

海上近距离短波通信系统的链路设计和功率控制

梅容芳¹, 简 鑫², 蔡百川¹, 梅建国³

(1. 宜宾职业技术学院, 四川 宜宾 644000; 2. 重庆大学, 重庆 400044;

3. 重庆市卫生技工学校, 重庆 401320)

摘 要: 短波通信是海上近距离通信的主要方式, 不仅成本较低而且通信效率高, 但短波通信也存在着功率衰减等缺点。因此, 要想提高海上近距离短波通信系统的效能, 有必要针对短波通信的链路设计和功率控制进行研究。本文主要研究一种基于遗传算法多目标优化方法, 利用遗传算法优化海上短波通信的频带链路和功率控制水平, 并结合仿真技术验证了该功率控制技术的优越性。

关键词: 短波通信; 功率控制; 链路设计; 仿真

中图分类号: U623.14 文献标识码: A

文章编号: 1672-7649(2020)4A-0106-03

doi: 10.3404/j.issn.1672-7649.2020.4A.036

Research on link design and power control of short distance HF communication system at sea

MEI Rong-fang¹, JIAN Xin², CAI Bai-chuan¹, MEI Jian-guo³

(1. Yibin Vocational and Technical College, Yibin 644000, China; 2. Chongqing University, Chongqing 400044, China;

3. Chongqing Public Health School, Chongqing 401320, China)

Abstract: Short wave communication is the main way of short distance communication at sea. It has not only low cost but also high communication efficiency. At the same time, short wave communication also has disadvantages such as power attenuation. Therefore, in order to improve the efficiency of short distance communication system at sea, it is necessary to study the link design and power control of short wave communication. This paper mainly studies a multi-objective optimization method based on genetic algorithm, which optimizes the frequency band link and power control level of offshore short wave communication by using genetic algorithm, and verifies the superiority of the power control technology by combining simulation technology.

Key words: shortwave communication; power control; link design; simulation

0 引 言

短波通信(VHF)是指信号频率在30~300 MHz的通信方式,是海上船舶之间、船舶与海岸之间的重要通信方式。随着船舶领域信息化技术不断发展,海上短波通信的数据传输业务明显增多,对海上近距离短波通信提出了更高的要求,主要体现在2个方面:

1) 随着海上通信业务的不断提高,数据传输量越来越大,由于短波通信的带宽资源有限,难以满足数据的带宽传输需求。

2) 不同的海上业务对数据传输的效率、延迟特性

等有不同的要求,不仅有数据优先级的差异,而且对信号的信噪比要求很高。现阶段的海上近距离短波通信系统在带宽和功率控制方面有明显不足,难以满足当前海上数据传输业务的需求。

本文研究内容集中在海上近距离短波通信系统的功率控制和链路设计,短波通信系统的功率控制可以降低通信系统的功率损耗,而链路设计可以提升短波通信系统数据传输网络的性能,在同一时间内提升数据传输的质量。本文结合遗传算法对功率控制进行优化,提高了海上船舶的近距离短波通信系统的质量。

收稿日期: 2020-02-16

基金项目: 四川省教育厅科研资助项目(18ZB0670); 四川省省级重点科研资助项目(15ZA0397); 四川省教育厅科研资助项目(17SB0622); 四川省高等职业教育研究中心资助项目(GZY16C41)

作者简介: 梅容芳(1981-),女,硕士,副教授,研究方向为电子与通信工程及智能终端维护。

1 船舶短波通信天线的功率衰减研究

尽管近距离短波通信在船舶领域应用非常广泛, 数据传输类型也较为丰富, 但近距离短波通信存在着功率衰减、信噪比较低的缺点。短波通信系统的电磁波衰减包括自然衰减和海水表面对电磁波的吸收作用 2 种, 本文主要针对电磁波的自然衰减特性进行研究, 通过对电磁波进行功率控制和链路设计, 降低电磁波的衰减。

以海上 200 km 的距离为例, 设近距离短波通信天线的辐射功率为 P_0 , 短波传输的方向系数为 D , 则可以得到距短波天线 r_0 处的短波能流密度为:

$$S = \frac{P_0 D}{4\pi r_0^2} (W/m^2), \quad (1)$$

短波通信的电磁波的能量密度 S_1 为:

$$S_1 = E_t H_t (W/m^2), \quad (2)$$

其中, E_t 和 H_t 分别为电场强度和磁场强度, 该距离位置处的电场强度 S_{r_0} 为:

$$S_{r_0} = \frac{\sqrt{30 P_0 D}}{r_0} (V/m), \quad (3)$$

电波的电场强度的有效值表示为

$$S = \frac{173 \sqrt{P_0 (KW) D}}{r_0 (Km)} (mV/m), \quad (4)$$

图 1 为近距离短波通信系统的信号衰减特性曲线。

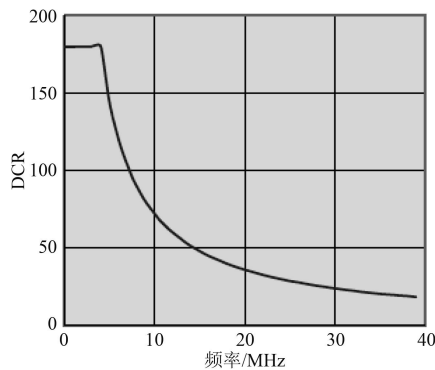


图 1 近距离短波通信系统的信号衰减特性曲线

Fig. 1 Signal attenuation characteristic curve of short distance short wave communication system

2 基于遗传算法的海上近距离短波通信系统链路设计与功率控制

2.1 遗传算法的优化过程

遗传算法是由生物进化过程演化而来的一种优化

算法, 相对于神经网络算法等其他优化算法, 遗传算法的特点在于适用范围广、收敛速度快等, 遗传算法的基本原理是优胜劣汰、遗传与变异, 图 2 为遗传算法工作流程图。

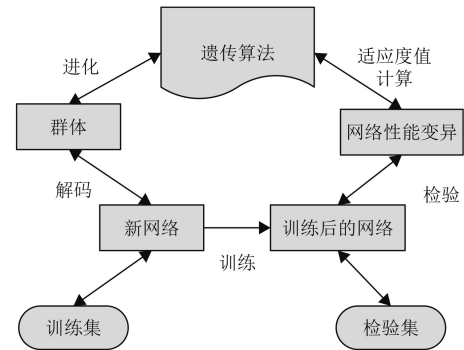


图 2 遗传算法工作流程图

Fig. 2 Work flow chart of genetic algorithm

遗传算法首先将优化空间中的 n 维向量进行初始化: $X=[x_1, x_2, \dots, x_n]$, 向量空间的编码可以采用二进制编码, 也可以采用实数代码, $X=[x_1, x_2, \dots, x_n]$ 可以视为具有遗传基因的染色体。通过确定遗传算子, 进行优化。遗传算法的基本操作包括选择、交叉和变异。

选择是指从上一代种群 P 中, 根据算法的适应度值选取优良的个体, 然后遗传到下一代种群 P_1 中;

交叉是指对现有种群中的个体进行随机配对, 交换种群中的变量 x_n 。

变异是指以某一变异概率对种群 P 中的个体进行改变。

遗传算法与其他优化算法相比, 具有以下优点:

1) 全局优化能力

遗传算法可以对种群中的多个染色体同时进行优化操作, 相对传统的单点优化搜索, 能够实现种群中多个个体的有效评估。这一特点使遗传变异算法能够更快地找到全局最优解, 同时避免局部最优解对全局最优解的误导影响。

2) 应用范围广

遗传算法在进行交叉、选择、变异操作时, 采用的适应度函数不需要可积分或可微分的约束, 能够适应于绝大部分的控制系统。

2.2 基于遗传算法的短波通信功率控制原理与仿真

为了提高船舶短波通信系统数据传输能力, 降低短波通信过程的衰减, 必须要对通信网络的功率控制进行优化。在优化过程中需要注意:

1) 由于船舶近距离短波通信的业务覆盖范围较广, 某些业务的数据传输时效性要求较高。在进行功

率控制时, 如果不对业务种类和数据类型进行区分, 可能会导致数据传输满足不了需求。

2) 短波通信的信噪比是重要的技术指标, 在进行功率控制和链路设计时, 如果当前输出的最大功率无法满足信噪比要求, 则系统会放弃本次数据的传输。

船舶短波通信系统的信号传输质量可用下式表示:

$$\left[\frac{E_t}{I_t} \right] = \frac{P_g}{\sum_{j=p}^q W_j P_j + \frac{\eta}{S F_g G_g}} \quad (5)$$

式中: E_t 为通信系统的电磁波信号强度, I_t 为干扰信号强度, P_g 为通信系统中某电磁波天线的发射功率, W_j 为信号的功率损耗系数, P_j 为第 j 个通信天线的接收功率, η 为高斯白噪声, $\eta = \frac{N_0}{2}$, F_g 为电磁波传输速率, G_g 为能量密度, S 为带宽。

将信号传输质量函数作为遗传算法的适应度函数, 基于遗传算法的海上短波通信系统功率控制器原理如图 3 所示。

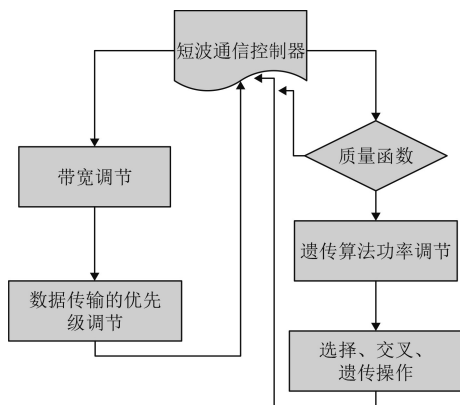


图 3 海上短波通信系统功率控制器原理

Fig. 3 The principle of power controller in offshore short wave communication system

本文在不同的带宽条件下, 对船舶短波通信的信号传输信噪比进行仿真试验, 试验中采用 $A=20$ Mbps, $B=30$ Mbps 的带宽, 结合短波通信系统的信号检测设备, 得到不同带宽下短波通信系统的信噪比特性曲线如图 4 所示。

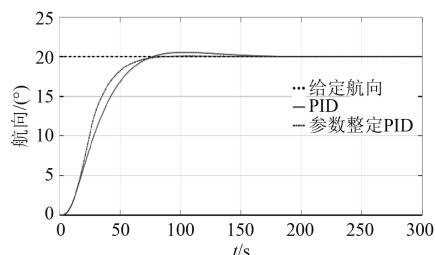


图 4 不同带宽下短波通信系统的信噪比特性曲线

Fig. 4 Signal to noise ratio characteristic curve of short wave communication system with different bandwidth

3 结 语

为了提高海上近距离短波通信的质量, 降低短波通信数据传输的信号衰减, 本文基于遗传优化算法对短波通信系统的功率控制和链路设计进行优化。实验结果表明, 优化后的海上短波通信系统信噪比具有明显提升, 有重要的实际应用价值。

参考文献:

- [1] 徐硕, 王宇, 沈丹丹, 等. 基于 chirp 信号的传输功率控制超短波渔船通信系统 [J]. 渔业现代化, 2015, 42(5): 48-52.
- [2] 杨晓雪, 纪哲, 王有政. 一种基于喷泉编码技术的分布式短波通信系统 [J]. 中国电子商情: 通信市场, 2013(6): 138-143.
- [3] 左卫. 短波通信系统发展及关键技术综述 [J]. 通信技术, 2014(8): 26-36.
- [4] 吴培培, 张旻, 史英春. 短波 3G-ALE 信号链路层数据编码分析 [J]. 通信技术, 2018, 51(6): 16-21.