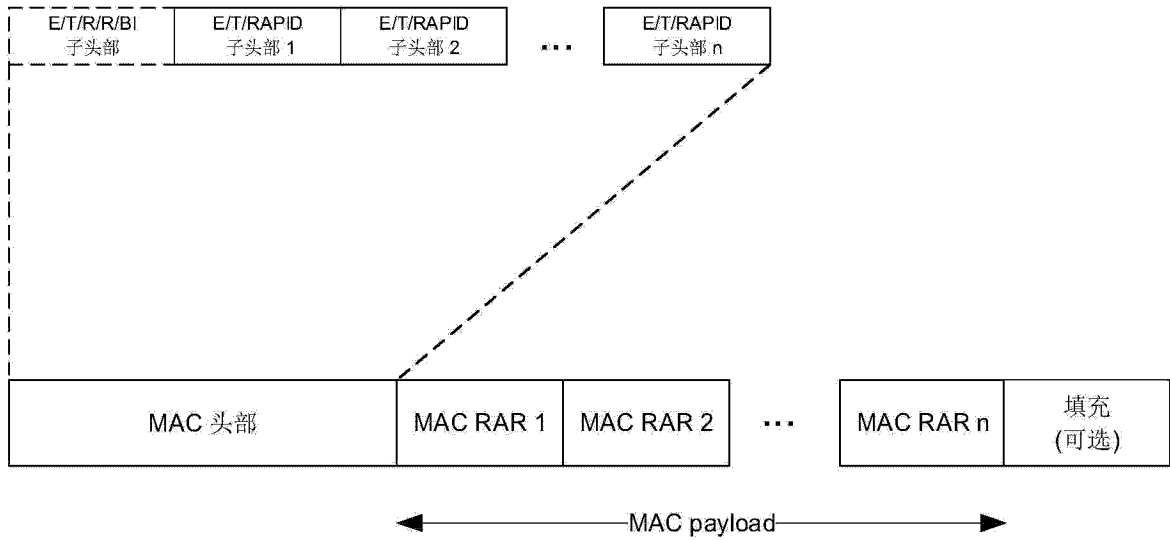


图 2

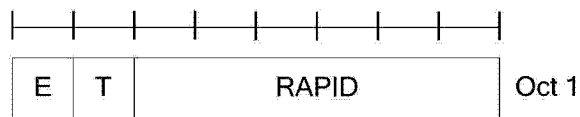


图 3

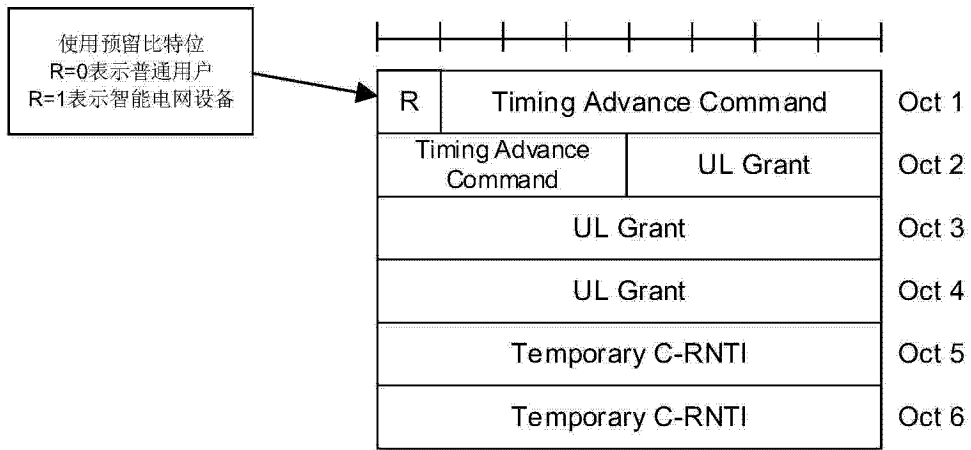


图 4