

Piezoデバイスを利用したセンサレス自励発振法の提案

SATテクノロジー・ショーケース2017

■ はじめに

近年、強制振動を応用したセンサやアクチュエータが数多く開発されている。カンチレバーの固有周波数変化から対象物の機械的特性(質量、剛性、表面形状など)を計測する振動式センサはその代表例である。しかし、強制振動を利用した振動式センサでは高粘性環境下で生体試料の質量を生きたまま計測するin vivoバイオマスセンシングに不向きという問題が指摘されている。そこで、強制振動に代わり、計測環境に依らず常に固有周波数での共振状態を維持できる自励振動の利用が内外で大きな注目を集めている。ところが、振動式センサへの自励振動の利用は前述のように、その有用性が注目を集めている一方、未だ広く普及していないのが実情である。その最大の要因として、従来の自励発振法ではセンサフィードバックの利用が不可欠であり、自励発振システム自体が複雑化してしまうことが挙げられる。そこで、本研究では光学式センサ・圧電式センサなどの各種センサによるフィードバックを利用しない独自の自励発振法(センサレス自励発振法)を提案し、自励発振システムの簡便化を図る。

■ 活動内容

1. センサレス自励発振法の理論的構築

本研究ではアクチュエータ(バイモルフ型 Piezo デバイス)の回路系のダイナミクスを利用し、センサを利用しない革新的な自励発振法の理論的構築を行った。カンチレバーの片側にバイモルフ型 Piezo デバイスを接着すると、カンチレバーの機械系のダイナミクスと Piezo デバイスの電気系のダイナミクスの間に圧電効果に起因する連成が生じる。本研究では Piezo デバイスの端子間電圧とその微分信号の線形結合に比例する電流(2つのフィードバックゲインを持つ)を Piezo デバイスの端子にフィードバックし、Piezo デバイスの回路系のダイナミクスを操作することによって、圧電効果によって連成するカンチレバーの機械系を間接的に操作し、自励発振の実現を目指した。またラウスの安定判別や根軌跡を利用した固有値解析により、自励発振が実現されるフィードバックゲインの条件(自励発振条件)を理論的に導出した。

2. 実機センサレス自励発振システムの開発

バイモルフ型 Piezo デバイスが片側に接着されたマクロカンチレバー、電流アンプ、voltage follower、DSP(Digital Signal Processor)により、自励発振システムを実機で構築

した。Piezo デバイスの端子間電圧を voltage follower を介して DSP に入力し、端子間電圧とその微分信号の線形結合を DSP で生成した。DSP により生成された線形結合信号に比例するフィードバック電流を電流アンプで生成する。これを Piezo デバイスに入力することにより、前述の理論的提案を実現する(図1・図2)。

3. センサレス自励発振の実証実験

理論的に導出したセンサレス自励発振法の妥当性を検証するため、実機センサレス自励発振システムを利用し、センサレス自励発振の実証実験を行った。自励発振条件を満たすフィードバックゲインを DSP 内で設定することにより、マクロカンチレバーでセンサレス自励発振を実現した。

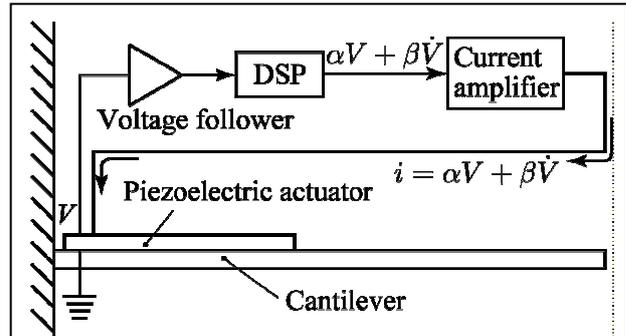


図1 実機センサレス自励発振システムの模式図

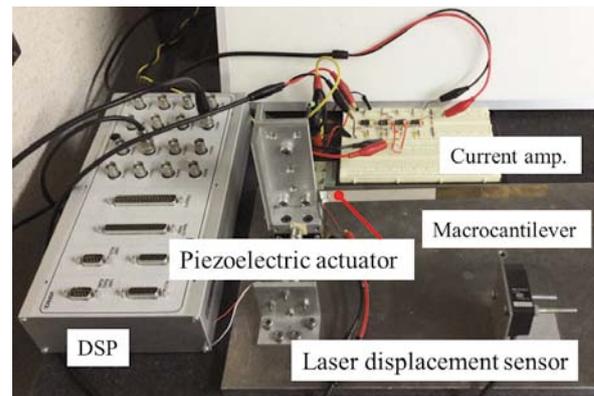


図2 実機センサレス自励発振システムの写真

代表発表者 田中 雄大 (たなか ゆうだい)
 所属 筑波大学大学院 システム情報工学研究科
 知能機能システム専攻
 問合せ先 〒305-8573 茨城県つくば市天王台 1-1-1
 TEL:029-853-6101 FAX:029-853-6471
 s1520801@u.tsukuba.ac.jp

■キーワード: (1)センサレス自励発振
 (2) Piezo デバイス
 (3) 圧電効果
 ■共同研究者: 藪野 浩司(筑波大学)