

文章编号:1001-5078(2007)05-0415-02

激光伪随机编码的最小周期识别技术研究

童忠诚¹,朱诚²,孙晓军¹

(1.解放军电子工程学院,安徽 合肥 230037;2.安徽农业大学信息与计算机学院,安徽 合肥 230030)

摘要:针对激光制导武器使用的有限位伪随机码的特点,提出了对其最小周期的识别算法。利用Dephi开发软件编程实现了该算法,并统计研究了该方法对伪随机编码的识别概率。研究表明该算法可以接收较少的制导信号就能有效地识别出伪随机编码的最小周期。

关键词:激光制导武器;伪随机编码;最小周期;识别

中图分类号:TN977 文献标识码:A

The Minimum Period Identify Technology of Laser Pseudo-random Code

TONG Zhong-cheng¹, ZHU Cheng², SUN Xiao-jun¹

(1. Electronic Engineering Institute, PLA, Hefei 230037, China;
2. Anhui Agriculture College, Information and Computer Academy, Hefei 230030, China)

Abstract: Based on the characteristic of the pseudo-random code, the algorithm of identify the minimum period was given. The algorithm is realized by using Dephi software platform. The identify probability of pseudo-random code is researched. The result indicates the technology can identify then minimum period effectively.

Key words: laser guided weapon; pseudo-random code; minimum period; identify technology

1 引言

激光角度欺骗干扰是对抗激光半主动制导武器的有效手段,但由于受到激光干扰机重复频率的限制,激光角度欺骗干扰只能采用同步干扰方式。该干扰方式的前提是要在短时间内识别出激光制导信号的编码方式。如果激光制导武器使用伪随机码,由于在制导过程中编码可以不重复,因此传统的编码识别技术要想在短时间内识别出制导信号的编码方式是不可能的^[1]。为此,提出了准同步干扰方式。该干扰方式只要求识别出制导信号的最小周期就可以有效地干扰激光半主动制导武器^[2]。因此,研究伪随机码的最小周期识别技术对提高激光角度欺骗干扰效能具有重要的意义。

2 有限位伪随机码

激光精确制导武器的制导时间一般只有20~30s,而激光目标指示器的工作频率又较低,所以很复杂的编码技术不可能被采用,而可行的编码方式

只能是脉冲间隔编码(PCM),有限位随机周期脉冲序列,位数较低的伪随机码等^[2]。其中有限位随机周期脉冲序列的编码识别可参考相关文献[2]和[3]。由于PCM是伪随机码的特例,所以下面只讨论有限位的伪随机编码。

2.1 有限位伪随机码的原理

有限位伪随机码是在固定的有限位的移位寄存器内设置好起始码型,而各位码的输出再经过设定好的逻辑函数反馈到寄存器的输入端,其原理如图1所示^[2]。

该种编码方式由于反馈的存在,使其重复周期大幅度扩展,可能在一次攻击过程中,不会出现重复,所以要想在极短的时间内找到编码规律(逻辑函数)是不可能的。

作者简介:童忠诚(1976-),男,讲师,博士生,主要研究方向为光电对抗技术和电子对抗作战效能分析。E-mail:tzhchtzc@sina.com
收稿日期:2006-09-28

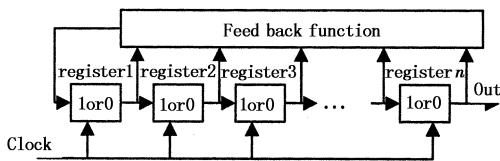


图 1 有限位伪随机码

2.2 伪随机码的位数

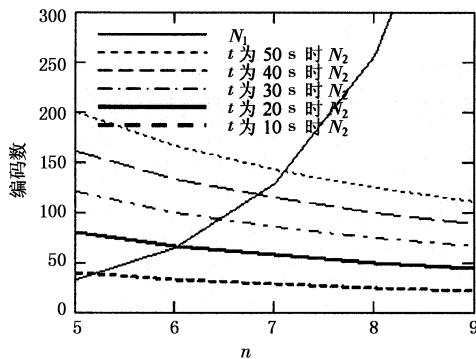
假设某激光指示器的移位寄存器的位数为 n , 则可能出现的编码数 N_1 为:

$$N_1 = 2^n \quad (1)$$

设激光制导武器的制导时间为 T , 为保证在制导过程中, 激光编码不出现重复, 则需要的编码数 N_2 为:

$$N_2 = \lceil \frac{T \cdot N}{n} \rceil + 1 \quad (2)$$

由式(1)和式(2)可以得到移位寄存器的位数 n 与 N_1 和 N_2 的关系曲线, 如图 2 所示。

图 2 n 与 N_1 和 N_2 的关系

从图 2 可以看出, 只要 8 位的移位寄存器就可以满足在制导过程中不产生重复编码的要求。但在实际使用中一般选用 16 位的移位寄存器^[1]。

3 最小周期的识别

3.1 伪随机码最小周期的识别算法

设告警装置接收到制导信号的时间为 t_i , 则相邻脉冲之间的时间间隔为 Δt_i 为:

$$\Delta t_i = t_{i+1} - t_i \quad (3)$$

接收到两个制导信号时, 可以假设制导信号的最小周期 T 为 Δt_i ($i=1$)。此时识别出的制导信号周期有可能是正确的, 但不能确认, 需要再接收一个脉冲来确认识别结果是否正确, 那么有:

$$\frac{\Delta t_{i+1}}{T} = \frac{A_i}{B_i} \quad (4)$$

式中, A_i 和 B_i 为正整数, 且两者之间不存在公约数, 此时认为制导信号的最小周期 T' 变为 T/B_i 。令:

$$C_j = \frac{\Delta t_j}{T} \quad j = 1, 2, \dots, i+1 \quad (5)$$

如果 C_j 中有一个大于或等于寄存器的位数 n , 则可以确认制导信号的最小周期 T 就是 T' 。如果不能确认制导信号的最小周期, 则继续接收下一个脉冲。然后再按式(4)和式(5)进行处理, 如此循环, 直到确认最小周期的识别结果是正确时为止。其流程图如图 3 所示。

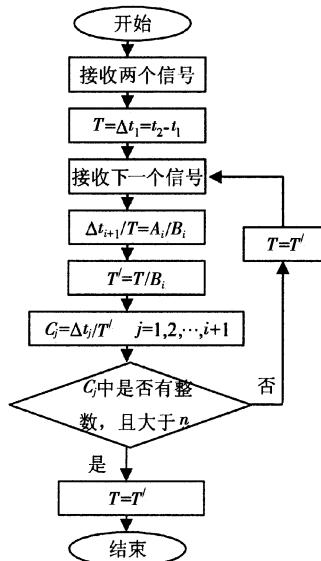


图 3 伪随机码最小周期识别算法流程图

3.2 识别概率

如上所述, 接受两个制导信号是不可能确认伪随机码的最小周期的, 因此设接收 i (i 为正整数且大于 2) 个制导信号时可识别出最小周期的概率为 P_i , 同时设接收了 $(i-1)$ 个信号没有识别出最小周期而接收到 i 个信号识别出最小周期的概率为 P'_i , 那么有^[4]:

$$P_i = P_{i-1} + (1 - P_{i-1}) \cdot P'_i \quad (6)$$

因此只要知道了 P'_i , 就可以由式(6)计算出接收到 i (i 为正整数且大于 2) 个制导信号时识别出伪随机码最小周期的概率 P_i 。

利用 3.1 中讨论的算法和 Delphi 开发平台^[5], 编制了相关软件, 统计计算了 P'_i , 结果如表 1 所示。

由表 1 可发现识别概率的变化特点有:(1)除 i 为 3 时的 P'_i 值比 i 大于 3 的 P'_i 值略小一点。当 i 大于 3 后, P'_i 随 i 的变化很小, 可近似认为是一个定值。(2)识别最小周期的概率 P_i 一开始随接收信号的个数 i ($i < 7$) 的增加而飞快增加。当 i 为 6 时, 识别概率 P_i 就接近或超过了 95%。但接收的制导信号的个数超过 6 个后, P_i 随接收制导信号的个数 i 的增加, 虽然继续增加, 但不明显。(3)移位寄存器的位数 n 对 P_i 和 P'_i 的影响不是很大。

(下转第 420 页)

4 总 结

本文发展了大气能见度的测量方法和测量装置, 使用了通过测量激光后向散射信号来测量大气能见度的测量方法, 对于研究与开发新的高精度能见度测量方法与仪器具有重要的意义。主要有以下几点进展:(1) 在国内首次使用了能见度测量的方法——激光后向散射法, 推导了后向散射法的测量原理;(2) 设计并制作了实现激光后向散射法测量能见度的能见度仪样机, 根据激光后向散射法的测量原理, 发射机设计为 YAG 固体激光器, 接收机采用高功率硅雪崩光电探测器和低噪声前置放大器, 采取各种抑制噪声的措施之后, 最后输出高信噪比的激光回波信号;(3) 理论分析并计算了激光后向散射式能见度测量法的测量灵敏度和各种误差源对测量结果的影响;(4) 实验验证了激光后向散射式

(上接第 416 页)

表 1 n 分别为 16、12 和 8 时最小周期的识别概率

i	3	4	5	6	7	8
16	N_i	961	15159	228997	3378783	49724341
	N_i'	472	7772	120004	1774772	26042692
	N_i''	489	7387	108993	1604011	23681649
	P_i'	0.4912	0.5127	0.524	0.5253	0.5237
	P_i	0.4912	0.752	0.882	0.944	0.9733
12	N_i	529	6187	66907	717991	7740259
	N_i'	260	3278	35690	381458	4091810
	N_i''	269	2909	31217	336533	3648449
	P_i'	0.4915	0.5298	0.5334	0.5313	0.5286
	P_i	0.4905	0.7604	0.8882	0.9476	0.9753
8	N_i	225	1755	12015	81135	550575
	N_i'	108	954	6606	44430	299718
	N_i''	117	801	5409	36705	250857
	P_i'	0.48	0.5436	0.5498	0.5476	0.5444
	P_i	0.48	0.7627	0.8932	0.9517	0.978

说明:(1) N_i 为接收 i 个信号时, 需要识别的编码的总数; N_i' 为接收 i 个信号时识别出最小周期的编码数; N_i'' 为接收 i 个信号时没有识别出最小周期的编码数;

(2) 当 $i = 3$ 时, $N_i = (2n - 1) \times (2n - 1)$; 当 $i > 3$ 时, $N_i = N_{i-1}'' \times (2n - 1)$ 。

能见度测量法具有很高的测量重复性。

参考文献:

- [1] 宋正方. 应用大气光学基础 [M]. 北京: 气象出版社, 1990: 14 - 36.
- [2] 戴永江. 激光雷达原理 [M]. 北京: 国防工业出版社, 2002: 69 - 72.
- [3] 施德恒, 许启富. 后向散射式路道能见度激光测量仪的研究 [J]. 光学技术, 1999, 5: 78 - 81.
- [4] Jörg Bendix. Determination of fog horizontal visibility by means of NOAA - AVHRR [J]. IEEE, 1995, 3: 1847 - 1849.
- [5] Sarawut Sujitjorn, Pairoj Sookjaras, Wongwit Wainikorn. An expert system to forecast visibility in Don-Muang air force base [J]. IEEE, 1994, 3: 2528 - 2531.
- [6] Abraham Rosin, Myron Hecht, Jady Handal. Analysis of airport-runway availability [J]. IEEE, 1999, 432 - 440.

从表 1 中看到, 只要接收到 8 个信号, 伪随机码的识别概率就超过了 98%。对于使用了 16 位移位寄存器的伪随机码, 其结论与文献[2]一致。但应当看到无论移位寄存器的位数 n 是多少, 要想有效识别出制导信号的最小周期, 需要接收的制导信号应在 8 个左右。

4 结 论

本文提出的伪随机码最小周期的识别算法, 实现了接收 8 个左右的制导信号就能有效地识别出伪随机编码制导信号的最小周期。其算法简单, 可以有效地缩短激光告警装置识别制导信号最小周期的时间, 从而为光电对抗系统或装备进行激光角度欺骗干扰, 提供了更多的反应时间, 从而更能有效地对抗激光制导武器。

参考文献:

- [1] 孙晓泉, 吕跃广. 激光对抗原理与技术 [M]. 北京: 解放军出版社, 2000.
- [2] 安化海, 闫秀生, 郑荣山. 激光制导信号的编码分析与识别处理技术 [J]. 光电对抗与无源干扰, 1996, (3): 26 - 30.
- [3] 童忠诚. 激光导引头与激光告警机编码识别技术比较 [C]//光电技术与系统文选. 第十一届全国光电技术与系统学术会议: 北京: 电子工业出版社, 2005.
- [4] 盛骤, 谢式千, 潘承毅. 概率论与数理统计 [M]. 北京: 高等教育出版社, 1989.
- [5] 陈灿煌, 陈周造. Delphi5 彻底研究 [M]. 北京: 中国铁道出版社, 2001.