

周波数測定による異常検知と IoT 通知システムの評価

永田研究室 F116066 横田 瑞樹

1. 目的

近年では機械を利用した様々なモノづくりが一般的に行われている。現場では機械の異常事態の発生が検知された場合、警報音などによって人間にその異常を知らせるシステムも普及している。しかし、今回対象とした 3D プリンタには警報音や通知システムの機能がなく、ユーザの五感によって何らかの異常を感知しなければならない。このため、機械が設置されている場所を離れてしまうと異常を感知することが困難な状況となってしまう。本研究では、機械が放つ加工音や動作音に着目し、それらに特有の周波数を測定し、その周波数をターゲットとして検知することで作業者が遠隔にある機械の稼働状況や異常を検知できるシステムの評価を行う。

2. 研究内容

研究室では、長時間加工の遠隔監視のために周波数に基づく異常検知と IoT 通知のためのシステムを開発している。Fig. 1 には周波数測定と異常検知の実験の様子を示す。実験では、RGB カメラとマイクを搭載している WEB カメラ(Logicool HD)を MATLAB 上のアプリケーションで操作し、3D プリンタが発する機械音の周波数の測定を行った。まず、Creo を用いて歯車のモデリングを行い STL データを出力し、その STL データをもとに 3D プリンタで積層加工を行った。加工中の周波数を測定し、3D プリンタの動きに合わせてどのような周波数が発生しているのかを観察した。動作確認後、測定した周波数をもとにターゲットとなる周波数が検知されたときにはスナップショットを撮影し、Gmail の送信サーバを使ってスマートフォンに送信できるような機能を開発した。このアプリケーションではメールの送信だけでなく測定の開始、停止や測定中に表示されるグラフの設定などが行える。なお、検出条件とする周波数は研究室内の 3D プリンタが異常を起こした際の警報音をターゲットとするつもりであった。しかし、警報音出力の機能がなかったため、加工材料となるフィラメントが詰まった際の機械音の周波数を測定し、それをターゲットの周波数として提案する異常検知システムの評価を行った。

3. 結果

図 2 に測定結果を示す。動作確認を行った結果 3D プリンタが稼働中には 200~400Hz の周波数が確認された。異常時には 260~265Hz の周波数が観察され、正常稼働時に比べパワースペクトルが大きくなっていった。この条件をもとに目標周波数レンジを 260~265Hz に設定し、監視実験を行ったところ、フィラメントの目詰まりが発生した段階でその異常が検知され、Gmail を利用してスナップショットとともにスマートフォンへ通知することができた。遠隔で稼働状況を確認できるようになったため、稼働中に研究室を外出している状態であっても異常を確認することが可能となり、長時間の加工であっても終了まで直接監視する必要がなくなった。また、ターゲット周波数を変えることで異常時だけでなく加工の開始や終了のタイミングを検知できるため、正常に加工が終了していることも確認できた。なお、周波数測定だけでは周囲の騒音が大きい場合などに影響を受けてしまい、誤検知されてしまうこともあった。このため、今後は、加工中の工具や材料の温度変化にも着目し、サーモグラフィを利用した新たな異常検知システムも提案していきたい。



図 1 3D プリンタ積層加工時の周波数解析による監視風景

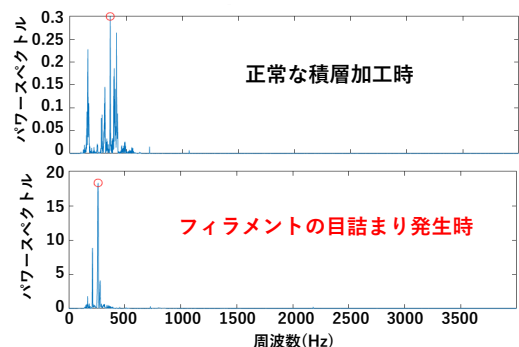


図 2 測定した周波数スペクトルの例