



# 滑动平均滤波算法在超声波探伤仪中的应用

周 翔

(南通友联数码技术开发有限公司 江苏 南通 226000)

**摘 要** 在工业超声波探伤过程中,超声波信号不可避免地存在噪声和瞬时扰动等带来的干扰信号。严重影响了探伤人员对缺陷的判定,造成漏判或者误判。文章分析并比较了几种滤波算法,最后利用滑动平均滤波算法来消除干扰信号,并通过代码的形式实现了滤波算法的功能。通过实验结果表明,滑动平均滤波算法应用在超声波信号处理中能有效地消除干扰信号,减少了干扰信号给探伤带来的影响。

**关键词** 滤波算法 超声波 滑动平均滤波

中图分类号: TH878.2

文献标识码: A

文章编号: 1671-931X (2018) 06-0098-03

98

武汉职业技术学院学报二〇一八年第十七卷第六期(总第九十八期)

## 引言

超声波具有穿透能力强、灵敏度高等优点,因此被广泛用于工业无损检测中。在超声波信号形成、传输和接收过程中不可避免的会伴有干扰信号,这些干扰信号影响了正常信号的质量。干扰信号可以分为周期性信号和随机性信号,对于周期性信号来说通常是可以被测量得到或者是已知的,因此可以根据产生的来源采取相应措施,一般在硬件电路设计中加入滤波器来消除。对于随机信号来说其变化是无规律的、随机的、不确定的,在超声波数据接收过程中必须对数据进行必要处理,这样可以提高测量精度和抗干扰能力,为超声波检测提供可靠、精确的数据<sup>[1]</sup>。可以通过在应用软件中加入相关滤波算法来消除干扰信号。

## 一、算法分析

### (一)常用滤波算法

#### 1.限幅滤波法

先确定两次相邻采样值的最大偏差值(设为A),由被测对象的具体情况而定。以后对每次采样后的新值进行判断:如果本次值与上次值之差小于等于A,则取本次采样值,如果本次值与上次值之差大

于A,则本次值无效,放弃本次值,取上一次值作为本次采样数据。虽然能够有效克服因偶然因素引起的脉冲干扰,但是无法抑制周期性干扰,平滑度差,主要用于变化比较缓慢的测量值,如温度、湿度的滤波处理。

#### 2.算术平均滤波法

对N个连续采样值相加,然后取其算术平均值作为该次测量值,对滤除混杂在被测信号上的随机干扰非常有效,但是不易消除脉冲干扰引起的误差,且实时性较低。

#### 3.中位值滤波法

连续采样N次(N取奇数),把N次采样值按大小排列,取中间值为本次有效值。能有效克服因偶然因素引起的波动干扰;对温度、液位的变化缓慢的被测参数有良好的滤波效果。对快速变化的参数不宜,如对流量、速度等滤波处理。

#### 4.滑动平均滤波法

把N个采集数据看成一个队列,且队列长度固定为N,每进行一次新的采样,把新的采样结果放进队尾,去掉原来队首的一个数据。然后将队列中的N个数据进行算术平均运算,得到的结果即为滤波结果。与算术平均滤波法不同,滑动滤波法这种利用滚动更新队列中数据,使其始终保持有N个采样值的方法<sup>[2]</sup>。

收稿日期 2018-11-09

作者简介:周翔(1987-),男,江苏盐城人,本科,南通友联数码技术开发有限公司工程师,研究方向:工业超声波探伤成像研究。

## (二)随机误差特性

随机误差是由外部各种因素影响造成,如周围环境变化、电磁波的干扰、气压及湿度的变化、空气扰动等,因此随机误差不可以用实验的方法来消除或修正。尽管单次测量的随机误差数据没有规律可循,但是多次重复测量的随机误差数据经过实践及理论证明,服从统计归律中的正态分布特性。由概率统计学可知,样本均值服从正态分布  $N(\mu, \frac{\sigma^2}{n})$ ,样本均值  $\bar{x}$  的方差是被测量  $x$  方差  $\sigma^2$  的  $\frac{1}{n}$  倍,因此被

测量  $x$  由样本均值  $\bar{x}$  来代替可以获得更高精度,而且样本容量  $n$  越大,精度越高。

随机误差的大小和正负都不固定,但多次测量就会发现,绝对值相同的正负随机误差出现的概率大致相等,因此它们之间常能互相抵消,所以可以通过增加平行测定的次数取平均值的办法减小随机误差。滑动平均滤波算法继承了算术平均滤波法滤除随机干扰的有效性,平滑度较高,又符合超声波采样实时性的要求。因此采用滑动平均滤波算法来消除超声波采样过程中的干扰信号是有理论依据的。

## (三)滑动平均滤波法原理

超声波探伤仪的接收模块对回波信号进行模拟信号处理后送至 A/D 采样模块,再由信号处理模块对采样数据进行相关处理,最后主控制模块对信号处理模块发送的数据进行合成,应用程序通过读取数据,对数据进行滤波后,显示在屏幕上<sup>[3]</sup>。由于屏幕上只能显示有限个位点,必须对采集到的数字回波信号进行压缩处理来适合屏幕的显示要求<sup>[3-5]</sup>。

设屏幕可以显示  $M$  个波形数据点数,采样平均次数为  $N$ 。算法步骤描述如下:

(1)连续采样  $N$  次,波形数据分别存储在对应数组  $X_i[M]$  中(其中  $i=1,2,\dots,N$ );

(2)进行一次新的采样( $i>N$ ),将  $X_{i-1}[j] = X_i[j]$ (其中  $i=2,3,\dots,N$ ),  $X_N[M]$  存储最新一次波形数据值;

(3)求取  $N$  个波形数据平均值并存储于数组  $X[M]$  中,即  $X[j] = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N X_i[j]$ (其中  $j=1,2,3,\dots,M$ );

(4)判断采样是否结束,如果结束转至步骤(5),否则进入步骤(3);

(5)采样结束。

## (四)代码实现

滤波算法的软件代码的实现是基于 C++ 语言设计的,采用了面向对象设计思想,达到了软件工程的三个主要目标:重用性、灵活性和扩展性。滤波算法中的数据和封装在类  $\text{CSmoothFilter}$  中,这样做改动的时候对整个程序的影响不大。

在  $\text{SmoothFilter.h}$  头文件进行滤波类的定义。

```
Class CSmoothFilter
{
```

```
public:
CSmoothFilter()
~CSmoothFilter();

public:
void GetFilterWave(u_char *FilterWave);

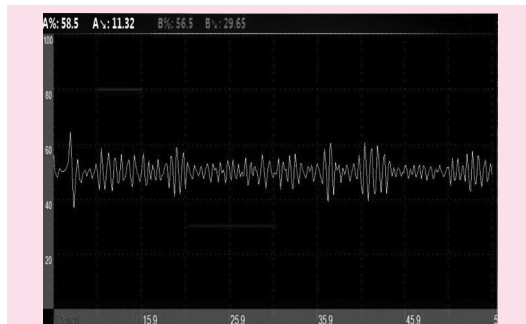
protected:
int?iLen=480;//A 扫屏幕点数
int?iFilterNum ;//平均滤波次数
u_char waveFilter[iFilterNum?*iLen];
u_char waveTotal[dwAScanLen];
u_char *pWaveCurr;
u_char *pWavePre;
}

在 SmoothFilter.c 文件中实现函数的功能。
CSmoothFilter::CSmoothFilter()
{
pWaveCurr = waveFilter;
pWavePre = waveFilter + dwAScanLen;
}

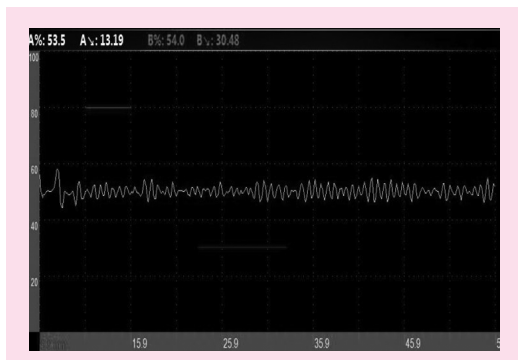
void CSmoothFilter:: GetFilterWave (u_char
*FilterWave)
{
??GetWaveData( pWaveCurr, ?iLen) ;//获取波形
i = j + g_dwAScanLen - 1;
for( int i = 0; i<iLen ; i++)//降噪处理
{
waveTotal[i] = waveTotal[i] + pWaveCurr[i]
- pWavePre[i];
FilterWave [i]? =(u_char) (waveTotal [i] /
iDenoiseNum );
}
pWaveCurr = pWavePre ;
ipos=( ipos+ 1 ) % iFilterNum
pWavePre = waveFilter + ( ( ipos+ 1 ) %
iFilterNum ) * dwAScanLen;
}
```

## 二、实验结果

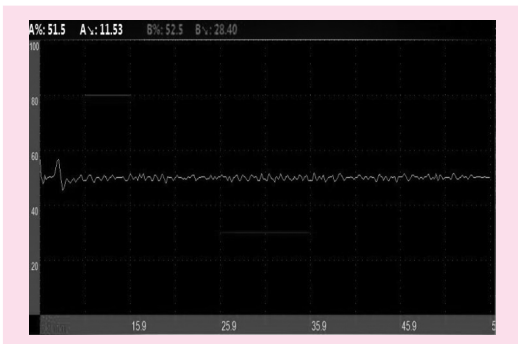
在相同参数条件下,通过设置  $\text{CSmoothFilter}$  类中数据成员  $iFilterNum$  的值来改变平均滤波次数,



(a)原始波形



(b) iFilterNum=4 滤波效果图



(c) iFilterNum=6 滤波效果图

图1 滤波效果图

通过调节超声波探伤仪器的中按键来切换。得到滤波效果如图1。

### 三、结论

从实验图中可以很直观发现滤波效果，滑动平均滤波算法能有效消除超声波探伤仪中的干扰信号，平滑度较高，算法实现简单，减少运算时间，符合超声波采样实时性的要求。

#### 参考文献：

- [1] 沙林秀. 带时间戳的移动平均防脉冲干扰数字滤波算法[J]. 石油机械, 2012, (3): 13-15.
- [2] 佟慧姣, 曹丽英, 朱磊基, 等. 基于滑动滤波的消防水系统状态监测方法[J]. 消防科学与技术, 2017, (5): 636-638.
- [3] 曹淑琴, 赵新超, 袁开国. 基于FPGA的超声波信号处理设计与实现[J]. 电子技术应用, 2010, (5): 104-108.
- [4] 王晔, 赵兴群. 基于DSP的超声检测系统高速数据采集压缩卡设计[J]. 工业控制计算机, 2007, (10): 24-25.
- [5] 邓志阳, 曹玉雯, 祝海江. 一种基于FPGA的超声信号高速采集与压缩方法[J]. 计量技术, 2010, (1): 27-29.

[责任编辑：刘 骋]

## Application of Moving Average Filtering Algorithm in Ultrasonic Flaw Detector

ZHOU Xiang

(Nantong Union Digital Technology Development Co. Ltd, Nantong 226000, China)

**Abstract** In the industrial ultrasonic flaw detection process, the ultrasonic signal inevitably has interference signals caused by noise and instantaneous disturbance, which seriously affects the flaw detection by personnel, causing missed judgment or misjudgment. The article analyzes and compares several filtering algorithms. Finally, it uses the moving average filtering algorithm to eliminate the interference signal and implements the function of the filtering algorithm in the form of code. The experimental results show that the moving average filtering algorithm can effectively eliminate the interference signal in the ultrasonic signal processing and reduce the influence of the interference signal on the flaw detection.

**Key words** ultrasonic; analyzes; compares; the moving average filtering algorithm