

## 导航信号伪码序列估计问题

2018.3

**背景介绍：**卫星导航系统已在全球范围内得到较为广泛的应用。信号是用户与系统间唯一的接口，是用户导航定位的基础。一般而言，用户接收到的导航信号可建模为：

$$s(t) = AD(t - \tau)p(t - \tau)\cos(2\pi(f_0 + f_d)t + \theta) + w(t)$$

其中， $A$  是信号幅度， $D(t) \in \{+1, -1\}$  表示导航电文， $p(t) \in \{+1, -1\}$  表示伪码， $\tau$  表示信号传输时延，对接收到的导航信号经变频至中频（或基带）后的中频（或基带）频率为  $f_0$ ，载波多普勒为  $f_d$ ，载波相位为  $\theta$ ， $w(t)$  表示噪声（通常可建模为高斯白噪声）。

实现导航定位的前提是测量用户到卫星间的距离，即测距。测距的基本途径是，利用用户接收信号时间减去信号发射时间，得到信号传输时延，乘以光速就是二者间的距离。只要测量出用户到不少于四颗卫星间距离，就可以进行定位解算实现定位。由于用户接收信号时间是已知的，因此信号发射时间就显得尤为重要，是导航定位的核心。信号发射时间信息，是由信号中的伪码序列进行传递的。因此获得伪码序列是导航定位的前提条件。

一般而言，当系统建成、向用户开放时，其伪码序列是公开的。但在一些特殊情况下，其伪码序列是未知的。此时，若想使用导航系统，则需要自己去提取伪码序列。这就涉及统计信号处理问题。

### 问题：

现在通过高增益天线采集了某导航系统的信号。请通过对该信号进行参数分析处理，提取其伪码序列：

1. 通过合理假设（若需要），试分析影响伪码估计性能的因素有哪些？影响程度如何？
2. 对采集的信号 1.bin 进行分析，包括码速率是多少？码周期多长？码序列是什么？

3. 天线增益对估计性能有很大影响。信号 2.bin~5.bin 相对信号 1.bin 分别衰减了 10dB, 12dB, 14dB 和 15dB, 试分析各信号集所用伪码的特征, 包括码速率是多少? 码周期多长? 码序列是什么? 注意: 不同数据对应的伪码结构可能不同。

**说明:**

1. 导航信号的伪码速率通常为 1.023MHz 或其整数倍, 伪码周期通常为 1ms 或其整数倍 (军用信号一般为无周期的——在此不用考虑), 电文速率一般为 50bps。
2. 数据说明: 采样率 15MHz, 中心频点  $f_0$  为 1.42MHz, 以 int16 数据格式保存, 数据长度 1 秒。
3. 部分参考文献:

[1] G. X. Gao, A. Chen, S. Lo, D. D. Lorenzo, and P. Enge, "GNSS over China, the Compass MEO satellite codes," Inside GNSS, Jul./Aug. 2007, pp. 36–43

[2] G. X. Gao, A. Chen, S. Lo, D. D. Lorenzo, and P. Enge, "Compass-M1 broadcast codes and their application to acquisition and tracking", in Proceedings of ION NTM 2008, San Diego, CA, USA, Jan., 2008

[3] G. X. Gao, A. Chen, S. Lo, D. D. Lorenzo, T. Walter, and P. Enge, "Compass-M1 broadcast codes in E2, E5b, and E6 frequency bands", IEEE Journal of selected topics in signal processing, 2009, 3(4): 599-612

**作业要求:**

- (1) 本次大作业, 总分为 20 分;
- (2) 提交设计报告、源代码 (含详细注释), 将数据文件 1.bin~5.bin 分析得到的伪码序列分别保存为 1.mat~5.mat;
- (3) 提交作业时间: 2018 年 4 月 24 日前;
- (4) 提交方式: 网络学堂。