

LTE时频资源

emacsun

目录

1 空口 (Air Interface)	1
2 频谱资源	1

本文总结LTE系统的无线接入技术尤其是其物理层的一些核心技术。正是在其空口 (Air Interface) 中采用了这些核心技术, LTE系统才有相对于之前无线通信协议的巨大飞跃。围绕这些技术, 我们逐步讨论LTE系统的优缺点。本文中涉及的几个主题包括: 1) LTE所使用的无线频谱, 2) TDD和FDD双工模式, 3) 带宽分配, 4) 帧格式, 5) LTE的时频资源表示, 6) LTE的上下行数据处理过程, 7) 自适应编码调制。总之内容比较广泛, 并不会在某一个主题上逗留过多篇幅。但是, 感谢知识电子化带来的便利: 在每一个主题上都及时的加入了更深入的链接跳转, 读者完全可以根据自己的兴趣选择是否调到自己想要了解的主题 (感谢万能的Internet)。

光说不练那是假把式, 配合本文提供的框架式的描述以及所给链接的帮助, 我们完全可以使用Matlab仿真LTE系统的物理层。事实上, 我在另外的文章中描述了LTE物理层信号处理过程的Matlab仿真。

1 空口 (Air Interface)

如果妇孺皆知有点过分的话, 用众所周知就差不多: LTE系统的下行链路空口基于OFDM技术, 上行链路空口基于SC-OFDM技术。无论是上行还是下行都与OFDM紧密相关。采用OFDM技术的最重要的优点有: 1) 有效的对抗多径效应引起的码间干扰, 2) 允许相邻子载波之间有一半重叠 (大大提高了频谱效率), 3) 使用FFT技术快速实现, 4) OFDM技术天然与MIMO技术完美的结合, 5) 把宽带转换成多个窄带从而避免频率选择性衰落, 6) 灵活的资源分配。正是这些优点让OFDM技术成了LTE系统的十全大补丸。

由于采用了OFDM技术, LTE系统不仅可以灵活的分配时频资源还可以方便的支持多种物理带宽。在LTE系统中, 频谱资源的划分与使用非常的灵活, 这要归功于OFDM技术和MIMO技术的默契配合。另外, 为了降低延迟, LTE系统的帧长为10ms, 较短的帧长使得信道估计以及终端与基站之间反馈变得更加可靠, 值得一提的是在下一代移动通信系统中, 即即将到来的5G帧长会进一步被缩短, 有可能实现1ms短帧。

2 频谱资源

LTE协议为该系统指定了不同物理频带的可用频谱资源。LTE系统的一个特性就是与之前的无线系统兼容, 所以3GPP之前为3G划分的频谱可以用于LTE系统中。当然, 除了之前3GPP划分的3G频带, LTE系统额外指定了新的频谱资源。不同的国家为LTE划分的频带也不同, 这样LTE系统支持所有的频带保证了一部手机走天下 (当然, 有些运营商会对手机添加软件锁或者电信设备制造商会故意阉割对某些频带的支持, 这些都是出于利益考虑。技术上, 支持LTE全频带的手机可以做到一机走天下)。

同之前的3GPP标准一样, LTE系统支持FDD和TDD双工传输模式。在FDD系统中, 频谱是成对划分的, 分别用于上行和下行数据传输。FDD的频谱就像双向车道一样, 你来我往在不同的道路上, 互不干扰。在TDD系统中, 上下行传输在不同的时间使用相同的频谱。TDD的频谱就像有些地方的潮汐车道一样, 你来我往在同一车道, 但是不同的时间。比较而言, TDD双工模式更有利于零碎频谱的使用。毕竟, 频谱资源是有限且不可再生的。所以向FDD那样划分成对频谱并不是那么容易。

3GPP的Release 11标准为LTE的FDD模式划分了25对频带，如下图所示：

Operating band index	Uplink (UL) operating band frequency range (MHz)	Downlink (DL) operating band frequency range (MHz)	Duplex mode
1	1920–1980	2110–2170	FDD
2	1850–1910	1930–1990	FDD
3	1710–1785	1805–1880	FDD
4	1710–1755	2110–2155	FDD
5	824–849	869–894	FDD
6	830–840	875–885	FDD
7	2500–2570	2620–2690	FDD
8	880–915	925–960	FDD
9	1749.9–1784.9	1844.9–1879.9	FDD
10	1710–1770	2110–2170	FDD
11	1427.9–1447.9	1475.9–1495.9	FDD
12	699–716	729–746	FDD
13	777–787	746–756	FDD
14	788–798	758–768	FDD
15	Reserved	Reserved	FDD
16	Reserved	Reserved	FDD
17	704–716	734–746	FDD
18	815–830	860–875	FDD
19	830–845	875–890	FDD
20	832–862	791–821	FDD
21	1447.9–1462.9	1495.9–1510.9	FDD
22	3410–3490	3510–3590	FDD
23	2000–2020	2180–2200	FDD
24	1626.5–1660.5	1525–1559	FDD
25	1850–1915	1930–1995	FDD

图 1: Release 11 LTE FDD频带划分

3GPP的Release 11标准为LTE的TDD模式划分了11对频带，编号为33到43，如下图所示：

Operating band index	Uplink and downlink operating band frequency range (MHz)	Duplex mode
33	1900–1920	TDD
34	2010–2025	TDD
35	1850–1910	TDD
36	1930–1990	TDD
37	1910–1930	TDD
38	2570–2620	TDD
39	1880–1920	TDD
40	2300–2400	TDD
41	2496–2690	TDD
42	3400–3600	TDD
43	3600–3800	TDD

图 2: Release 11 LTE TDD频带划分