

TD-SCDMA 手机的 PLMN 最佳搜索算法研究*

常 爽,刘鸿雁,郑建宏

(重庆邮电学院,重庆 400065)

摘 要:手机 PLMN 搜索算法用于查找当前可探知的 PLMN 网络。它的性能将直接影响到后续的 PLMN 网络选择的效率。提出了一种用于 TSM 的 PLMN 最佳搜索算法。为阐述方便,文章首先简要介绍了 TSM 协议、PLMN 选择和 TD-SCDMA 物理层的一些相关的知识。

关键词:TD-SCDMA; TSM; PLMN 选择; PLMN 搜索算法

中图分类号: TN929.733 **文献标识码:** A

The Optimal PLMN Search Algorithm of TD-SCDMA User Equipment

CHANG Shuang, LIU Hong-yan, ZHENG Jian-hong

(Institute of Telecommunications & Information Engineering, Chongqing
University of Posts and Telecommunications, Chongqing 400065, China)

Abstract: PLMN search algorithm is used to detect the current existing PLMNs during the PLMN selection process. The quality of algorithm would largely affect the efficiency of PLMN selection. An optimum PLMN search algorithm, which is designed for TSM, is suggested in this paper. At the same time, the article gives a concise introduction to TSM, TD-SCDMA and PLMN selection.

Key words: TD-SCDMA; TSM; PLMN selection; PLMN search algorithm

1 TSM 和 PLMN 选择简介

TSM(TD-SCDMA System for Mobile)协议是 TD-SCDMA 物理层标准与修改过后的 GSM 高层协议相结合的产物。它不但具有 TD-SCDMA 系统的高容量和高频谱利用率的优点,而且充分利用了当前的 GSM 网络设备以保护现有投资,是为我国从第二代 GSM 系统向第三代移动通信系统渐进发展定制的过渡标准。

PLMN(Public Land Mobile Network)即公共

陆地移动网络。用户通过它可获得包括语音业务在内的各种业务。从系统角度看,PLMN 是由基站系统(BSS: Base Station System),交换和管理子系统(SMSS: Switching and Management Subsystem)和操作和维护子系统(OMS: Operation and Maintenance Subsystem)三大子系统组成的。从功能上讲,PLMN 包括移动台(MS)、基站系统(BSS)、移动交换中心(MSC)、归属位置寄存器(HLR)、访问位置寄存器(VLR)、组呼叫寄存器(GCR)和操作维护中心(OMC)等功能实体。此外,PLMN 也可被视为其他网络(比如 ISDN 网或 PSTN 网)的扩展。

* 收稿日期:2000-11-05

作者简介:常爽(1974-),男,四川成都人,西安交通大学无线电系本科毕业,重庆邮电学院硕士研究生,主要研究方向为第三代移动通信高层信令;刘鸿雁,男,1991年内蒙古大学物理系本科毕业,讲师,研究方向为第三代移动通信及移动互联网。

PLMN 是用 MNC(移动网号)和 MCC(移动国家号)的组合来进行标识的。这种标识方式保证了其在全球范围内的唯一性。不同的 PLMN 属于不同的运营商,而在一个地区可能同时并存多个 PLMN,在这种情况下,就存在着 PLMN 的选择问题。

对用户来说 PLMN 可分为归属的 PLMN 和访问的 PLMN。归属 PLMN (HOME PLMN, 略为 HPLMN), 其 MCC 和 MNC 与用户 IMSI 中的 MCC 和 MNC 相同; 访问 PLMN (VISITOR PLMN, 略为 VPLMN), 是除去 HPLMN 在外的其它 PLMN。下面简要介绍 PLMN 选择的规则。

(1) PLMN 选择发生的 3 种情况

- 手机刚开机,或丢失覆盖后重新恢复覆盖;
- 用户要求 PLMN 重选;
- 手机在 VPLMN 中进行周期的搜索 HPLMN。

(2) 手机刚开机或丢失覆盖后重新恢复的 PLMN 选择规则

在手机开机或丢失覆盖后重新找到覆盖情况下,手机将首先选择它上次已成功登记的 PLMN,并试图在其上进行登记。如果登记不成功,或者该网络未被发现,则手机将进行 PLMN 选择。这种 PLMN 选择分为 2 种方式:自动和手动。

对于自动方式,按照 PLMN 在下面排列的先后顺序来进行:

- HPLMN;
- 按照优先级顺序选择在“PLMN 选择器”(PLMN selector)中存储的 PLMN。PLMN 选择器的数据保存在 SIM 中;

• 如果上述 PLMN 不可用,则在余下的接收信号强度超过 -85 dBm 的那些 PLMN 中进行随机选择;

• 如果上述 PLMN 还不可用,则在余下的网络中按照信号强度由强到弱地进行;

对于手动方式,手机将把所探测到的 PLMN,包括“被禁止的 PLMN”在内的全部 PLMN 按下列排列顺序显示出来,供用户选择。

- HPLMN;
- 按照优先级顺序显示在“PLMN 选择器”(PLMN selector)中存储的 PLMN;

• 其它的接收信号强度超过 -85 dBm 的那些 PLMN(这部分 PLMN 是随机排列的);

• 余下的被探测到的 PLMN(这部分 PLMN 是按照其信号强度由强到弱地进行排列)。

(3) 用户要求 PLMN 重选时 PLMN 选择规则

对于自动方式,按照 PLMN 在下面排列的先后顺序来进行选择:

- HPLMN;
- 按照优先级顺序选择在“PLMN 选择器”(PLMN selector)中存储的 PLMN;
- 如果上述 PLMN 不可用,则在余下的接收信号强度超过 -85 dBm 的那些 PLMN(这里将不包含重选前曾被选择过的那个 PLMN)中进行随机地选择;

• 如果上述 PLMN 还不可用,则或者在余下的 PLMN(这里将不包含重选前曾被选择过的那个 PLMN)中按照信号强度由强到弱地进行选择,或者是直接选择先前曾被选择的那个 PLMN;

• 在 PLMN 重选之前曾被选择过的那个 PLMN。

对于手动方式,手机将把探测到的,包括“被禁止的 PLMN”在内的全部的 PLMN 按以下顺序显示出来,供用户选择。

- HPLMN;
- 按照优先级顺序显示在“PLMN 选择器”(PLMN selector)中的存储的 PLMN;

• 其它的接收信号强度超过 -85 dBm 的那些 PLMN(这部分 PLMN 是随机排列的);

• 余下的被探测到的 PLMN(这部分 PLMN 是按照信号强度由强到弱地进行排列)。

(4) 手机在 VPLMN 中周期的搜索 HPLMN

当用户在本国的 VPLMN 中漫游时,手机如果处于空闲模式下,则将周期性的去查找 HPLMN。如果未找到,则依然留在原 VPLMN 中。

2 TD-SCDMA 物理层介绍

物理层与 PLMN 搜索紧密相关,它很大程度上决定了 PLMN 搜索的速度。下面把 TD-SCDMA 物理层的相关部分简要介绍一下。

2.1 帧结构

TD-SCDMA 的码片速率为 1.28Mchip/s。在每个 TDMA 帧中有 7 个正常时隙和 3 个特殊时隙。7 个正常时隙分别编号为 Ts_0, Ts_1, \dots, Ts_6 。3 个特殊时隙是下行导频时隙 (DwPTS), 上行导频时隙 (UpPTS) 和保护时隙 (GP), 如图 1 所示。

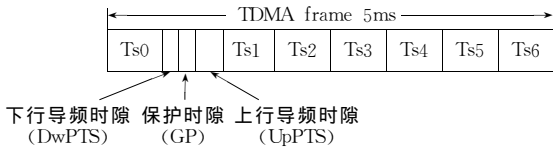


图1 TDMA帧结构图

在 TD-SCDMA 中有 2 种类型的复帧：一种是由 48 个 TDMA 帧组成的控制复帧 (Control multi-frame)；另一种是由 24 个 TDMA 帧组成的业务复帧 (Traffic multiframe)。由 24 个控制复帧或者是 48 个业务复帧组成一个超帧 (Superframe)，最后由 2048 个超帧组成一个高帧 (Hyperframe)。一个控制复帧又被分为 12 个块 (Interleaving frame)，每块由连续的 4 帧构成，通过这 4 帧的 SYNC 码的相位组合可以唯一的标识该块。

2.2 码组 (Code Group)

在 TD-SCDMA 系统中为每一个小区分配一个码组作为小区标识。这样的码组一共有 32 个。每个码组由 1 个 SYNC 码, 8 个 SYNC1 码, 4 个 Scrambling 码和 4 个 Basic Midamble 码组成。在 Scrambling 码和 Basic Midamble 码之间是一一对应的。SYNC 码用于区别小区的功能类似于 GSM 中的 BCC (Basestation Color Code)；而 Basic Midamble 码则可以用来区分小区所在的 PLMN，这点同于 GSM 中的 NCC (Network Color Code)。在同一国家内部，不同 PLMN 可以通过分配不同的频率来区别。而在国家的边界地区，不同国家的 PLMN 完全可能使用相同频率。这种情况下，不同国家的 PLMN 在边界地区将使用不同的 NCC (Basic Midamble 码)，这样就可以区别那些同频率，同 SYNC 码但属于不同 PLMN 的小区。

2.3 信道

在 TD-SCDMA 中有下行导频时隙物理信道 (DwPTS)，上行导频时隙物理信道 (UpPTS)，专用物理信道 (DPCH)，公共控制物理信道 (CCPCH)，

包数据物理信道 (PDCH) 和保护间隙 (Guard Period) 共 6 种物理信道。公共控制物理信道 (CCPCH) 又被分为主公共控制物理信道 (P-CCPCH) 和第二公共控制物理信道 (S-CCPCH)。对于 BCCH, PCH, AGCH, CBCH, FACH 和 NCH 这些逻辑信道就分配在 CCPCH 上。其中, BCCH 只能出现在 P-CCPCH 上, 它将占据每一个控制复帧的第一块 (必须占用) 和第二块 (是否占用要视系统配置而定)。

3 TSM 的 PLMN 最佳搜索算法

TSM 的 PLMN 搜索算法在不同的 PLMN 选择情况下会略有不同。下面给出在手机刚开机或丢失覆盖后重新恢复覆盖情况下, 用于自动方式 PLMN 选择的最佳搜索算法。它分为 2 个步骤, 在步骤 2 中又分解成几个子步骤。在没有注明跳转的情况下, 按步骤 (子步骤) 的序号顺序执行。

为表示方便, 下文用黑斜大写字母表示集合, 对集合元素用普通大写字母表示。

步骤 1: 在系统的全部运营频点上, 通过相关 SYNC 码和检测 P-CCPCH 上的 midamble 码的方法搜索可能存在的小区。

设搜索到的小区的集合为 C , 根据小区的频率和 NCC, 将其划分为一组不相交的子集 $P_{f,n}$, 每个子集中的元素为具有相同频率和 NCC 值的小区。小区用 $C_{f,n,k}$ 表示, 其中 f 为频率号, n 为 NCC 值, k 为序号。它们满足如下关系:

$$C = \bigcup_{\substack{1 \leq f \leq F \\ 0 \leq n \leq 3}} P_{f,n}$$

其中, f 为频率号, F 为频点总数, n 为 NCC 值)。

$$P_{f,n} \cap P_{f',n'} = \emptyset \quad (f \neq f', n \neq n')$$

且有:

$$P_{f,n} = (C_{f,n,1}, C_{f,n,2}, \dots, C_{f,n,c(f,n)})$$

其中, $c(f,n)$ 表示 $P_{f,n}$ 中小区的总数。

步骤 2: 接收小区系统消息, 合并具有相同 MNC 和 MCC 的 $P_{f,n}$ 。其计算过程如下:

(1) 如果存在 MNC 和 MCC 未知的 $P_{f,n}$ 子集而且该子集中存在未接收过系统消息的小区, 则执行 (2); 否则跳转到 (7);

(2) 从 MNC 和 MCC 未知的所有 $P_{f,n}$ 子集 ($1 \leq f \leq F, 0 \leq n \leq 3$) 所包含的未接收过系统消息的小区中, 选择其 SYNC 码的 RSCP (接收信号功率) 最大的小区, 开始接收它的系统消息; 设选中的小区所在的子集为 $P_{f,n}$;

(3) 如果不能正确接收该小区的系统消息, 则跳转到 (1); 否则执行 (4);

(4) 从接收到的系统消息中解出 MNC 和 MCC. 停止接收系统消息. 根据子集 $P_{f,n}$ 的下标将 MNC 和 MCC 标记为 $MNC_{f,n}$ 和 $MCC_{f,n}$;

(5) 如果存在其它已知 MNC 和 MCC 的子集 (设它为 $P_{f',n'}$), 则执行 (6); 否则跳转到 (1);

(6) 如果 $MNC_{f,n} = MNC_{f',n'}$ 且 $MCC_{f,n} = MCC_{f',n'}$, 则令子集 $P_{f',n'} = P_{f',n'} \cup P_{f,n}$, 然后删除 $P_{f,n}$ 子集; 最后跳转到 (1);

(7) 删除那些 MNC 和 MCC 未知的 $P_{f,n}$ 子集;

(8) 算法结束。

算法结束后, 剩下的所有 $P_{f,n}$ 子集就代表了手机当前所能探测到的全部 PLMN, 而每个 $P_{f,n}$ 子集中的元素就是手机当前所能探测到的同一个 PLMN 的小区。另外, 如果所在国家对 PLMN 的频点划分有其他附加规定的话, 还可加快 $P_{f,n}$ 子集的合并。其它 PLMN 选择情况下的 PLMN 最佳搜索算法与之差异不大, 在此就不再赘述了。

4 算法分析和结论

4.1 上述算法的时间估计

由于用于程序数据处理的时间很短, 故完全可将其忽略, 而只计算搜索和接收系统消息过程中所用的时间。设搜索到的小区总数为 N , 步骤 1 和步骤 2 所需时间分别为 T_1 和 T_2 , 整个算法所用时间为 T , $T = T_1 + T_2$ 。

(1) 步骤 1 的时间估计

设每个小区的平均探测时间为 T_d , 则:

$$T_1 = N * T_d$$

(2) 步骤 2 的时间估计

设非空 $P_{f,n}$ 子集个数为 P_n , 单个小区系统消息接收时间的数学期望为 T_s , 忽略在不能正确接收的小区上花费的时间, 则 T_2 可近似为:

$$T_2 \approx P_n * T_s$$

最后整个算法所用时间 T 为:

$$T = T_1 + T_2 = N * T_d + P_n * T_s$$

在实际过程中, $T_1 \ll T_2$, 所以, $T \approx T_2 = P_n * T_s$. 由于被选中的小区是当前未知 MCC 和 MNC 的 $P_{f,n}$ 子集的并集中信号最强的小区, 在一般情况下, 每个小区的系统消息接收时间 T_c 可近似认为满足在 $[T_p + 0.02 \text{ s}, T_p + 1.695 \text{ s}]$ 上的均匀分布。其中 T_p 为准备接收小区系统消息所用的时间开销, 0.02 s 表示在最好情况下所用时间 (只有 4 帧), 1.695 s 为在系统消息 3 出现的最长周期 (7 个控制复帧) 情况下可能需要的最长接收时间 (共 339 帧)。由上可得:

$$T_s = E(T_c) = E(T_p) + 0.849 \text{ s}$$

实际之中 $E(T_p) \ll 0.849 \text{ s}$, 故可以忽略 T_p 。则有,

$$T_s \approx 0.849 \text{ s}$$

故整个算法所用时间可近似为:

$$T \approx P_n * 0.849 \text{ s}$$

这里的 P_n 要视具体的网络规划和无线环境来确定。

在其他情况下的搜索算法的时间估计与之相似, 在此不再赘述。

5 结论

该算法具有以下三方面的优点。

(1) 可以保证找到全部可能探测到的 PLMN, 而没有任何遗漏。

(2) 因该搜索算法充分利用 TD-SCDMA 物理层和 TSM 系统 PLMN 规划的下述特点, 可使需要接收系统消息小区的个数最少。在最佳情况下, 每查找出一个 PLMN 只需接收一个小区的系统消息。

- 在 TSM 系统中, 各基站是严格同步的, 小区用不同的码组来区别;

- TSM 的网络规划将保证, 在手机可能搜索到的范围内, 相同频率和 MCC 的小区一定属于同一个 PLMN。

(3) 该算法有利于后续进行的小区选择。算法结束时, 手机已接收了每个 PLMN 中信号最强小区的系统消息 (有可能不是全部)。这方便了以后将进行的小区选择。

(下转 46 页)

参 考 文 献

- [1] 杨留清, 张闽申, 徐菊英. 数字移动通信系统 [M]. 北京:人民邮电出版社,1995.
- [2] [法] Michel Mouly, Marie-Bernadette Pautet. GSM 移动通信系统 [M]. 骆建霞译. 北京:电子工业出版社,1996.
- [3] GSM version 7.00 03 Series & 05 Series [S]. ETSI,1999.
- [4] GSM version 1.00 03 Series & 05 Series [S]. CWTS, 2000.
- [5] GSM version 7.00 01.02 General description of a GSM Public Land Mobile Network (PLMN) [S]. ETSI,1999.
- [6] CWTS TS C001 radio interface protocol architecture [S]. CWTS WG1, 1999.
- [7] CWTS TS C002 Services provided by the Physical Layer [S]. CWTS WG1,1999.
- [8] CWTS TS C004 UE Procedure for idle mode [S]. CWTS WG1, 1999.
- [9] CWTS TS C101 Physical layer-general description [S]. CWTS WG1, 1999.
- [10] CWTS TS C102 Physical channels and mapping of transport channels onto physical channels [S]. CWTS WG1, 1999.