|  |
| --- |
| Jpretty核心项目攻坚组 |
| **LTE 上行导频** |
| Uplink Reference Signals For LTE |

|  |
| --- |
| Jpretty  2016/7/31 |

上行一共有两种参考信号：

1. 解调参考信号(DMRS)，主要是用来PUSCH和PUCCH进行解调使用
2. Sounding参考信号(SRS)，不是随PUSCH和PUCCH一起发的，而是用来进行上行信道质量测试的

两种参考信号是使用的相同的基序列集合(都是通过ZC序列进行循环移位得到的)。

## 参考序列生成

### 基序列生成

参考信号是由ZC序列生成的基序列经过循环移位生成的(这个地方针对循环移位没有对应的取模值操作这是由于长度为的基序列本身是循环移位序列，直接乘以对应相位就可以了)：



其中参考系数的长度为是RB内的子载波数的整数倍，说明了参考序列是按照RB为单元进行映射的。多个参考信号序列都是通过不同的循环移位值进行区分的。基序列按照u取值的不同可以分为不同的组，其中u的取值范围为，在组内针对不同的v表示组内不同的基序列。在RS映射的RB数小于等于5的时候，对应的一个组内的基序列只有一个(v=0)，当RS映射的RB大于等于6的时候，对应的一个组内的基序列有两个(v=0或者1)，对应的u和v的取值范围随着组调频和序列调频进行改变，后续会进行详细讨论。基序列的生成和RS的长度有关，下面按照RS的长度的区别进行基序列生成的介绍。

1. 当基序列长度大于等于的情况下：

对于RS的长度大于等于的情况下，协议中讲解的顺序不易于理解，个人整理了在这种情况下的导频生成方案。

* 第一步首先找到小于等于RS序列长度的最大质数来作为ZC基序列的长度(这里之所以要用质数可能是因为质数长度的ZC序列的隔离度高)
* 第二步利用上面找到的这个参数以及预先配置给这个UE-RS的组号u以及组内基序列编号v计算按照下面的方式计算和(其实针对于协议中的参数计算方法一直没有找到这样做的意义，大多的参数计算是通过仿真或者序列特性得到的)：



* 第三步利用上面找到的ZC基序列长度以及参数按照下面的方式获得指定长度的ZC基序列(这里没有什么多说的，LTE中常用的ZC序列生成方案，其中表示ZC基序列的根指数，有关不同根指数下的ZC基序列之间的相关性以后可以考虑写个文档进行仿真分析)：



* 获得长度为的ZC基序列后，由于最开始的长度是小于RS长度的最大质数，所以还要根据这个基序列长度进行拓展，拓展是按照下述循环移位得到的(这样就生成了对应长度为的基序列)：



1. 当基序列长度小于的情况下：

对于RS的长度小于的情况下，协议中针对这种情况进行了单独设计，可能是由于在序列比较短的时候ZC基序列的正交性不够。对于基序列长度小于的情况下分为两种情况：

* 当RS长度为一个RB的子载波长度的情况下，基序列生成方式为(对应的相位表如协议中所示，这里不再赘述，但是需要说明的是这里提供了30种不同的基序列，为短基序列的RS提供足够的正交度)：



* 当RS长度为两个RB的子载波长度的情况下，基序列生成方式和第一种情况相同(对应的相位表如协议所示，这里也不再详述了，但是需要说明的是这里也提供了30种不同的基序列)

### 组跳频

组跳频是在RS中的一个比较特殊的情况，其实从之前的学习中也提到过，上行和下行的区别就在于，上行主要的问题在于干扰，下行在于容量，RS的设计这里也考虑到干扰随机化的问题，所以在RS设计中不同的时隙选择不同的导频进行发送，这个可以利用时域的信道时变性获得分集增益。组跳频就是用来计算不同的时隙内的u值的。

在每个时隙内的序列组号u由组跳频模板和序列移位模板按照下述方案进行计算(可以看到这里计算的时候都是按照针对30取模值得到的，和上述的u值的取值范围相对应)：



下面是协议中针对上述两个模板的介绍，一共有17种不同的跳频模板，且一共有30种不同的序列移位模板。序列组跳频可以通过一个高层分配的小区级的参数(这里需要重视的是这里是一个小区级参数！)Group-Hopping-Enabled来使能或者去使能组跳频。但是需要注意的是PUSCH的序列组跳频可以通过一个高层参数来去使能一个特定UE的序列组跳频(这个参数应该是一个UE级参数)：Disable-Sequence-Group-Hopping，而且针对这个UE如果小区级参数配置了组序列跳频，但是上面这个UE级参数去使能了这个UE的组跳频，那么这个UE就不能组跳频(不太清楚这个参数存在的意义，是不是为了考虑部分UE能力不够，无法进行组跳频而配置的)。除非这个对应的PUSCH的传输是针对RA-GRANT的传输或者是同一个传输块的重传(这是也不太清楚为什么要这么做，猜想应该是在重传或者RA-GRANT的时候为了保证传输的准确性，所以还是要尽可能的提高RS的随机度)。这里需要注意的是PUCCH和PUSCH采用的同样的跳频模板，但是有可能使用的是不同的序列移位模板。

组跳频模板对于PUSCH和PUCCH是一样的，在协议中是按照下述的方式进行计算的(其中如果组跳频是去使能或者使能的情况下分成两个分支进行分别处理，其中使能情况下的伪随机序列的生成初始参数在每一个无线帧开始的时候由小区ID决定)：



针对序列移位模板的话PUSCH和PUCCH是不一样的，对于PUCCH来说，序列的移位模板也有小区ID决定。

针对PUSCH的序列移位模板来说相对于PUCCH来说额外会多一个偏移值，这个值是由高层配置的，且取值范围属于0至29(个人觉得其实组跳频模板和序列移位模板从本质上就是将所有UE能够使用的RS区分为若干个组和组内偏移)。

### 序列跳频

序列跳频只能使用在长度大于等于6个RB的RS长度的情况下(为什么只能用在大于等于6个RB的情况下，这是由于上面在介绍基序列的时候大于等于6个RB的时候每一个组内的v有两种，序列跳频也就是在这两种组内的基序列之间进行选择)。

在RS的长度小于等于6个RB的情况下没有序列跳频，所以在基序列生成的时候选择v等于0。对于RS的长度大于6个RB的情况下基序列的v的取值为：



其中两个分支的第一个分支表示的是组跳频和序列跳频均使能的情况下采用的是第一种方式，第二个分支表示的是上述两个条件中的任意一个不满足的时候的时候序列跳频中的v取0。

下面是协议中针对序列跳频中的介绍，和组跳频的情况类似，首先通过一个高层参数Sequence-Hopping-Enable来使能或者去使能序列跳频。同样的，之前这个参数是一个小区级参数，针对序列跳频来说也有一个UE级参数用来去使能小区级参数的配置，不管小区级参数如何配置所有UE的序列跳频，这个UE级的参数都能去使能对应的UE的序列跳频。同样的，针对RA-GRANT和PUSCH的重传采用这个去使能要慎重，因为上述这两种情况对于传输可靠性要求很高。

另外需要注意的是，上述第一个分支的里面对应的随机序列的初始值除了由小区编号以外，还和上一节中介绍的序列移位模板有关(LTE中还有很多模块耦合的类似分析，在实际模块分析的时候尽量想要去耦合，将模块的设计耦合度降低到最小，但是为了保证传输的可靠性，部分的耦合性是必须的)。

## 解调参考信号(DMRS)

## Sounding参考信号(SRS)