

レーザーを用いた MEMS 圧力センサへのシグナルインジェクション攻撃 A Preliminary Experiment on Laser-Based Signal Injection Attack on MEMS Pressure Sensors

田中 樹*
Tatsuki Tanaka

菅原 健*
Takeshi Sugawara

キーワード レーザー, MEMS 圧力センサ, シグナルインジェクション攻撃

あらまし

近年普及の進む IoT 機器などの電子機器の多くには、外界の情報を機器内部へ取り込むために様々な種類のセンサが搭載されている。このセンサに対して誤情報を挿入し、機器の誤動作を引き起こす攻撃がある。先行研究では、MEMS マイクに対して振幅変調したレーザーを照射し誤情報を挿入するシグナルインジェクション攻撃の研究がされている [1]。

我々はこれまでに直流駆動の緑色レーザーを MEMS 圧力センサの開孔部へ照射することで、レーザーポインターほどの弱いレーザーパワーであっても、圧力センサの出力に影響を与えられることを示した [2]。本稿はこの続きとして、(i) 評価対象のセンサを増やすとともに、レーザー照射により圧力センサの出力が変化する原因の検討を行う。

本稿ではまず、先行研究で用いた圧力センサに加え、数種類のpiezo抵抗型圧力センサを評価した。先行研究と同等の条件で評価したところ、新しく評価した数種類についても、5 mW 以下のレーザーパワーでセンサ出力に影響を与えることができた。

次に、レーザー照射の位置依存性を調査する。レーザーの照射位置を変化させながら上記の実験を繰り返すことで、照射位置によって結果が大きく変わることが分かった。そこで、圧力センサの金属パッケージを開封し、内部へ直接レーザーの照射を行うことでさらに詳細を調べた。開封したチップ内部には、電子回路部とセンシング部がある。センシング部は4つのpiezo抵抗からなるブリッジ回路が実現する。そこで、4つのpiezo抵抗それぞれへレーザーを照射した。その結果、4つのpiezo抵

抗のうち2つでは、レーザーを照射したときに圧力センサの出力が上昇し、残りの2つでは圧力センサの出力が低下することが分かった。

このような現象が生じる原因としては、光電効果と加熱が考えられる。両者を区別するために、シリコンを透過し光電効果が生じない赤外光レーザー (1,310 nm) を用いて実験を繰り返した。その結果、圧力センサの出力に変化はあったものの、緑色レーザーを照射したときのような大きな変化は見られなかった。この結果は、MEMS 圧力センサのセンシング部分へのレーザー照射は、光電効果とレーザーによる加熱の両方を引き起こすが、特に光電効果の影響が大きいことを示している。

参考文献

- [1] T. Sugawara, B. Cyr, S. Rampazzi, D. Genkin, and K. Fu, "Light Commands: Laser-Based Audio Injection Attacks on Voice-Controllable Systems," 29th USENIX Security Symposium, 2020.
- [2] 田中 樹, 菅原 健, "レーザー照射による圧力センサの出力への影響," 電子情報通信学会 2021 年 ソサイエティ大会

* 電気通信大学, The University of Electro-Communications