

伝達関数比に基づくガステ性の推定

Estimation of Properties of Gases Based on Transfer Function Ratios

物材機構¹, 筑波大² ◯今村 岳¹, 吉川 元起^{1,2}

NIMS¹, Univ. of Tsukuba² ◯Gaku Imamura¹, Genki Yoshikawa^{1,2}

E-mail: IMAMURA.Gaku@nims.go.jp

複雑なガスの混合物である「ニオイ」を人工的に識別するには、特性の異なる複数のガスセンサを用いて試料となるニオイを測定し、各センサで得られるシグナル（時系列データ）を解析する必要がある。このような「嗅覚センサシステム」では、従来、ポンプ等を用いて流量を厳密に制御して測定を行う必要があったが、著者らは伝達関数比(Transfer Function Ratio, TFR)をシグナル解析の特徴量として扱うことで、流量制御に依存せず、かつ流量をモニターすることなくガス種の識別が可能となることを示した。この TFR を用いたシグナル解析と超小型のセンサである膜型表面応力センサ (Membrane-type Surface stress Sensor, MSS) を組み合わせることで、ポンプを用いることなく、センサチップを試料にかざすだけの「フリーハンド測定」によりニオイを識別することに成功した。[1]

この TFR は、センサを一つの入出力系と考え、入力（ニオイの濃度変化）と出力（センサシグナル）の関係を伝達関数として記述し、センサ間で比を取ったものである。したがって、ガス種だけでなく、温度や湿度、ガス濃度領域など、センサの伝達関数に影響を与えるパラメータであればそれらを推定することが可能である。そこで本研究では、ガス種以外のパラメータをフリーハンド測定により推定することを目的とした。一例として、異なる温度の水（5、20、50、80℃）に対してフリーハンド測定を行い、温度を識別する機械学習モデルを構築した。センサとしては、4種類の異なる材料（表面修飾シリカチタニアナノ粒子3種、ポリマー1種）が塗布された4チャンネル MSS チップを用いた。Figure 1a に 20℃ で測定した際の各チャンネルのシグナルを示す。このフリーハンド測定を各温度の水に対して 30 回行い、各測定で得られたシグナルから TFR を計算した。TFR を特徴量として主成分分析 (Principal Component Analysis, PCA) を行った結果を Figure 1b に示す。特徴量平面上で、温度ごとにクラスが形成され互いに分離していることから、温度の違いにより TFR が変化し、これをもとに温度の識別が可能であることが示唆される。次に、TFR をもとにランダムフォレストにより識別モデルを構築し、5×5 の交差検証により精度を評価した。その結果、 0.97 ± 0.07 という高い精度での識別に成功した。

【参考文献】

- [1] G. Imamura, K. Shiba, G. Yoshikawa, T. Washio, "Free-hand gas identification based on transfer function ratios without gas flow control" *Scientific Reports* 9, 9768 (2019).

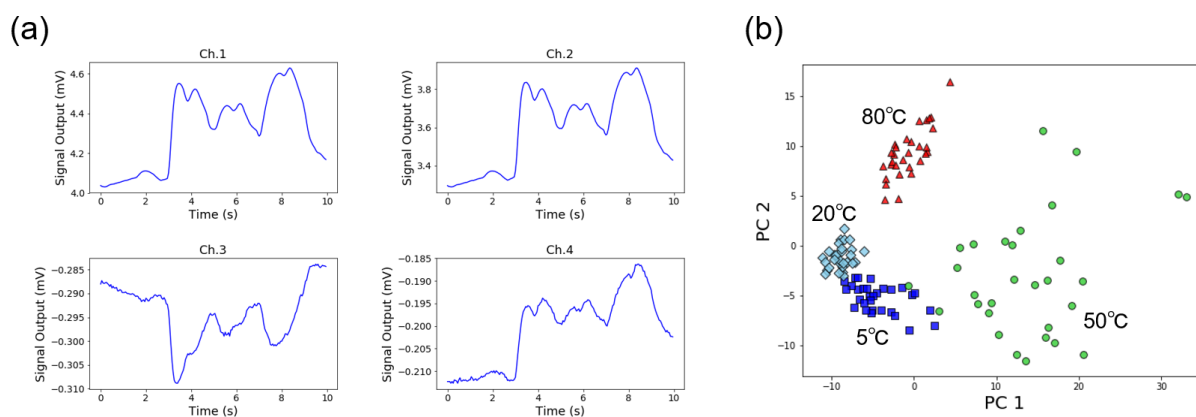


Figure 1 (a) Sensing signal of each channel. (b) PCA score plot of the dataset of TFRs.