### MCPTT脱网模式发言权冲突解决方案

摘要:MCPTT脱网模式是一种无需中心服务器控制呼叫的模式。本文研究了脱网模式下用户发起呼叫的流程，并提出了一种解决发言权冲突的方法。基于该方法，本文对用户数量、话务量、网络时延等参数进行仿真。结果表明，使用该方法后，系统的请求时延、用户公平性、请求成功率等系统参数均满足MCPTT系统需求。本文可指导实际应用环境中系统参数的配置。

1 引言

随着下一代网络、IP多媒体子系统以及移动互联网等技术的高速发展，传统的数字集群通信系统依赖大量专用网络基础设施，不能满足用户的需求。2016年3月，3GPP标准组织发布了基于LTE网络的“关键任务一键通（MCPTT，Mission Critical Push To Talk）”标准。MCPTT是新一代集群通信技术标准，是一种运行在LTE网络上的全IP应用层服务，支持组呼、单呼、广播呼叫等业务，适用于执行关键任务的场景。

MCPTT脱网模式是指在网络设备的支持下，终端脱离中心服务器控制，完成基本业务。脱网模式终端机动灵活，组网迅速，避免了在网模式中心服务器维护成本高、易产生控制瓶颈、扩展性差等缺点。MCPTT脱网模式终端业务采用全分布式方式进行控制。在全分布式网络中，没有中心控制终端，业务的控制和管理功能均分散到每个终端，各终端有相同的管控能力。

2 MCPTT脱网模式组呼流程的分析

在MCPTT群组通信中，同一时刻只能有一个用户讲话。当用户需要发言时，按下PTT键请求发言权，同时开启定时器。群组中其他用户收到发言权的请求，若处于空闲状态，则不回复。待发起者定时器超时时仍未收到其他用户的拒绝发言权信令，则认为发言权授予自己，并向群组中其他用户发送发言权授予自己的信令。MCPTT用户请求发言权成功流程如图1所示。



图1 MCPTT用户请求发言权成功流程 图2 MCPTT用户请求发言权失败流程

在t1时刻，UE向其他UE发送请求发言权的信令,t2时刻定时Timer器超时，UE未收到其他UE拒绝发言权的信令，向其他用户发送发言权授予自己的信令，请求发言权成功。

当某一用户请求发言权时，群组中发言权正授予其他用户，则应在定时器超时之前收到拒绝发言权的信令，并终止发言权的请求，MCPTT用户请求发言权失败的流程如图2所示。

在t1时刻，UE向其他UE发送请求发言权的信令，t2时刻定时器超时，UE收到了其他UE拒绝发言权的信令，请求发言权失败。

当相同优先级的用户同时按下PTT键请求发言权，在定时器超时前，先收到了其他终端的发言权请求信令，此时会发生冲突。UE1在发送请求发言权信令之后，定时器超时之前，又收到了UE2请求发言权的信令，会重新开启定时器，当定时器超时后，UE1认为发言权授予自己，并向其他UE发送发言权申请成功的信令，而此时，UE2也认为自己发言权申请成功，此时系统中会有两路语音流，发生冲突。两个MCPTT用户请求发言权发生冲突的流程。

发生冲突的终端终止此次话语权的申请，并采用随机退避方式，再次发起话语权的申请。MCPTT用户在发生发言权冲突时的解决方案如图3-4所示。



图3-4 解决MCPTT用户发言权冲突流程

MCPTT脱网模式发言权控制采用随机接入的方式实现。UE1请求话语权后收到了拒绝信令，随后开启退避随机请求流程。UE1收到拒绝信令后，经过一段时间后，再次请求发言权。此时，UE2仍处于退避阶段，收到了UE1的发言权请求，则结束退避放弃申请。UE1待定时器超时后，仍未收到拒绝信令，则认为请求发言权成功，并向其他UE发送发言权授予自己的信令。通过随机退避，解决了两个用户同时发起发言权请求导致的冲突。

3 基于markov的随机退避模型

经过分析，每个节点的退避过程符合马尔可夫过程，表1列出了该过程的预设参数和求解参数。

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Constants |  |  |
| Name | Meaning | Default value |
|  | Poisson distribution parameters | 0.02 |
|  | collision window of backoff |  |
|  | Numbers of nodes | [1,25] |
|  | Collision probability | [0,1] |
|  |  |  |

在终端呼叫过程中，所有呼叫的终端并不约定时隙，因此，在每个终端发生呼叫冲突的退避过程中，时间指标和状态空间均为不连续的。而如果仅仅考虑系统空闲时的状态转移，并以网络时延为基准定义时隙，则该过程的时间指标和状态空间均为离散的，符合CW+1个状态的Markov链。

将每个终端的状态空间定义为I={idle, 0,1,2},其中idle为该终端处于空闲状态，没有呼叫将要发送。{0，1，2， i}等状态代表该终端处于退避过程中，退避计数器的值为i。由Markov一步转移概率及其性质可得，由状态i转移到状态j的概率pij满足





经过分析，该系统的一阶状态转移方程为



其中，代表该节点在当前状态产生信令且发送失败。每经过一个时隙，退避计数器的值减少1。当退避计数器的值为0时，该节点发送信令，若发送成功，则状态转移为idle，若发送不成功，则以等概率转移到[0,CW]中任何一状态。在idle状态，节点以的概率进入退避状态。

因此，对于状态空间其转移矩阵P为



由于该马尔可夫链状态有限，且不可约，不具有周期性，因此，该马尔可夫链是遍历的。符合稳态方程。

设为概率分布矩阵，其中等元素分别代表系统在t时刻处于idle等状态的稳态概率，由马尔可夫链的平稳分布性质可得

















解得

由wo可得，每个节点平稳之后，在0状态的概率为wo，其中为产生数据包的概率，w0为节点发送数据包的概率。

对于整个系统来说，系统处于繁忙状态的概率为



其中n为系统中节点总数

而系统处于繁忙状态包括某节点成功发送数据和数个节点发生碰撞两种情况。某节点成功发送数据的概率为，其实际意义为同一时刻只有一个节点发送数据包。





其中，Ps为每个节点为产生数据包的概率，而每个节点产生数据包的分布为泊松分布，在单位时间内最多产生一个，因此

4 仿真结果与分析

成功率

取lmda值为0.02，图中示出了普通，BEB,和改进markov模型下的成功率

发起时延

取lmda值为

方差，成功率方差和发起时延方差。







5 结论