

一种 GSM 无源雷达信号模型及模糊函数性质研究

杨运甫^{1,2}, 陶 然¹, 王 越¹, 赵兴浩¹

(1. 北京理工大学电子工程系, 北京 100081; 2 解放军炮兵学院二系, 安徽合肥 230031)

摘要: GSM 无源雷达以广泛使用的数字蜂窝通信网 GSM 基站发射的无线电信号作探测源. 本文提出了一种能方便地描述 GSM 信号的多突发映射模型, 建立了 GSM 信号多突发映射结构图, 提供了多突发映射方法, 用一个矩阵多次映射可获得多突发的 GSM 信号数据码. 然后在一个突发内, 用合成法产生 GMSK 调制相位, 从而得到 GSM 信号. 另外通过观察大量的 GSM 信号模糊函数, 发现 GSM 信号模糊函数在数据长度较长(多于一帧)时具有单峰性, 即这时的 GSM 信号模糊函数属图钉型. 对这个性质进行了多方面探讨说明, 并用蒙特卡罗法进行了试验验证.

关键词: GSM; 无源雷达; 信号模型; 图钉型模糊函数

中图分类号: TN95 **文献标识码:** A **文章编号:** 0372-2112 (2005) 06 1048-05

A Model of GSM Based Passive Radar Signal and Ambiguity Function Features

YANG Yurufu^{1,2}, TAO Ran¹, WANG Yue¹, ZHAO Xing hao¹

(1. Dept. of Electronic Engineering, Beijing Institute of Technology, Beijing 100081, China;

2. Dept. 2 Artillery Academy of PLA, Hefei, Anhui 230031, China)

Abstract: GSM based passive radars employ the GSM signal transmitted by GSM base stations as an illuminator. A model of GSM signal, called Multi Burst Mapping Model (MBMM), which can be convenient to depict the GSM signal data stream, is presented. The mapping structures of multi burst GSM signal are constructed, and the mapping method is offered. With it, the multi burst GSM signal data stream can be obtained. In a burst, the whole GMSK modeling phase is generated by compound method, thus GSM signal can be simulated. In addition, many of GSM signal ambiguity functions are observed and a feature of them is found: while the length of data is long enough (more than one frame), they belong to "thumbtack" functions. This feature is investigated in many aspects and validated via Monte Carlo method.

Key words: GSM; based passive radar; signal model; "thumbtack" Ambiguity function

1 引言

2001年, 德国西门子公司公开报道了他们研制的新型雷达 CELLAR(蜂窝雷达)^[1]. 该雷达利用 GSM 数字蜂窝基站发射的信号作为辐射源, 用专门研制的多个接收设备接收探测区域内的目标反射回波, 通过中心通信网络实时地传给中央控制系统, 进行运动目标探测, 得到目标的位置和运动速度. 据报道, 该系统成功地探测跟踪到飞机和汽车. 并将这种蜂窝雷达安装在预警飞机上, 作为预警飞机的无源预警, 对大型空中目标作用距离超过 100km. 该系统可用于交通管制、海岸警戒、低空补盲和空中早期预警. 英国也在开发一种“手机雷达”^[2,3], 新加坡正在实验一种基于 GSM 无源雷达^[4,5]. 模糊函数是对雷达信号进行分析研究和波形设计的有效工具^[6]. 文[7]给出了 FM、AM 广播和电视信号的模糊函数仿真图, 文[8]采用 MSK 代替 GMSK 调制的近似分析方法得到了一种时延和频移向模糊函数的解析表达式, 但给出一维切

面(时延模糊函数或频移模糊函数). 本文通过对 GSM 信号建模, 仿真产生 GSM 信号, 然后算出模糊函数. 提出了一种多突发映射 GSM 信号模型, 建立了 GSM 信号多突发映射结构图, 提供了多突发映射方法, 用一个矩阵多次映射可得到多突发 GSM 信号数据码. 在突发内部, 采用合成法产生 GSM 信号, 先将单个码元的 GMSK 调制相位分解成暂态和稳态两部份, 然后对其进行移位、乘加等运算得到整个突发的总相位. 另外, 通过大量观察, 发现 GSM 信号模糊函数在帧长为一帧以上时是单峰的, 即 GSM 信号的模糊函数一般属图钉型. 这个性质对指导 GSM 无源雷达的设计有很重要的意义, 有实用价值. 本文对此进行了多个侧面的探讨说明, 并用蒙特卡罗法进行了验证.

2 GSM 信号结构

GSM 通信系统采用蜂窝频分多址(FDMA)和时分多址(TDMA)方式通信. 每个蜂窝内有若干个基站, 各基站使用不同的频点区分, 对每个频点在时间上又使用时隙的概念分

收稿日期: 2004-08-02; 修回日期: 2004-12-02

基金项目: 国家自然科学基金重点项目(No. 60232010); 高校青年教师奖资助项目

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. <http://www.cnki.net>

开传输信息. 每一个基站预先分配了一定数量的载频点, 通常不超过 15 个, 当载频点多于 1 个时, 其中一个载频称为主载频. GSM900 系统工作频段为: 上行 890~ 915MHz, 下行 935~ 960MHz, 上下行链路均被分成 124 个载频点, 频率相隔 200kHz. 每个载频在时间上被分成一个个时隙, 每个时隙包含 156. 25 个码元. 8 个连续的时隙组成一个 TDMA 帧, 26 个或 51 个 TDMA 帧组成一个超帧. 一个时隙所传输的信息称为一个 Burst(突发脉冲序列, 简称突发), 共五种.

GSM 中的调制是 $B_f T_b = 0.3$ 的高斯最小频移键控(GMSK)调制, B_f 为滤波器带宽, T_b 为输入码元宽度. 调制后的 GSM 信号 $y(t)$ 为

$$y(t) = \cos[2\pi f_0 t + \varphi(t) + \phi_0] \quad (1)$$

$$\varphi(t) = \frac{\pi}{4T_b} \sum_{n=0}^{N-1} b_n \int_{-\infty}^{t-nT_b} \left[\operatorname{erf}\left(\frac{t-nT_b}{\sqrt{2}\delta T_b}\right) - \operatorname{erf}\left(\frac{t-(n+1)T_b}{\sqrt{2}\delta T_b}\right) \right] dt \quad (2)$$

$$b_n = 1 - 2(d_n \ominus d_{n-1}), d_n \in (0, 1), \ominus \text{表示模 2 加} \quad (3)$$

式中 f_0 为载波的中心频率, ϕ_0 为初始随机相位, 在一个突发期间为常量. $\varphi(t)$ 为调制后的相位, N 为输入数据码的比特数. b_n 为输入数据码 d_n 的不归零差分编码. $\operatorname{erf}(\cdot)$ 为误差函数, $\delta = \sqrt{\ln(2)}/(2\pi B T_b)$.

3 GSM 信号模型

正交调制的 GSM 信号模糊函数为

$$\chi(\tau, f) = \left| \int_{-\infty}^{\infty} y(t) y^*(t + \tau) e^{-j2\pi f t} dt \right| \quad (4)$$

$$y(t) = \cos[\omega_0 t + \varphi(t) + \phi_0] + j \sin[\omega_0 t + \varphi(t) + \phi_0] = e^{j(\omega_0 t + \varphi(t) + \phi_0)} \quad (5)$$

由于 GMSK 调制是非线性相位编码调制, 又有积分环节, 调制后的积分相位 $\varphi(t)$ 很复杂, $\varphi(t)$ 与一个突发内所有的实际输入码元 d_n 都有关, 是随机的, 因此很难得到模糊函数的确切表达式. 现依据 GSM 标准^[10-14], 提出一种多突发映射 GSM 信号模型, 先建立多突发映射结构图, 用一个矩阵多次映射来描述 GSM 信号多突发数据码结构. 然后一个在突发内部, 采用合成法产生 GSM 信号, 并用 FFT 计算模糊函数.

(1) 多突发映射结构图

当某个基站有多个载频时, 其主载频上的多个突发映射结构图如图 1.

8 个符号一组为一帧, 每帧内 8 个时隙, 对应应有 8 个突发

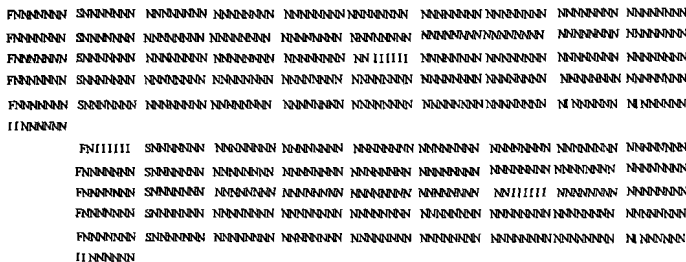


图 1 多个载频时主载频下行链路突发映射结构图 (102 帧)

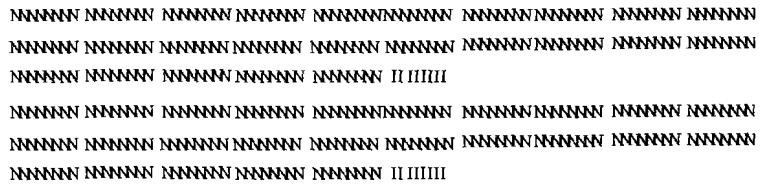


图 2 多个载频时其它载频下行链路突发映射结构图 (104 帧)

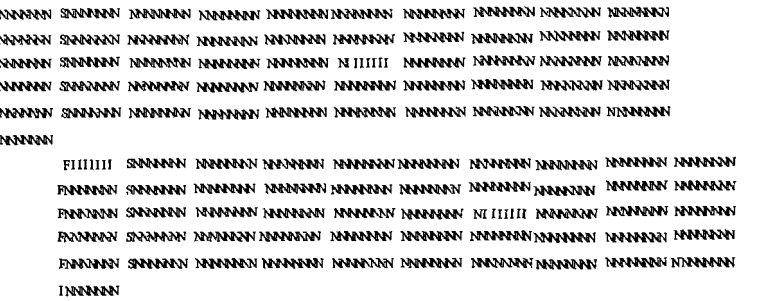


图 3 单载频时下行链路突发映射结构图 (102 帧)

序列. 第 1 个时隙 TS0 映射: 在 1, 11, 21, 31, 41 帧映射频率校正突发 FB(F), 在 2, 12, 22, 32, 42 帧映射同步突发 SB(S), 在 51 帧映射空闲突发 DB(I), 其余帧映射正常突发 NB(N). 第 2 个时隙 TS1 映射: 第 49, 50, 51 帧映射 I, 其余帧均映射为 N. TS0、TS1 的内容 51 帧重复一次. 其它时隙(TS2-TS8)映射: 每个时隙中 26 的倍数帧映射 I, 其余为 N. 这里给出 102 帧映射图, 当需要考虑更多的帧时, 可在图中按映射规律添加.

有多个载频时, 其它载频上的突发映射结构如图 2. 每个时隙中 26 的倍数帧映射 I, 其余映射为 N. 单载频时突发映射结构如图 3. 其中 TS0 的映射同图 1, 但 TS1 全部映射为 N.

(2) 多突发映射方法

以下用 MATLAB 语言来描述上述多突发映射. 在图 1~ 3 中, 用 1, 2, 3, 4 分别映射四种突发 N, F, S, I, 三个图都分别用一个矩阵来表示. 例如, 图 1 的前 4 帧可表示为

$$\text{Burst1}(B_N) = [21111111 \quad 31111111 \quad 11111111 \quad 11111111] \quad (6)$$

其中 B_N 为突发的序号. 四种突发表示为

$$\begin{aligned} \text{NB: } B(1, :) &= [000\text{round}(\text{rand}(1, 58))\text{nb}26(\text{BCC}, ;)\text{round}(\text{rand}(1, 58))000\text{bp}]; \\ \text{FB: } B(2, :) &= [000 \quad \text{zeros}(1, 142) \quad 000\text{bp}]; \\ \text{SB: } B(3, :) &= [000\text{round}(\text{rand}(1, 39))\text{sb}64 \quad \text{round}(\text{rand}(1, 39))000\text{bp}]; \\ \text{DB: } B(4, :) &= [000 \quad \text{db}142 \quad 000\text{bp}]; \end{aligned} \quad (7)$$

其中 $\text{nb}26(\text{BCC}, ;)$ 为 26 个固定比特的训练序列码, BCC 为基站色码, 对应有八组 (16 进制分别为 0970897, 0B778B7, 10EE90E, 11ED11E, 06B906B, 13AC13A, 29F629F, 3BC4BBC). $\text{zeros}(1, 142)$ 为 FB 中的全 0. $\text{sb}64$ 为 SB 中的 64 位同步序列码. $\text{db}142$ 为空闲突发的 142 个固定比特. [] 内的前后 3 个 0 表示尾比特. bp 为保护周期, 这里取 8 个比特 0, 并在每四个突发时添加 1 个 0. $\text{round}(\text{rand}(1, M))$ 产生 M 个数值为 0 或 1 的随机数, round 取最接近的整

数. 多个突发的 GSM 信号中, 某个突发所包含的数据码 d_n 可通过下式映射得到

$$d_n = B_0(\text{Brust1}(B_N), :) \quad (8)$$

式中 $\text{Brust1}(B_N)$ 为图 1 的映射, 映射结果为第 B_N 个突发的类型: $1(N), 2(F), 3(S), 4(I)$. 类似地可得到图 2, 3 的映射 $\text{Brust2}, \text{Brust3}$. $B_0(\text{Brust1}(B_N), :)$ 为突发类型的再一次映射, 得到相应突发的内部数据码. 所以式(8)最后映射的结果是图 1~3 所对应的多突发结构中某一突发内的数据码.

(3) 一个突发内 GMSK 调制相位的合成方法

式(2)计算的是 GMSK 调制后的相位, 也比较复杂, 现将其改写如下:

$$\varphi(t) = \sum_{n=0}^{N-1} \varphi_n(t) = \sum_{n=0}^{N-1} b_n \Phi_0(t - nT_b) \quad (9)$$

$$\Phi_0(t) = \frac{\pi}{2} \int_{-\infty}^t g(\tau) d\tau \quad (10)$$

式(9)表明 N 个码元所引起的总相位 $\varphi(t)$ 为 N 个码元分别产生的相位 $\varphi_n(t)$ 之和, n 为输入码元序号. $\Phi_0(t)$ 为单个脉冲引起的相位, 第一个码元引起的相位为 $b_0 \Phi_0(t)$, 其它码元引起的相位为 $b_n \Phi_0(t - nT_b)$, 即单个脉冲相位延迟 n 个码元间隔并乘以该码元数值. 单个脉冲引起的相位 $\Phi_0(t)$ 的分解表示方法: 由于高斯滤波器的脉冲响应只持续几个码元周期^[15], 可将 $\Phi_0(t)$ 分解为暂态 $\Phi_1(t)$ 和稳态 $\Phi_3(t)$ 两部分, 即

$$\Phi_0(t) = \Phi_1(t) + \Phi_3(t)$$

$$\Phi_1(t) = \frac{\pi}{4T_b} \int_{-\infty}^t \left[\text{erf}\left(\frac{t}{\sqrt{2}\delta T_b}\right) - \text{erf}\left(\frac{t - T_b}{\sqrt{2}\delta T_b}\right) \right] d\tau, t \leq 3T_b \quad (11)$$

$$\Phi_3(t) = \pi/2, t > 3T_b$$

取样后的 $\Phi_0(t)$ 可以用一维矩阵来表示, 即

$$\Phi_0(m) = \left[\Phi_1, \frac{\pi}{2}, \dots, \frac{\pi}{2} \right], m = 0, 1, 2, \dots, 1560 \quad (12)$$

式中暂态 Φ_1 的长度为三个码元周期, 如每个码元采样 10 点, $\Phi_0(m)$ 的总长度为 $156 \times 10 = 1560$, 前 30 点为暂态 Φ_1 , 长度为 30, $\Phi_0(m)$ 的其余部分用 $\pi/2$ 填充. 这样, 通过式(9)可将一个突发序列的总相位表示为 $\Phi_0(m)$ 的合成: 移位后乘以码元值 b_n 并累加. 一个突发的调制波形为

$$y_1(t) = \cos \varphi(t) + j \sin \varphi(t) \quad (13)$$

4 GSM 信号的模糊函数仿真结果

图 4 是按式(4)仿真计算的 GSM 信号模糊函数图, 图 4

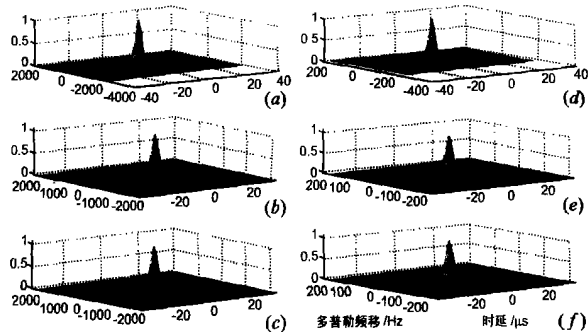


图 4 GSM 信号模糊函数仿真计算图

(a)~(c)分别是多载频点时主载频、其它载频和单载频的一帧模糊图, 图 4(d)~(f)是 10 帧模糊图.

图 5 是实际的多载频 GSM 信号模糊图. 数据来自首都机场附近某一 GSM 基站. 图 5(a)是一帧实际的多载频 GSM 信号, 图 5(c)是 10 帧实际的多载频 GSM 信号, 图 5(b), (d)则是相应的模糊图. 由于测试场地处于此基站的两个小区中间, 所以两个小区的信号都很强. 图 5 中小区的主载频为 939.4MHz, 图 6 则是另一小区主载频的一帧和 10 帧模糊图, 载频 941.6MHz. 比较图 5 和图 6, GSM 信号的波形和模糊图基本相同, 可以认为本文的 GSM 信号模型与实际情况吻合.

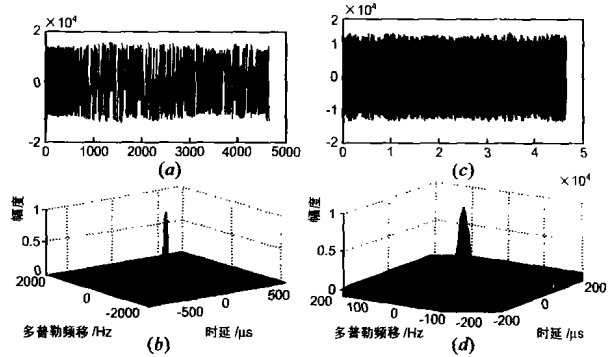


图 5 实际的多载频时主载频 GSM 信号模糊图 (小区 1)

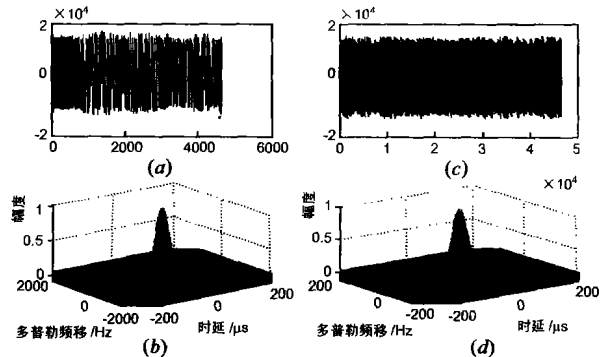


图 6 实际的多载频时主载频 GSM 信号模糊图 (小区 2)

5 GSM 信号模糊函数的单峰性质及蒙特卡罗法验证

从图 5 的仿真结果和图 6 中的实际模糊图都可看到, GSM 信号的模糊函数呈单峰性, 属图钉型. 特征是只有一个主峰, 在 0 点处, 它在时频面上所占的面积不大, 但集中了大部分能量, 时频面上其余部分没有明显的高峰, 所占的总能量也较少, 类似图钉形状, 底部大而扁, 中间细又长. 而且随着帧数的增加, 模糊函数在频域上的宽度也越来越窄, 这反映随着积累时间的加长, 系统对多普勒频率的分辨力越来越高, 频率分辨力与积累时间成反比.

$$\Delta f = f_s / M = 1 / (M \cdot T_s) \quad (14)$$

式中 M 为总数据点数, T_s 为采样时间, $M \cdot T_s$ 为积累时间.

模糊函数主峰在时域上所占的宽度不随积累时间的增加而改变, 这说明系统的距离分辨力与积累时间无关. 它与信号所占的频带宽度有关, 即

$$\Delta R = C / (2B) \quad (15)$$

B 为 GSM 信号带宽, 约 67.7 kHz, 这样距离分辨力 ΔR 约为 2 km.

GSM 信号的模糊函数是单峰的性质在 GSM 无源雷达设计中很有用. 根据这个性质, 只要积累时间足够长, 则测距和测速都没有模糊. 积累时间越长, 频率的分辨力越高, 即测速精度越高. 现从以下几个侧面来说明:

(1) 信号的模糊函数(在时间轴上为自相关函数)的单峰性反映信号波形的相似性差. 对 GSM 信号, 由于大部分是语音和用户数据信息, 具有随机性特征, 在很短的时间后或者很短的多普勒频移后, 都不会有相关性. 例如一段普通话, 当前时刻的语音信号不会和 10 ms 前的语音信号有很强的相关性^[7]. 另外, 这些语音信号或数据经过内部交织和外部交织后, 相关性更弱.

(2) GSM 调制先将 GSM 数据(用户语音、用户数据和控制信息)通过一窄带($0.3/T_b = 81.25$ kHz)的高斯滤波器, 可以认为 GSM 信号是类带限高斯噪声信号.

(3) 从 GSM 信号的映射结构图上看 GSM 信号的随机性. 从图 1~3 中, 可以看到绝大部分属正常突发 NB, 而 NB 中的大部分属语音和数据, 156.25 个码元中有 $2 \times 58 = 116$ 个是语音或数据.

(4) 尽管正常突发 NB 中有前后三个尾比特 0 和固定的 26 个训练序列码, 且在所有 NB 中是相同的, 但相邻突发的调制波形不具有相似性. 因为 GMSK 调制有积分环节, 积分后的相位 $\varphi(t)$ 与所有输入码元有关, 每一个码元所引起的相位暂态部分持续 3 个码元宽度. 训练序列码的前后均有 58 个随机的语音或用户数据, 在训练序列码开始的时刻, 由前面码元引起的相位初始值是随机的, 而且该不定部分还要持续 3 个码元周期, 于是尽管相邻两个突发有相同的训练序列码, 但调制波仍然不同, 不相似.

(5) 可以设想图 1~3 中可能的最坏情况是基站对所有用户同时群发相同的短消息. 但是, 由于编码、交织后还有一个加密环节, 即 NB 中的语音或数据要经加密处理, 而加密与用户的身份识别号码(如电话号码, SIM 卡号)等有关, 因而加密后的数据码仍然不同, 调制波形不相似.

(6) 在图 1 和图 3 中有频率校正突发 FB, 为全 0 数据, 但由于 FB 只在第 1, 11, 21, 31, 41 帧的第 0 时隙 TS0 出现, 即在 51 帧共 408 个时隙中出现 5 次, 出现的次数不多, 对整体影响不大. 即使在一个包含 FB 的帧中, FB 也只占 1/8 长度. 图 5(a)和图 6(a)的帧长都为一帧, 且都包含 FB 突发.

(7) 跳频. 为抗多径干扰, 多载频时业务信道可跳频. 但业务信道全为正常突发 NB, 在计算模糊函数时, 跳频前后的 NB 中的语音、数据都用随机数填充, 因此, 跳不跳频不影响模糊函数.

为了能更有效地说明这一性质, 现用蒙特卡罗法加以验证. 针对图 1~3 的三类映射结构, 每类做 1000 次试验, 每次试验取一帧 GSM 信号, 计算其模糊函数, 并按下式定义计算比值 ρ , 然后计算 ρ 的均值和方差.

$$\rho = \sum_{\Delta_0} x^2(\tau_k, f_q) / \sum_{\Delta} x^2(\tau_k, f_q) \quad (16)$$

式中 Δ_0 取范围: $f(-30, 30)$ Hz, $\tau(-200, 200)$

Hz, Δ 为整个取值范围. 试验结果如表 1.

表 1 蒙特卡罗法试验的均值和方差

	均值	方差
多载频时主载频 信号	0.9644	0.004845
多载频时其它载频信号	0.9656	0.003572
单载频时 信号	0.9647	0.005944

表 1 说明 GSM 信号模糊函数能量的大部分集中在原点附近的小区域中, 其它大片区域内所占的能量很少. 这就验证了 GSM 信号模糊函数的单峰性. 不过当数据长度较少时, 例如对一个频率校正突发 FB 来说, 由于它是单频信号, 相关性强, 其模糊函数有多个周期性山峰, 不是单峰的.

6 结论

GSM 信号突发结构相当复杂, 多个突发的组合形式很多, 在各突发内, 采用 GMSK 相位编码调制, 积分相位与所有输入数据码有关, 是随机的, 因而难以得到确定的 GSM 信号表达式, 也很难得到模糊函数的解析表达式. 本文依据 GSM 标准, 提出了一种多突发映射模型. 该模型用一个矩阵描述了 GSM 信号多突发数据码流结构, 通过多突发映射得到 GSM 数据码、突发内合成产生数据码所引起的调制相位, 可以仿真产生 GSM 信号. 在观察实验结果中发现了 GSM 信号模糊函数是单峰的性质, 从多方面探讨了 GSM 信号模糊函数具有这个性质的原因, 并用蒙特卡罗法做了验证. 这一性质有较大的实用价值, 对 GSM 无源雷达的信号选择和接收机设计有很重要的指导意义.

参考文献:

- [1] Roke Manor Research Limited (a Siemens Company). Cell_phone_radar [EB/OL]. http://www.roke.co.uk/sensors/stealth/cell_phone_radar_concept.asp
- [2] 王秀春. 手机雷达[J]. 现代雷达, 2004, (1): 44.
- [3] 柯边. 手机雷达——新的多基地无源雷达[J]. 航天电子对抗, 2003, (01): 21.
- [4] Hongbo Sun, Tan D K P, Yilong Lu. Design and implementation of an experimental GSM based passive radar [A]. Radar Conference, 2003. Proceedings of the International [C]. Adelaide, Australia: IEEE, Sept, 2003. 418-422.
- [5] Tan D K P, Hongbo Sun, Yilong Lu, Weixian Liu. Feasibility analysis of GSM signal for passive radar [A]. Radar Conference, 2003. Proceedings of the International [C]. Adelaide, Australia: IEEE, Sept, 2003. 425-430.
- [6] 林茂庸, 柯有安. 雷达信号理论 [M]. 北京: 国防工业出版社, 1984.
- [7] Ringer M A, Frazer G J. Waveform analysis of transmitters of opportunity for passive radar [R]. DSTO-TR 0809. ADA367500. USA: DSTO Electronics and Curveillance Research Lab, June, 1999. 24.
- [8] 赵兴浩, 陶然. 无源雷达 GSM 信号模糊函数研究 [J]. 现代雷达, 2004, (2): 31-34.
- [9] 刘惠茹, 陶然, 周思永. 用于无源双(多)基地雷达系统的 GSM 研究 [J]. 现代雷达, 2003, (5): 19-21.
- [10] ETSI GSM 05, 05-1996. Digital Cellular Telecommunications System

(Phase 2+): Radio Transmission and Reception[S].

- [11] ETSI GSM 05.02- 1996, Digital Cellular Telecommunications System (Phase 2+): Multiplexing and Multiple Access on the Radio Path [S].
- [12] ETSI GSM 05.04- 1997, Digital Cellular Telecommunications System (Phase 2+): Modulation[S].

- [13] 中华人民共和国通信行业标准 YF T855. 22- 1996, 900MHz TD-MA 数字蜂窝移动通信无线接口物理层规范[S].
- [14] 中华人民共和国通信行业标准 YDT 910. 22- 1998, 900MHz TD-MA 数字蜂窝移动通信网无线接口第二阶段物理层部分[S].
- [15] Murota K, Hirade K. GMSK Modulation for Digital Mobile Radio Telephony[J]. IEEE Trans Comm, 1981, 29(7): 1044- 1050.

作者简介:



杨运甫 男, 1963 年生于安徽太湖, 1983 年和 2002 年分别在西安电子科技大学信息处理专业和安徽大学通信专业获学士与硕士学位, 现为解放军炮兵学院副教授, 北京理工大学在读博士生, 研究方向为雷达极化信息处理和通信信号处理. Email: yangyunfu@bit. edu. cn



陶 然 男, 1964 年生于安徽南陵, 1985 年于解放军电子工程学院获学士学位, 1990 年、1993 年于哈尔滨工业大学获得硕士、博士学位, 后在北京理工大学做博士后并留校任教, 2001 年 3 月~ 2002 年 4 月在 The University of Michigan at Ann Arbor 任访问教授一年, 现任北京理工大学电子工程系副主任、信息安全与对抗中心主任、教授、博士生导师, 研究方向为新型探测理论与技术、宽带无线移动通信理论及应用、信息安全与对抗. 2000 年获第二届教育部“高校青年教师奖”, 2003 年获第七届“中国兵工青年科技奖”, 另获部级二等奖 2 项, 部级三等奖 4 项, 已发表论文 100 余篇, 被三大检索收录 90 余篇, 出版著作 4 部, 兼任中国电子学会青年工作委员会副主任、无

线电定位技术分会委员、中国雷达行业协会副理事长、《兵工学报》常务编委、《雷达科学技术》编委、总装综合电子战专家组特邀专家、国家科学技术奖评审专家、北京市科学技术奖评委、国家科学技术学术著作出版基金评审专家、国家自然科学基金委评审专家、教育部留学回国人员科研启动基金评审专家.



王 越 男, 江苏丹阳人, 教授, 北京理工大学名誉校长, 兼任国务院学位委员会学科评议组召集人, 中国兵工学会副理事长, 国防科工委专家咨询委员会委员, 863 计划国家安全领域专家组顾问, 总装备部科技委顾问, 信息类研究生教育委员会主任, 《中国科学》、《科学通报》、《兵工学报》编委. 曾任中国兵器工业第二〇六研究所所长、北京理工大学校长, 长期从事火控雷达系统、信息对抗技术的科学研究工作, 曾担任过许多大型火控雷达系统的总设计师和行政指挥, 研究成果丰硕, 获全国科学大会奖、机电部科技进步特等奖、国家科技进步一等奖、国家发明四等奖、国防科学技术科技进步一等奖、光华基金一等奖、高等教育国家级教学成果一等奖、何梁何利基金科学与技术进步奖. 曾被授予兵器工业功勋奖、全国教育系统劳动模范, 1991 年当选中国科学院院士, 1994 年当选中国工程院院士.