

# 基于 LD 的声源定位研究

李政林 金正阳 李锦炜

(衢州学院 浙江衢州 324000)

摘要：激光监听是近代科技研究的一个新方向，但对声源定位的研究却比较罕见。本研究在基于 LD 的侦听系统基础上探究声源定位的原理、方法以及借助 PC 机和 MATLAB 实现通过侦听系统获取声音的声源定位，希望最终设计一套智能的声源定位系统。

关键词：激光监听、LD、PC 机、MATLAB

## 0 引言

随着计算机和信息技术的不断发展和广泛应用，信号一种各种各样的表现形式出现在各个领域，信息的传递、变化、储存和收集都离不开信号<sup>[1]</sup>。正应如此，信息处理在声音信息的应用领域就有着十分重要的意义。

本文利用 MATLAB 中的音频处理功能来完成对侦听声音的基本定位，同时预期设计出操作简单、性能优越的定位系统。

## 1 声源定位原理

下面通过模型实例和广义 TDOA(time difference of arrivals)时延估计分析法来解释定位原理，如图 1 所示。假设室内声源地点，声源点与玻璃门窗的距离  $L_0$  是定值。现在利用两套监听系统发射激光到玻璃面上，声源距离激光达到玻璃的两个靶点分别为  $R_1, R_2$  靶点相距。当获取到两个靶点返回来的声音信号，并对其进行滤波放大处理以后，利用声源定位算法求出声源距离两个靶点的水平距离  $L_1, L_2$ 。

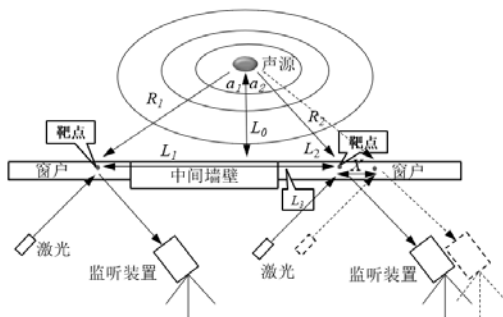


图 1 定位原理模型

$$X_2(t) = S_1(n-t) + N_1(t) \quad (8)$$

$$X_2(t) = S_2(n-t) + N_2(t) \quad (9)$$

$X_n(t)$ 是接收到的声源信号， $S_n(n-t)$ 为声音信号， $N_n(t)$ 是高斯白噪声。其中  $S_n(n-t)$ 与  $N_n(t)$ 互不相关， $t_1$ 和  $t_2$ 分别是两台 LD 监听系统从发射激光到接收激光的时间，进而时延  $t_{12}$ 为两时间之差。

所以时间相关函数  $R_{12}$ 可表示为：

$$R_{12} = E[X_1(n)X_2(n-t)] \quad (10)$$

代入(8)、(9)式到(10)式得到：

$$R_{12} = E\{[S_1(n-t_1) + N_1(t)] \times [S_2(n-t-t_2) + N_2(t)]\} \quad (11)$$

又因为  $S_n(n-t_1)$ 和  $N_n(t)$ 互不相关，得出  $S(n-t_1)$ 、 $S_2(n-t-t_2)$ 与  $S_n$ 的相关函数：

$$R_{12} = E[S_1(n-t_1) \times S_2(n-t-t_2)] = R_s[t-(t-t_2)] \quad (12)$$

由自相关函数的性质可知，当  $t-(t-t_2)$ 时， $R_{12}$ 达到最大值。已

知声音空气中传播速度为 340m/s，改变监听系统 2 的靶点与原位置的距离为  $x$ ，则可以计算出声源位置。

$$R_1 - R_2 = (t_1 - t_2) \times v \quad (13)$$

$$R_1 - R_3 = (t_1 - t_3) \times v \quad (14)$$

$$L_3 = L_1 + L_2 \quad (15)$$

$$\sqrt{L_0^2 + (L_3 - L_2)^2} - \sqrt{L_0^2 + L_2^2} = (t_1 - t_2) \times v \quad (16)$$

$$\sqrt{L_0^2 + (L_3 - L_2)^2} - \sqrt{L_0^2 + (L_2 + x)^2} = (t_1 - t_3) \times v \quad (17)$$

## 2 利用 MATLAB 实现声源定位

在 MATLAB 中 Data Acquisition Toolbox 提供了一套完整的声源分析功能，所以可以通过先输入到 PC 的声卡里，再通过 MATLAB 编程处理出声源位置。大致程序语句如下：

```

Ai = analoginput (" BAND&OLUFEN AUDIO "); %初始化声卡设备；
addchannel ( Ai , value ); %添加设备输入通道；
set ( Ai , ' SampleRates ', value ); %设置收集声音频率；
set ( Ai , ' SampleLengths ', value ); %设置声音长度；
set ( Ai , ' Thresholds ', value ); %设置临界值；
starts ( Ai ); [data , time]=getdata ( Ai , Ai.SampleLengths ); %开始收集；
stop ( Ai ); delete ( Ai ); %停止收集，清空缓存；
    
```

## 3 结论

本研究针对收集到的声源信号进行处理，从而得到声源位置。从理论上来看定位的原理并不复杂，同时 MATLAB 程序的设计编写也不困难。但从实际上来看缺少实践经验，所以并不能很全面的说明此研究是可以落地应用的。因此，笔者在接下来的任务中会进行实践调制，完善一个整体的监听定位系统的研究。

## 参考文献

- [1] 王颖, 王俊逸, 刘云飞, et al. 基于声卡和 MATLAB 的信号采集与分析系统[J]. 计算机与信息技术, 2012, 000(005):P.28-31.
- [2] 李亚微, 郭敏. 基于 MATLAB 的音频数据采集系统[J]. 电声技术, 2007, 31(3):57-58.
- [3] 王彦强, 王云红, 钱惠国. 激光监听与声源定位实验[J]. 电子制作, 2015(08):52-53.

项目基金：国家级大学生创新项目（201911488009）  
 作者简介：  
 李政林，衢州学院 2016 级物联网工程专业学生；金正阳、李锦炜，衢州学院 2017 级电气工程及其自动化专业学生；指导教师：陈勇、叶志斌，衢州学院电气与信息工程学院老师。