

テラヘルツ波を用いた遮蔽物越しの試薬識別に対する機械学習の有効性

Effectiveness of machine learning for identifying reagents through shielding materials using terahertz waves

名大院工, °金井 宏樹, 川瀬 晃道, 村手 宏輔

Nagoya Univ., °Kanai Hiroki, Kodo Kawase, Kosuke Murate

E-mail: kanai.hiroki@f.mbox.nagoya-u.ac.jp

国内外において郵便による禁止薬物の流通が指摘されているが、非破壊でそれらを識別する技術は確立されていない。近年、光注入型テラヘルツ(THz)波パラメトリック発生器(is-TPG)[1]を用いた THz 分光システムのダイナミックレンジは 125dB に達し[2]、機械学習と組み合わせることで分厚い遮蔽物内に隠蔽された禁止薬物の高精度識別が試みられている[3]。これまでに、サポートベクターマシン(SVM)、ランダムフォレスト、k 近傍法(KNN)を用いて 3 種類の糖類の識別を試みてきたが、実際の郵便物検査においては、識別対象以外のものは通過させ、目的とする禁止薬物のみを識別する必要がある。そこで本研究では、機械学習手法として新たにディープニューラルネットワーク(DNN)を導入し、精度向上を図ると共に、識別対象以外の試薬を「その他」として識別することを目指した。

Fig.1 に示すように、識別対象のサンプルとして、禁止薬物の代わりにマルトース、ラクトースの糖類粉末を遮蔽物に封入したものを用い、「その他」のサンプルとして、識別対象の糖類とは異なるスクロース、フルクトースの糖類粉末を遮蔽物に封入したもの、及び何も封入していない遮蔽物のみを使用した。識別するサンプルの遮蔽物には、システムの冗長性を高めるために Fig.1 に示す 3 種類の遮蔽物を用い、最大の減衰率は約 60dB に達する。これらのサンプルを is-TPG により透過分光測定を行い、学習データ 840 個、識別データ 800 個を取得した。その際、学習データには Fig.1 に示す遮蔽物以外にも様々な遮蔽物越しのデータも使用した。DNN を含む 5 種類の機械学習手法に学習させ、識別を行った結果を Table. 1 に示す。

「識別対象」の精度はどの手法でも 80%以上の値が得られたが、「その他」は DNN のみ高い精度を達成した。以上より、遮蔽物越しの試薬識別に対して機械学習、特に DNN が有効であることが示された。

謝辞

本研究は JSPS 科研費 18H03887, 19H02627, 光科学技術研究振興財団, 日々科学技術振興財団の助成を受けたものです。

参考文献

1. K. Murate and K. Kawase, Journal of Applied Physics 124, 160901 (2018).
2. H. Sakai, K. Kawase, K. Murate, Optics Letters 45, 3905 (2020).
3. 堀内俊成, 村手宏輔, 三橋諒也, 川瀬晃道, 応用物理学会 20a-E206-5 (2019)

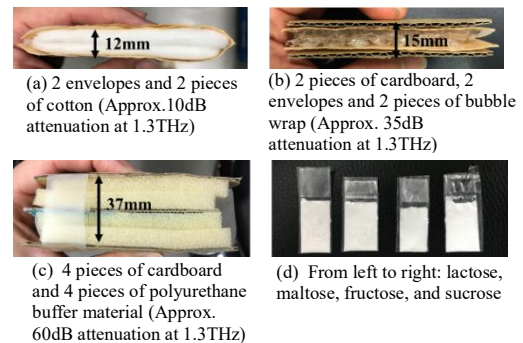


Fig.1 (a)~(c) Shielding materials (d) sugar powders

Table. 1 Identification results from various machine learning methods

Machine learning methods	Accuracy of "identification target" [%]	Accuracy of "other" [%]
SVM	92.78	64.77
Random Forest	83.06	54.55
KNN	81.67	77.50
LightGBM	81.39	59.09
DNN	89.78	83.59