系统信息 (SI) 的调度

小区搜索过程之后,UE已经与小区取得下行同步,得到小区的 PCI(Physical Cell ID)以及检测到帧的 timing(即 10ms timing)。接着,UE 需要获取到小区的系统信息(System Information),以便接入该小区并在该小区内正确地工作。

系统信息是小区级别的信息,即对接入该小区的所有 UE 生效。系统信息是以系统信息块(System Information Block, SIB)的方式组织的,每个 SIB 包含了与某个功能相关的一系列参数集合。SIB 的类型包括:

类型	内容	周期(ms)	传输信道
MIB	包含一些数量有限但最重要也最频繁发送的参数 ,UE必须使用这些参数来获取其它的系统信息 。见36.331的IE: MasterInformationBlock 包含用来判断某小区是否适合用于小区选择的参	40	всн
SIB1	数,以及其它SIB的时域调度信息。见36.331的 IE: SystemInformationBlockType1		
SIB2	包含了公共或共享信道的信息,对所有UE通用	由SIB1配置,见36.331的IE:Syst emInformationBlockType1的字段 : <i>SchedulingInfoList</i>	
SIB3~SIB8	包含了intra-frequency,inter- frefquency以及inter- RAT小区重选相关的参数		
SIB9	包含home eNodeB的名字		
SIB10~SIB12	包含地震、ETWS和CMAS警告消息		
SIB13	包含MBMS相关控制信息		

图 1: 系统信息类型

并不是所有的 SIB 都必须存在。例如对于运营商的基站而言,就不需要 SIB9,如果某小区不提供 MBMS,就不需要 SIB13。

有 3 种类型的 RRC 消息用于传输系统信息: MIB 消息、SIB1 消息、一个或 多个 SI 消息。

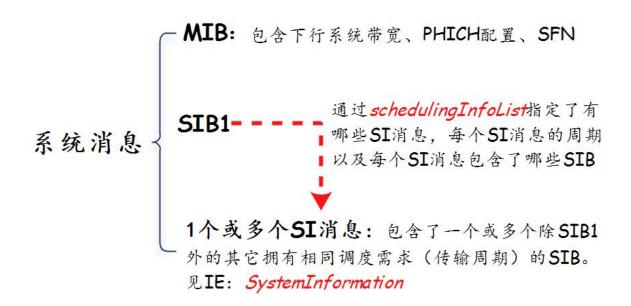


图 2: 3 类用于发送系统信息的 RRC 消息

注意: 物理层限制了某个 SIB (个人觉得更好的描述是 SI 和 SIB1) 的最大 size。如果使用 DCI format 1C,则最大 size 为 1736 bit (217 byte);如果使用 DCI format 1A,则最大 size 为 2216 bit (277 byte)。

MIB在PBCH上传输。BCH时域上位于子帧 0 的第 2 个 slot 的前 4 个 OFDM symbol, 频域上占据 72 个中心子载波(不含 DC)。对应 RE 不能用于发送 DL-SCH 数据。

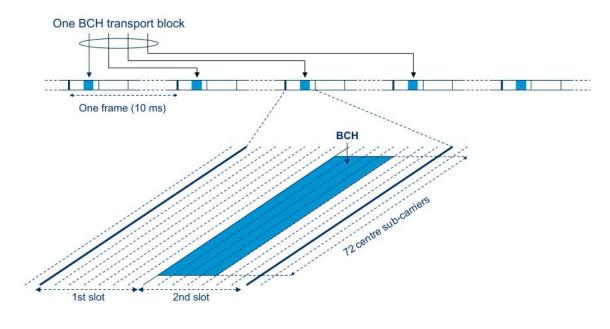


图 3: BCH 传输信道的资源映射

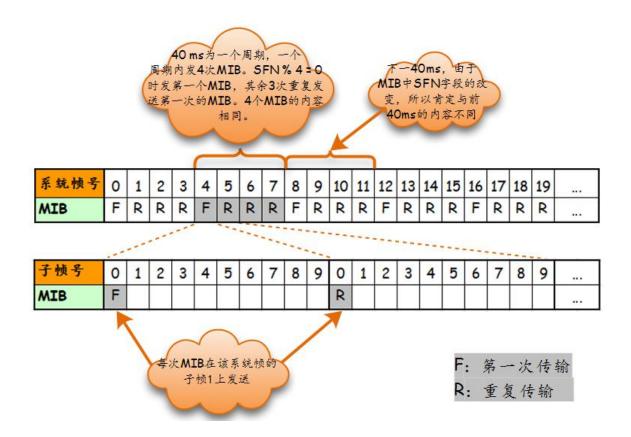


图 4: MIB 在时域上的调度

SIB1 的周期为 80ms,且在该周期内 SFN % 2 = 0 的系统帧的子帧 5 上重复发送同一 SIB1。但与 MIB 所在的时频位置固定不同,SIB1 和 SI 消息都在 PDSCH 上传输,且 SIB1 和 SI 消息所占的 RB(频域上的位置)及其传输格式是动态调度的,并由 SI-RNTI 加扰的 PDCCH 来指示。

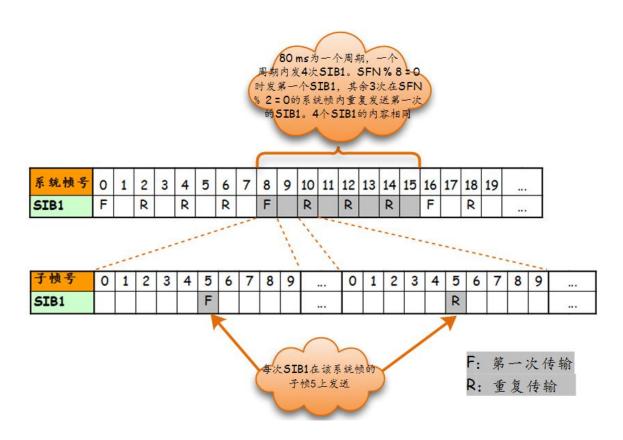


图 5: SIB1 在时域上的调度

每个 SI 消息包含了一个或多个除 SIB1 外的拥有相同调度需求的 SIB(这些 SIB 有相同的传输周期)。一个 SI 消息包含哪些 SIB 是通过 schedulingInfoList 指定的。每个 SIB 只能包含在一个 SI 消息中,且 SIB2 总是放在 schedulingInfoList 指定的 SI 列表的第一个 SI 消息项中,所以 schedulingInfoList 中并不指定 SIB2 所在的 SI。

```
SystemInformationBlockType1 ::=
                                    SEQUENCE {
    cellAccessRelatedInfo
                                        SEQUENCE
        plmn-IdentityList
                                            PLMN-IdentityList,
        trackingAreaCode
                                            TrackingAreaCode,
        cellIdentity
                                            CellIdentity,
        cellBarred
                                            ENUMERATED {barred, notBarred},
                                            ENUMERATED {allowed, notAllowed},
        intraFreqReselection
        csg-Indication
                                            BOOLEAN.
        csg-Identity
                                            CSG-Identity
                                                                    OPTIONAL
    cellSelectionInfo
                                        SEQUENCE {
                                            Q-RxLevMin,
        q-RxLevMin
                                                                    OPTIONAL.
        q-RxLevMinOffset
                                            INTEGER (1..8)
    p-Max
                                                                    OPTIONAL,
                                        INTEGER (1..64),
    freqBandIndicator
                                         SchedulingInfoList,
   schedulingInfoList
    tdd-Config
                                        TDD-Config
                                                                    OPTIONAL,
   si-WindowLength
                                        ENUMERATED
                                            ms1, ms2, ms5, ms10, ms15, ms20,
                                            ms40},
    systemInfoValueTag
                                        INTEGER (0..31),
                                        SystemInformationBlockType1-v890-IEs
    nonCriticalExtension
    OPTIONAL
SchedulingInfoList ::= SEQUENCE (SIZE (1..maxSI-Message)) OF SchedulingInfo
                                                              每个SI有一个SchedulingInfo,
SchedulingInfo ::= SEQUENCE { <-
                                                                   即SI的时域调度信息
    si-Periodicity
                                        ENUMERATED {
                                            rf8, rf16, rf32, rf64, rf128, rf256, rf512},
    sib-MappingInfo
                                        SIB-MappingInfo
SIB-MappingInfo ::= SEQUENCE (SIZE (0..maxSIB-1)) OF SIB-Type 每个SI包含的SIB, 没有SIB2,
                                                              因为它总是放在第一个SI中
                                    ENUMERATED {
    sibType3, sibType4, sibType5, sibType6,
SIB-Type ::=
                                        sibType7, sibType8, sibType9, sibType10,
                                        sibType11, sibType12-v920, sibType13-v920, spare5,
                                        spare4, spare3, spare2, spare1, ...}
```

图: SIB1 信息(包含了 SI 的调度信息)

每个 SI 消息只在一个 SI 窗口(SI-windows)中传输: 1)一个 SI 消息跟一个 SI 窗口相关联,该 SI 窗口内只能发这个 SI 消息且可以重复发送多次(发多少次,在哪些子帧上发送等,取决于 eNodeB 的实现),但不能发送其它 SI 消息; 2)SI 窗口之间是紧挨着的,既不重叠,也不会有空隙; 3)所有 SI 消息的 SI 窗口长度都相同: 4)不同 SI 消息的周期是相互独立的。

前面我们已经介绍过 MIB 和 SIB1 的时域调度,接下来我们会详细介绍 SI 消息的时域调度。

首先需要确认每个 SI 消息对应的 SI 窗口的起始位置以及 SI 窗口的长度。

SI 窗口的长度由 SystemInformationBlockType1 的 si-WindowLength 字段指定,其以 ms 为单位。

SystemInformationBlockType1的 schedulingInfoList 指定了 SI 消息的列表,每个 SI 消息在该列表中的顺序以 n 表示(从 1 开始)。假如 schedulingInfoList 中指定了 4 个 SI 消息,则会有 4 个连续的 SI 窗口用于发送这 4 个 SI 消息,而 n 表明了 SI 消息在第几个 SI 窗口。

此时每个 SI 消息有一个 x = (n-1)*w, 其中 w 为 si-WindowLength。可以看出, x是以 ms 为单位的。

则 SI 窗口的起始帧满足 SFN % T = FLOOR(x / 10), 其中 T 为对应 SI 消息的周期,由 si-Periodicity 指定。SFN % T 保证了 SI 的周期,FLOOR(x / 10)确定 SI 窗口在周期内的起始系统帧(一个系统帧为 10ms,所以有 x / 10)。

SI 窗口的起始子帧为#a, 其中 a = x % 10。

从公式可以看出,x决定了 SI 窗口在该 SI 周期内的起始帧和起始子帧; SFN % T保证了 SI 窗口在 SI 周期内只出现一次;而 x = (n-1)*w 保证了 SI 窗口之间紧挨,不重叠,没有空隙。(SI 窗口起始帧和起始子帧的的计算,详见 36.331 的 5.2.3 节)

SI 窗口确定了以后, eNodeB 会决定在该窗口内调度多少次同一 SI, 不同厂商的实现可能不同。但某些子帧不能用于调度 SI 消息:

- SFN % 2 = 0 的系统帧内的子帧 5
- 任一 MBSFN 子帧
- TDD 中的上行子帧

下图是一个关于SI调度的例子。

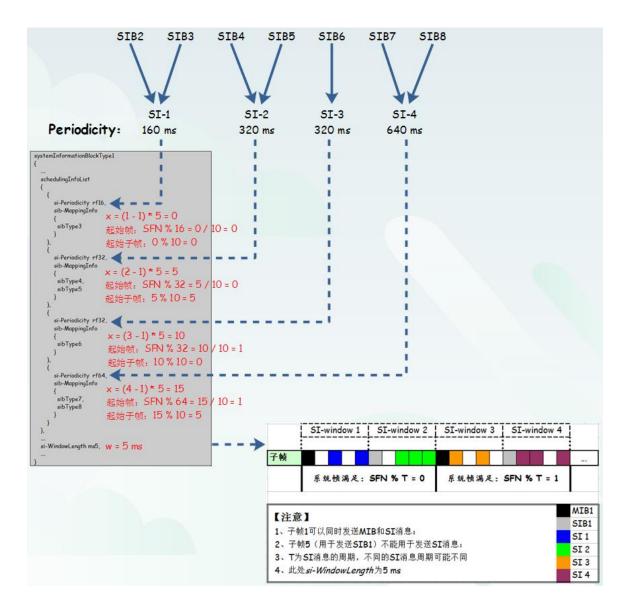


图: SI 调度的一个例子

可以看出,SI不需要再时间窗内的连续子帧上传输。并且,在某个子帧上是否存在SI消息.是通过SI-RNTI加扰的PDCCH来指示的。

在 SI 较小而系统带宽较大的情况下,一个子帧可能足以发送该 SI,但在其它情况下,可能需要使用多个子帧来发送一个 SI 消息。在后一种情况,会将整个 SI 消息进行信道编码后分成多份,然后放在多个子帧(不要求是连续子帧)上传输。而不是先分割成多份,然后独立地信道编码后传输。

简单小结: MIB和 SIB1 在时域上的位置和周期是固定的,而 SI 消息在时域上的位置和周期是由 SIB1 指定的。eNodeB 只会通过

SystemInformationBlockType1告诉UE有哪些SI,每个SI包含了哪些SIB,

这些 SI 会在哪个 SI 窗口发送以及 SI 窗口的时域位置和长度,但不会告诉 UE 在 SI 窗口的哪些子帧调度了该 SI。当 UE 需要某个 SIB 时,它就会在该 SIB 对应的 SI 消息对应的 SI 窗口的每个子帧(从 SI 窗口的起始子帧开始,共持续 si-WindowLength 个子帧,但不包含那些不能调度 SI 的子帧),使用 SI-RNTI 去尝试解码,直到成功接收到 SI 消息为止。

载波聚合对系统信息的影响

UE 只会在 PCell 上从广播消息中获取系统信息。对于 SCell 而言,其系统信息是在添加 SCell 时,通过 RRCConnectionReconfiguration 的 SCellToAddMod-r10 下发给 UE 的。如果某个 SCell 的系统信息发生改变,eNodeB 会让 UE 先释放该 SCell,然后重新添加该 SCell 以通知 UE 系统信息的变化。这从 36.331 中的5.3.10.3b 中可以看出,在添加 SCell(SCell addition)时,是应用radioResourceConfigCommonSCell 的配置的,但在修改 SCell(SCell modification)的信息时,是不应用 radioResourceConfigCommonSCell 的配置的,所以需要先删除再添加 SCell 以通知 UE 该 SCell 系统信息的变化。

注意: eNodeB 在 RRCConnectionReconfiguration 配置的系统信息可以与该 SCell 广播的系统信息不同。

【参考资料】

- [1] TS 36.331 5.2 System Information
- [2] 《4G LTE/LTE-Advanced for Mobile Broadband》的 14.2 节
- [3] 《LTE The UMTS Long Term Evolution, 2nd Edition》的 3.2.2 节
- [4] <u>SI 的调度</u>
- [5] LTE 系统中 UE 接收系统消息解析

注:更多内容,请参见我的博客: http://blog.sina.com.cn/ilte。如需转载,请标明出处。

作者: 温金辉