

# 適応処理時代の ノイズ・キャンセル実験室

第7回 遅延や反射を推定すればノイズ除去も可能…システム同定 川村 新

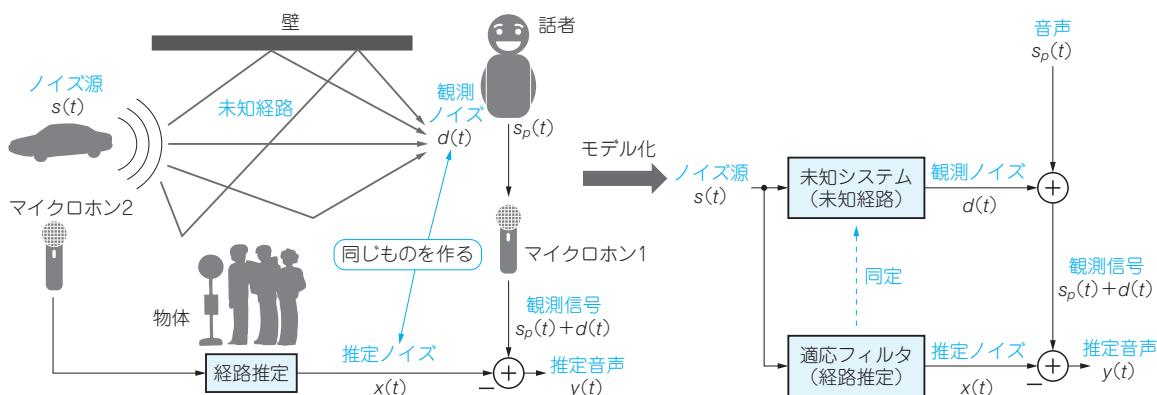


図1 システム同定により観測されるノイズを推定して音声だけを取り出す

ノイズ源から離れた位置で観測するノイズは、遅延や反射の影響を受けるため、環境によって性質が異なります。そこで、システム同定 (System Identification) と呼ばれる技術を用いて、環境の特性を模擬し、観測地点におけるノイズを推定します。推定したノイズを観測信号から減算することでノイズを除去できます。

システム同定によるノイズ除去の概念を図1に、効き目 (シミュレーション) を図2に示します。

## 原理

### ● 経路を推定できればノイズも推定できる

図1において、ノイズ源  $s(t)$  は遅延や反射など環境の特性を付加されて、観測地点におけるノイズ  $d(t)$  となります。遅延や減衰特性は未知で、これを与えるシステムを未知システムと呼びます。

ノイズ源  $s(t)$  とは無関係に、音声信号  $s_p(t)$  が存在する場合を考えます。観測信号は、 $d(t)$  と音声  $s_p(t)$  が加算された信号になります。

このとき環境の特性を未知システム (未知経路) として、適応フィルタで推定します。適応フィルタが経路を推定できれば  $x(t) \approx d(t)$  となり、ノイズを除去できます。

### ● ノイズに無関係な音声は推定できないので残る

適応フィルタは、推定音声  $y(t)$  が0に近づくようにフィルタ係数を更新します。ここで音声  $s_p(t)$  は、ノイズ源  $s(t)$  とは無関係な外乱と考えられます。

外乱がある場合、適応フィルタの推定精度は劣化しそうです。しかし原理的には、入力と無関係な外乱を適応フィルタで推定することはできません。従って、適応フィルタ出力  $x(t)$  は、ノイズだけを推定した信号になり、観測ノイズ  $d(t)$  に近づきます。

結果として、推定音声  $y(t)$  がノイズ除去後の音声となります。

### ● 適応フィルタにはNLMSアルゴリズムなどが利用できる

適応フィルタが未知システムに近づけるような働きをシステム同定と呼びます。適応フィルタの構成を図3に示します。フィルタ係数の更新には、一般的なNLMS (Normalized Least Mean Square) アルゴリズムなどが利用できます。

本連載の第5回 (2017年2月号) で紹介した線スペクトル強調器では、正弦波信号そのものを推定することが目的でした。今回のシステム同定を利用したノイズ除去では、信号ではなく、未知システムの同定が目的になります。この違いに注意してください。