

Sens. Actuators, B, 2011, 160(1): 1599-1605.

[11] WOOD C D, CUNNINGHAM J E, ORORKE R, et al. Formation and manipulation of two-dimensional arrays of micron-scale particles in microfluidic systems by surface acoustic waves [J]. Appl. Phys. Lett, 2009, 94 (5):

054101-054101-3.

[12] KOZUKA T, TUZIUTI T, MITOME H, et al. Three-dimensional acoustic micromanipulation using four ultrasonic transducers [C]. Micromechatr. Hum. Sci, MHS 2000. Proc. 2000 Int. Symp., IEEE, 2000: 201-206.

· 声学新闻和动态 ·

头相关传递函数测试新方法

头相关传递函数(Head-related transfer function, HRTF)描述了自由声场的声波从声源发出传播到双耳的过程中由于人体反射和散射引起的信号频谱改变。HRTF 在双耳定位、虚拟声像合成以及串音消除的研究中发挥着重要的作用。在有关 HRTF 的研究工作中,HRTF 数据库的获取是一个重要的问题。HRTF 是高度个性化的。为了使得测试数据具有足够的空间分辨率,需要在一系列的仰角和方位角进行测试。很多 HRTF 数据库的测试是在预先设定好的方位上进行的,例如 CIPIC 测试了 1250 个方位,MIT 测试了 710 个方位。在很多应用如运动声源的模拟中,需要更高精度的 HRTF 数据。

HRTF 的测试最常用的信号是最大长度序列(Maximum length sequences, MLS)和扫频信号(Sine sweeps)。测试过程为对每个空间采样点,播放测试信号的同时记录下接收信号,利用这两个信号计算出被试者在这个空间点的 HRTF 数据。MLS 信号具有对瞬态噪声鲁棒的特性。实验中通过发送周期 MLS 序列以获得周期的系统响应,将测试结果取平均作为最终数据。扫频信号在某个时间间隔仅有一个频率的信号,因而可以辨识非线性失真并将其移除。扫频法还避免了解卷积的不稳定性问题。但是这些测试方法需要花费很多时间和精力,不便于 HRTF 数据的快速获取。

最近一种基于自适应滤波的 HRTF 测试方法被提出来,其基本思想是用白噪声作为激励信号,利用 NLMS(Normalized least mean square)算法自适应的辨识系统的传递函数。在测试中,如果对每个测量对象的每个空间采样点

都遵循发送测试信号和记录响应信号的模式进行测试,该方法和前面的两种方法一样属于静态测试法。德国波鸿大学的科学家 G. Enzner 等人在“The Technology of Binaural Listening”一书中撰写了一个章节,系统论述了他们提出的一种 HRTF 动态测试方法:声源连续的发送探测信号,同时以均匀的角速度转动被测对象或人工头,这样就可以获取该水平面整个圆周的 HRTF 数据。G. Enzner 提出了一种时变模型来提取 HRTF 数据。慕尼黑工业大学的研究者在 JASA 发表了论文对前面所提及的几种测试方法进行了客观和主观实验评价[1]。他们得出结论:动态测试法获得的 HRTF 测试数据信噪比要稍低于静态测试法的数据,但是主观实验表明被试对象并不能区分不同测试方法得到的 HRTF 数据。对水平面方位角精度 1°的 HRTF 数据静态测试需要花费 50 分钟,而动态测试法仅需要 2 分钟。动态测试法为个性化 HRTF 数据的快速获取提供了一种新思路。

(杨飞然 编译自[1] ROTHBUCHER M, VEPREK K, PAUKNER P, et al. Comparison of head-related impulse response measurement approaches [J]. J. Acoust. Soc. Am., 2013, 134 (2): EL223-EL229. [2] BLAUERT J. The technology of binaural listening[M]. Berlin Heidelberg: Springer, 2013: 57-92.)