第 18 卷 第 2 期 2018 年 1 月
1671—1815(2018)002-0099-06

科 学 技 术 与 工 程
Science Technology and Engineering

Vol. 18 No. 2 Jan. 2018
© 2018 Sci. Tech. Engrg.

引用格式:吴军英, 王新颖, 常永娟, 等. 窄带干扰下自组织网络通信中自适应非线性滤波方法研究[J]. 科学技术与工程, 2018, 18(2): 99—104

Wu Junying, Wang Xinying, Chang Yongjuan, et al. Adaptive nonlinear filtering method in ad hoc networks communication with narrowband interference[J]. Science Technology and Engineering, 2018, 18(2): 99—104

窄带干扰下自组织网络通信中自适应非线性滤波方法研究

吴军英[1] 王新颖[2] 常永娟[1] 孙思思[1]

(国网河北省电力公司信息通信分公司[1],石家庄 050000;华北电力大学[2],保定 071000)

摘 要 针对传统滤波方法抗干扰能力差、收敛性低的弊端,提出一种新的窄带干扰下自组织网络通信中自适应非线性滤波方法。介绍了 MLMS 方法,给出滤波器结构。采用非线性函数对估计误差信号施行相关处理,通过 MLMS 法对抽头系数进行更新。为了降低信号干扰样本的干扰,利用非线性函数对其进行修正,给出新的抽头系数更新方程。根据正弦干扰对白高斯噪声信号进行描述,获取最佳抽头系数。通过输出信噪比和输入信噪比的比值对所提方法抵御窄带干扰的性能进行评价。将所提方法应用于窄带干扰自组织网络通信中,结果表明,所提方法抑制干扰能力强、收敛性能高、得到的信号效果好。

关键词 窄带干扰 网络通信 自适应 滤波方法

中图法分类号 TN914.42; **文献标志码** A

网络通信给人们的生活带来了很大的便利,其中自组织网路通信是网络通信主要方式之一。随着通信环境的复杂化,出现了越来越多的窄带干扰,大大影响了通信的稳定性,严重的窄带干扰甚至会导致无法通信。因此,需研究出一种有效方法对出现的窄带干扰进行抵御和消除,保证自组织网络通信的稳定性[1,2]。

提出了一种窄带干扰下自组织网络通信中自适应非线性滤波方法。研究结果表明,所提方法可有效地对出现的窄带干扰进行抵御和消除,且具有较高的处理性能。

1 窄带干扰下自组织网络通信中自适应非线性滤波方法

1.1 MLMS 方法介绍

MLMS 方法是在最小均方误差方法(LMS)的基础上修正得到的,该方法是在 LMS 方法中指定位置设定出相应时延实现的,用此时间点梯度估计对上个时间点的梯度估计进行替换,也就是用此时间点的梯度估计对权矢量中上个时间点的梯度估计进行替换。用 $\boldsymbol{W}(t)$ 描述自适应滤波器在 t 时的滤波系数或权矢量,在 $t+1$ 时的滤波系数或权矢量进行计算,计算公式为[3,4]

$$\boldsymbol{W}(t+1) = \boldsymbol{W}(t) - \frac{1}{2}\mu \hat{\nabla}(t+1) \tag{1}$$

式(1)中,μ 表示设定的时延;$\hat{\nabla}(t+1)$ 表示 $t+1$ 时的梯度估计算子。

对 $t+1$ 时的误差进行计算,其计算公式为[5]

$$e(t+1) = d(t+1) - \boldsymbol{X}^{\mathrm{T}}(t+1)\boldsymbol{W}(t+1) \tag{2}$$

式(2)中,$\boldsymbol{X}^{\mathrm{T}}$ 描述输入矢量;d 为初始值。将式(1)与式(2)相结合,可得:

$$\boldsymbol{W}(t+1) = \boldsymbol{W}(t) + \mu_{\mathrm{M}}(t+1)e_{\mathrm{M}}(t+1)\boldsymbol{X}(t+1) \tag{3}$$

式(3)中,

$$\begin{cases} e_{\mathrm{M}}(t+1) = d(t+1) - \boldsymbol{W}^{\mathrm{T}}(t)\boldsymbol{X}(t+1) \\ \mu_{\mathrm{M}}(t+1) = \dfrac{\mu}{1+\mu\boldsymbol{X}^{\mathrm{T}}(t+1)\boldsymbol{X}(t+1)} \end{cases} \tag{4}$$

1.2 自组织网络通信中自适应非线性滤波方法

为抵御自组织网络通信中窄带干扰,提出了一种自适应非线性滤波方法,该方法是在 MLMS 方法的基础上实现的[6,7],滤波器结构如图 1 所示。

MLMS 方法采用非线性函数对估计误差信号施行相关处理,通过线性抽头更新得到相应的抽头系数[8]。用 $r(k)$ 描述通过切普数率收集到的样本信号序列值,其公式描述为

$$r(k) = S(k) + i(k) + n(k) \tag{5}$$

2017 年 6 月 19 日收到 河北省电力公司科信部项目(kj2015-047,kj2016-026-II,kj2017-031)资助

第一作者简介:吴军英(1982—),男,汉族,河北石家庄人,硕士,高级工程师。研究方向:通信工程、激光技术。E-mail: wujy_5566@tom.com。

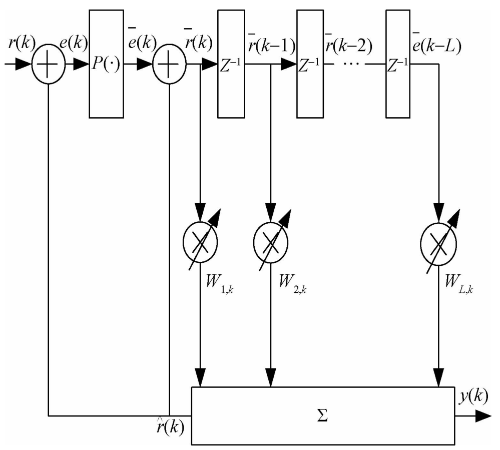

图 1 自适应非线性滤波器结构图

Fig. 1 Structure of adaptive nonlinear filter

式(5)中，$S(k)$ 用于描述值为 ±1 的伪随机序列；$i(k)$ 用于描述窄带干扰通信信号的样本值；$n(k)$ 用于描述高斯白噪声样本序列值。

假设用 $\boldsymbol{W}(k)$ 描述滤波系数，用 $\boldsymbol{X}(k)$ 描述滤波器抽头输入信号矢量。其中，

$\boldsymbol{W}(k) = [w_1(k), w_2(k), \cdots, w_M(k)]^{\mathrm{T}}$；

$\boldsymbol{X}(k) = [x(k), x(k-1), \cdots, x(k-N)]^{\mathrm{T}}$。

那么，窄带干扰信号的估计值 $\hat{r}(k)$ 可用公式描述为

$$\hat{r}(k) = \boldsymbol{X}^{\mathrm{T}}(k) * \boldsymbol{W}(k) \tag{6}$$

其误差为

$$e(k) = r(k) - \sum_{i=1}^{N} W_i(k) r(k-i) = r(k) - \hat{r}(k) \tag{7}$$

通过 MLMS 算法对抽头系数进行更新，公式描述为

$$\boldsymbol{W}(k+1) = \boldsymbol{W}(k) + \frac{\mu}{1+\mu \boldsymbol{X}^{\mathrm{T}}(k+1)\mathrm{X}(k+1)} \times [r(k+1) - \boldsymbol{W}^{\mathrm{T}}(k)\boldsymbol{X}(k+1)]\boldsymbol{X}(k+1) \tag{8}$$

又由于 $\boldsymbol{X}^{\mathrm{T}}(k+1)\boldsymbol{X}(k+1) = P(k+1)$ 能够被当成对输入信号功率的估计，因此，式(8)可描述为[9,10]

$$\boldsymbol{W}(k+1) = \boldsymbol{W}(k) + \frac{\mu}{1+\mu P(k+1)} \times e_{\mathrm{M}}(k+1)\boldsymbol{X}(k+1) \tag{9}$$

式(9)中，

$$e_{\mathrm{M}}(k+1) = r(k+1) - \boldsymbol{W}^{\mathrm{T}}(k)\boldsymbol{X}(k+1) \tag{10}$$

由此可知，抽头更新系数和 $e_{\mathrm{M}}(k+1)$ 之间存在一定关系，同时也可求出 $P(k+1)$，其计算公式为

$$P(k+1) = P(k) + \mu[|x(k)|^2 - P(k-1)] \tag{11}$$

所以，伴随系数的不断更新，$\boldsymbol{W}(k)$ 能够得到最优权值 $\boldsymbol{W}_{\mathrm{opt}}$。

信号干扰样本 $S(k)$ 取值为 ±1 的概率相同，这会造成抽头系数随着 $S(k)$ 不断变化。为了降低 $S(k)$ 的干扰，利用非线性函数对其进行修正，则抽头系数的更新方程可描述为[11,12]

$$\boldsymbol{W}(k+1) = \boldsymbol{W}(k) + \frac{\mu}{1+\mu P(k+1)} \times \{\rho[e_M(k+1)]\}\boldsymbol{X}(k+1) \tag{12}$$

式(12)中，$\rho[e_{\mathrm{M}}(k+1)]$ 用于描述非线性修正函数。对于非线性修正函数 $\rho[e_{\mathrm{M}}(k+1)]$ 通常可用两种方式进行描述，依次是[13]：

$$\rho[e_{\mathrm{M}}(k+1)] = e_{\mathrm{M}}(k) - \tanh\frac{e_{\mathrm{M}}(k)}{\sigma^2(k)} \tag{13}$$

$$\rho[e_{\mathrm{M}}(k+1)] = e_{\mathrm{M}}(k) + \mathrm{sgn}[e_{\mathrm{M}}(k)] \tag{14}$$

式中，误差 $e_{\mathrm{M}}(k)$ 的计算公式为[14]

$$e_{\mathrm{M}}(k) = S(k) + I(k) + n(k) - \sum_{i=1}^{N} W_i(k)\bar{r}(k-i) = S(k) + I(k) + n(k) - \sum_{i=1}^{N} W_i(k)\{\hat{r}(k-i)\rho[e_{\mathrm{M}}(k+1)]\} \tag{15}$$

在非线性函数中，可通过 $\overline{\sigma_k^2} = \sigma_{k-1}$ 实现相关估计，则其函数中的非线性模块等同于干扰样本 $S(k)$ 的一个限幅器。通过 $\overline{e_{\mathrm{M}}}(k)$ 对抽头系数 $\boldsymbol{W}(k)$ 进行设置[15]。等同于在高斯噪声环境中自适应估计 $I(k)$，以计算出估计剩余误差 $E[\overline{e^2(k)}]$ 的最小抽头系数。

对正弦干扰 $I(k)$ 进行描述[16,17]，其计算公式为

$$I(k) = \sqrt{2\Psi}\sin(k\Omega T_{\mathrm{c}}) \tag{16}$$

式(16)中，Ψ 表示干扰系数；Ω 表示模拟低通滤波器技术指标；T_{c} 表示切普时间。

根据正弦干扰 $I(k)$ 对白高斯噪声信号进行描述：

$$R(m) = \Psi\cos(m\Omega T_{\mathrm{c}}) + \sigma_{\mathrm{n}}^2\delta(m) \tag{17}$$

式(17)中，σ_n^2 表示白高斯噪声信号方差；$\delta(m)$ 表述预测方差的取样估计，则计算出的最佳抽头系数为[18]

$$W_{\mathrm{kopt}} = \frac{2\Psi}{N\Psi + 2\sigma_{\mathrm{n}}^2}\cos[(k+1)\Omega T_{\mathrm{c}}] \tag{18}$$

通过输出信噪比 SNR_{out} 和输入信噪比 SNR_{in} 的比值 SNR_{imp} 对所提方法抵御窄带干扰的性能进行评价[19,20]。已知，$SNR_{\mathrm{in}} = 10\lg\dfrac{E[S^2(k)]}{E[|r(k) - S(k)|^2]}$ 与 $SNR_{\mathrm{out}} = 10\lg\dfrac{E[S^2(k)]}{E[|e(k) - S(k)|^2]}$，则由文献

[21,22]得

$$SNR_{imp}=\frac{SNR_{out}}{SNR_{in}}10\lg\frac{E[\,|r(k)-S(k)|^2\,]}{E[\,|e(k)-S(k)|^2\,]}\leqslant\frac{\Psi+\sigma_n^2}{E[\,e^2(k)\,]_{\min}} \tag{19}$$

2　实验结果分析

2.1　实验检测数据处理

在进行实验的过程中,选用屏蔽谐振环天线作为实验检测传感器,将其运行频带控制在 350 ~ 440 MHz 间,中心频率约为 390 MHz,此区间中的窄宽干扰在自组织网络通信检测频带中。实验采用的是泰克 MDO4054B—6 混合域示波器,其主要性能指标为:带宽是 500 MHz;采样率是 2.5 GS/s;频率范围为 50 kHz ~ 6 GHz,记录长度是 20 MB。

实验收集到的自组织网络通信信号的波形如图 2所示。对收集到的自组织网络通信信号施行频谱分析,得到的频谱如图 3 所示。

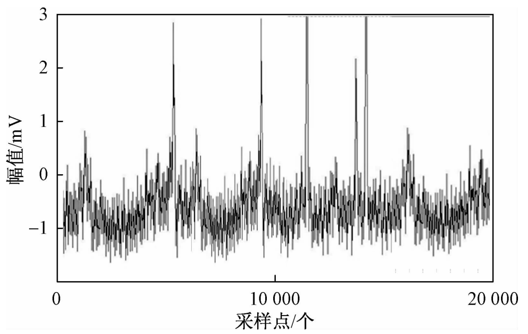

图 2　自组织网络通信信号波形图

Fig. 2　Self-organizing network communication signal waveform

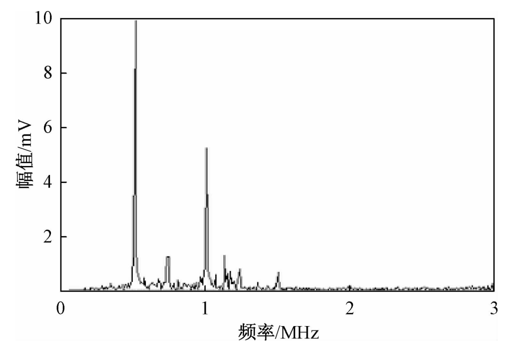

图 3　自组织网络通信信号频谱

Fig. 3　Self-organizing network communication signal spectrum

由图 3 可以看出,自组织网络通信信号的能量大部分在 1 MHz 中。因收集到的自组织网络通信信号窄带干扰不是很强,所以需对收集到的自组织网络通信信号进行染噪处理,添加的混频窄带干扰的频率依次是 100 MHz、300 MHz、450 MHz、800 MHz以及 1.5 GHz。图 4 与图 5 依次描述的是添加干扰后通信信号的时域波形图与频谱。

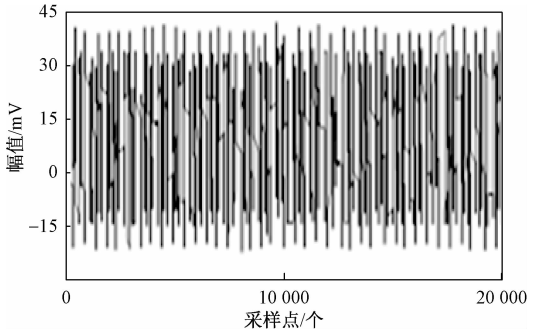

图 4　染噪后的自组织网络通信信号

Fig. 4　Communication signal of self-organized network after noise

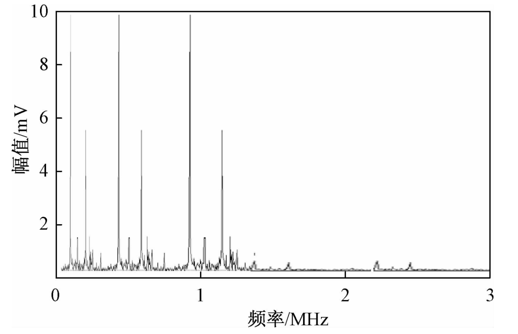

图 5　染噪后的自组织网络通信信号频谱

Fig. 5　Spectrum of self-organized network communication signal after noise

由图 5 可以看出,窄带干扰频率与自组织网络通信信号几乎重叠,表明处理后的自组织网络通信信号被严重干扰。

2.2　性能分析

2.2.1　降噪能力分析

依次通过本文方法、Kalman 滤波法以及 FPGA 滤波法对上述窄带干扰下的自组织网络通信信号进行降噪处理,处理后的结果如图 6 所示。

分析图 6 可知,采用本文方法对窄带干扰下自组织网络通信信号进行滤波,效果好于 Kalman 滤波法与 FPGA 滤波法,窄带干扰几乎都被清除,且自组织网络通信信号能量丢失较少,证明本文方法能够较好的对窄带干扰下自组织网络通信信号进行滤波处理。

为进一步证明本文方法对窄带干扰下自组织网络通信信号的滤波性能,通过噪声抑制比 λ 对上述三种方法进行评价,其计算公式为

$$\lambda=10(\lg\varepsilon_1^2-\lg\varepsilon_2^2) \tag{20}$$

式(20)中,ε_1 与 ε_2 为描述去掉干扰噪声前后的噪声偏差。对于噪声抑制比 λ,其值体现了处理后信号的凸显程度,其值越小,表明方法的滤波性能越

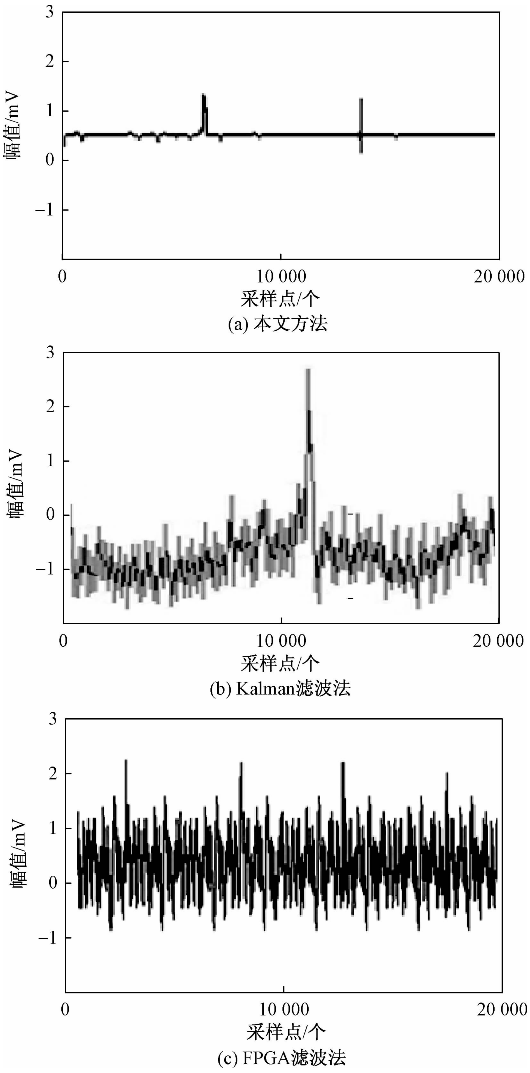

图 6 采用三种方法对信号的去噪结果

Fig. 6 Uses three methods to denoise the signal

强。经计算,本文方法、Kalman 滤波法以及 FPGA 滤波法噪声抑制比依次为:28. 46 dB、58. 68 dB、86. 58 dB,进一步证明了本文方法的滤波能力。

2. 2. 2 收敛性分析

对本文方法、Kalman 滤波法以及 FPGA 滤波法的收敛性能进行分析,收敛性能主要体现了信号恢复正常状态的快慢和实际值理想值的偏差大小。窄带干扰可分成两大类,一类是单音干扰,另一类是多音干扰。依次采用上述三种方法分别对两类窄带干扰下的自组织网络通信信号进行实验,并对实验结果进行对比。

(1)单音干扰下收敛性能分析。在单音干扰实验过程中,单音干扰的频偏 ΔF 为 0. 147 6 rad,通信信号选用周期 C 为 15 的 m 序列,通信信号的平均功率是 1。图 7 描述的是本文方法、Kalman 滤波法以及 FPGA 滤波法收敛性对比结果。

图 7 中,横轴为迭代次数,纵轴为处理后的均方

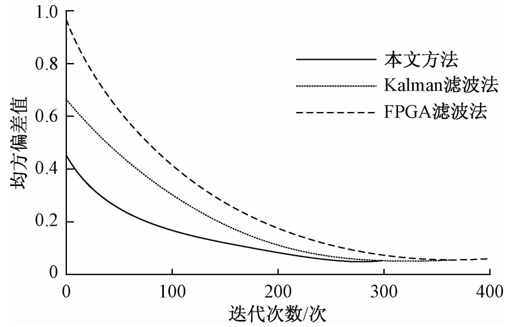

图 7 单音干扰下三种方法收敛性对比结果

Fig. 7 Convergence results of three methods under single tone interference

偏差。分析图 7 可知,本文方法的收敛速度不但优于 Kalman 滤波法与 FPGA 滤波法,而且处理后的均方偏差也低于另外两种方法,同时随着迭代次数的增加,优势更加明显,表明本文方法可对单音窄带干扰下的通信信号进行较好处理。

(2)多音干扰下收敛性能分析。在多音干扰实验中,利用两个单音干扰同时对自组织网络通信信号进行干扰,其中一个单音干扰的频偏 ΔF_1 为 0. 147 6 rad,另一个单音干扰的频偏 ΔF_2 为 0. 224 5 rad,通信信号选用周期 C 仍为 15 的 m 序列,通信信号的平均功率仍是 1。图 8 描述的是多音干扰下本文方法、Kalman 滤波法以及 FPGA 滤波法收敛性对比结果。

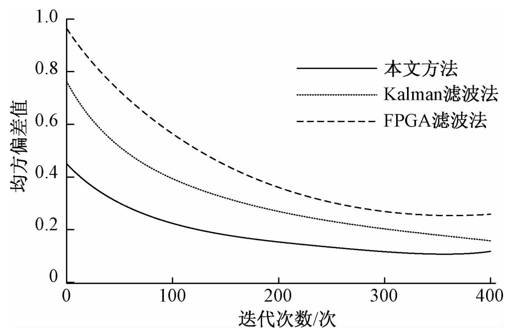

图 8 多音干扰下三种方法收敛性对比结果

Fig. 8 Convergence results of three methods under multi tone interference

分析图 8 可知,在添加单个单音干扰后,对本文方法的收敛性能几乎没有造成影响,但对 Kalman 滤波法与 FPGA 滤波法造成了一定影响,这两种方法的收敛性都相应地降低。进一步表明本文方法的优越性。

图中的表示和各项参数与单音干扰时相同。

2. 2. 3 信噪比分析

在窄带干扰频率发生改变的情况下,对得到相应信噪比下的本文方法、Kalman 滤波法与 FPGA 滤波法性能进行分析,分析结果如图 9 所示。

图9中，横轴为输入信噪比；纵轴为信噪比改善因子。分析图9可知，随着输入信噪比的增加，本文方法、Kalman滤波法与FPGA滤波法性能都相对降低，但本文方法降低幅度低于另外两种方法，说明本文方法能较好的对各种频率的窄带干扰进行滤波。

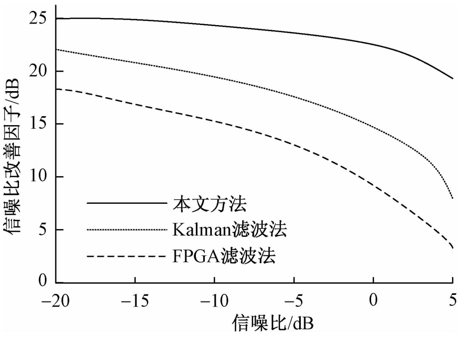

图9　不同窄带频率下各方法性能对比结果

Fig. 9　Performance comparison of each method under different narrowband frequencies

3　结论

本文提出一种新的窄带干扰下自组织网络通信中自适应非线性滤波方法。分析了自适应非线性滤波方法的原理，介绍了滤波抑制干扰过程。经实验验证，所提方法抑制干扰能力强、收敛性能高、得到的信号效果好。

参　考　文　献

1　张玉峰，周奇勋，周　勇，等. 非线性自适应平方根无迹卡尔曼滤波方法研究. 计算机工程与应用，2016；52(16)：36—40

Zhang Yufeng, Zhou Qixun, Zhou Yong, *et al.* Research on adaptive square-root unsented Kalman filter for nonlinear system. Computer Engineering and Applications, 2016; 52(16): 36—40

2　陈长庆，魏　波. 网络光纤通信中的噪声干扰去除方法研究. 计算机仿真，2016；33(10)：166—169

Chen Changqing, Wei Bo. Research on method of removing noise in network optical fiber communication. Computer Simulation, 2016; 33(10): 166—169

3　余　晓，周新志，雷印杰. 基于分离指标的宽阻带低通滤波器设计. 计算机测量与控制，2016；24(1)：246—248

Yu Xiao, Zhou Xinzhi, Lei Yinjie. Design of broad-stopband low-pass filter based on separating specifications. Computer Measurement & Control, 2016; 24(1): 246—248

4　汪　勃，谌　明，梁光明，等. 自适应三门限窄带干扰抑制算法. 电子学报，2015；43(1)：13—17

Wang Bo, Chen Ming, Liang Guangming, *et al.* Adaptive tri-threshold narrowband interference suppression algorithm. Acta Electronica Sinica, 2015; 43(1): 13—17

5　曾祥萍，金炜东，赵海全，等. 自适应CRBF非线性滤波器及其改进学习算法. 计算机科学，2014；41(7)：266—269

Zeng Xiangping, Jin Weidong, Zhao Haiquan, *et al.* Adaptive CRBF nonlinear filter and its improved learning algorithm. Computer Science, 2014; 41(7): 266—269

6　徐　嵩，孙秀霞，刘树光，等. 分维自适应稀疏网格积分非线性滤波器. 自动化学报，2014；40(6)：1249—1264

Xu Song, Sun XiuXia, Liu Shuguang, *et al.* Dimension-wise adaptive spare grid quadrature nonlinear filter. Acta Automatica Sinica, 2014; 40(6): 1249—1264

7　Helmle S, Dehm M, Kuhn M, *et al.* Feedback interval for link adaptation in TDMA-based single-carrier VHF narrowband mobile Ad-Hoc networks. Electronics Letters, 2014; 50(3): 221—223

8　李自强，李以农，钟银辉，等. 基于非线性自适应滤波算法的齿轮传动系统振动主动控制. 振动与冲击，2017；36(6)：181—187

Li Ziqiang, Li Yinong, Zhong Yinhui, *et al.* Nonlinear adaptive filtering algorithm for the active vibration control of gear transmission. Journal of Vibration and Shock, 2017; 36(6): 181—187

9　宁晓琳，李　卓，黄盼盼，等. 深空探测器接近段自适应滤波方法研究. 空间科学学报，2016；37(3)：322—331

Ning Xiaolin, Li Zhuo, Huang Panpan, *et al.* Comparison of adaptive filter for celestial navigation during approach phase. Chinese Journal of Space Science, 2016; 37(3): 322—331

10　陈海燕. 一种小区重叠干扰下的通信滤波器噪声抑制算法. 科技通报，2016；32(3)：136—139

Chen Haiyan. A small area overlap interference communication filter noise suppression algorithm. Bulletin of Science and Technology, 2016; 32(3): 136—139

11　Song X. Adaptive filter-based narrowband interference detection, estimation and cancellation. Bulletin of Mathematical Biology, 2015; 68(6): 1355—1381

12　周　航，巴晓辉，陈　杰，等. 基于恒虚警率门限的GPS频域窄带干扰抑制算法. 电子设计工程，2017；25(5)：70—73

Zhou Hang, Ba Xiaohui, Chen Jie, *et al.* An algorithm with constant false alarm rate threshold for GPS narrowband interference suppression. Electronic Design Engineering, 2017; 25(5): 70—73

13　胡　婧，边东明，谢智东，等. 应用形态学滤波的卫星通信窄带干扰检测新方法. 计算机科学，2016；43(10)：120—124

Hu Jing, Bian Dongming, Xie Zhidong, *et al.* New approach for narrow band interference detection in satellite communication using morphological filter. Computer Science, 2016; 43(10): 120—124

14　孙宇新，杨玉伟. 无轴承异步电机悬浮系统的非线性滤波器自适应逆控制. 控制理论与应用，2016；33(3)：304—310

Sun Yuxin, Yang Yuwei. Adaptive inverse control for levitation system of bearingless induction motors based on nonlinear filters. Control Theory & Applications, 2016; 33(3): 304—310

15　Xiong H. An efficient narrowband interference suppression approach in ultra-wideband receiver. IEEE Sensors Journal, 2017; 17(9): 2741—2748

16　毕晓君，夏晓蕾. 基于自适应匹配追踪的MIMO-OFDM窄带干扰检测. 哈尔滨工程大学学报，2015；36(9)：1287—1291

Bi Xiaojun, Xia Xiaolei. Narrow band interference detection for MIMO-OFDM systems based on sparsity adaptive matching pursuit. Journal of Harbin Engineering University, 2015; 36(9): 1287—1291

17　刘泳庆，蒋　硕，于　栋，等. 窄带干扰抑制对码相位测量零值的影响分析. 兵工学报，2016；37(2)：293—298

Liu Yongqing, Jiang Shuo, Yu Dong, *et al.* Effect of narrowband interference suppression on pseudorandom code zero value. Acta Armamentarii, 2016; 37(2): 293—298

18 Liu S, Yang F, Ding W, *et al*. Double kill: compressive-sensing-based narrow-band interference and impulsive noise mitigation for vehicular communications. IEEE Transactions on Vehicular Technology, 2016; 65(7):5099—5109

19 王雯婷,葛海波,王艳艳. 变步长 LMS 算法抑制窄带干扰技术研究. 电子技术应用,2015;41(2):89—92
Wang Wenting, Ge Haibo, Wang Yanyan. The research of narrow-band interference suppression on variable step size LMS algorithm. Application of Electronic Technique,2015;41(2):89—92

20 陈 英,胡 玥. 基于信号盲分离的通信信道干扰抑制算法. 科学技术与工程,2016;16(21):255—260
Chen Ying, Hu Yue. Interference suppression algorithm based on signal blind source separation. Science Technology and Engineering, 2016;16(21):255—260

21 Kryszkiewicz P, Bogucka H. Low complex, narrowband-interference robust synchronization for NC-OFDM cognitive radio. IEEE Transactions on Communications,2016;64(9):3644—3654

22 Akho-Zahieh M M, Abdellatif N. Narrow-band interference suppression in wavelet packets based multicarrier multicode CDMA overlay system. Wireless Communications & Mobile Computing, 2015; 15(2):203—214

Adaptive Nonlinear Filtering Method in Ad Hoc Networks Communication with Narrowband Interference

WU Jun-ying[1], WANG Xin-ying[2], CHANG Yong-juan[1], SUN Si-si[1]

(Stat Grid Hebei Information & Telecommunication Branch[1], Shijiazhuang 050000, China;
North China Electric Power University[2], Baoding 071000, China)

[**Abstract**] In view of the drawbacks of the traditional filtering methods, such as poor anti-interference ability and low convergence, a new adaptive nonlinear filtering method in ad hoc network communication with narrowband interference is proposed. The MLMS method is introduced and the filter structure is given. The nonlinear error function is used to process the estimated error signal, and the tap factor is updated by MLMS method. In order to reduce the interference of the signal interference sample, the nonlinear function is used to correct it, and a new updating equation of the tap factor is given. According to sinusoidal interference, the Gauss noise signal is described, and the optimum tap factor is obtained. The performance of the proposed method against narrowband interference is evaluated by means of the ratio of the output signal-to-noise ratio to the input signal-to-noise ratio. The proposed method is applied to narrowband interference communication in Ad Hoc networks, and the results show that the proposed method has strong anti-interference ability, high convergence performance and good signal effect.

[**Key words**] narrowband interference network communication self-adaption filtering method