

スキャナのフィードフォワードパラメタ調整の自動化の検討 Considering an Automated Method to Adjust Feedforward Controller Parameters in Scanning System

金沢大・院数物¹, 金沢大・WPI-NanoLSI²

○(M2) 宮下 和己¹, 渡邊 信嗣²

Grad. Sch. Math. & Phys., Kanazawa Univ.¹, WPI-NanoLSI, Kanazawa Univ.²,

°Kazuki Miyashita¹, Shinji Watanabe²

E-mail: miya2534@stu.kanazawa-u.ac.jp

細胞や組織といった凹凸の大きい生物試料の観察を対象とする走査型プローブ顕微鏡の計測では、大きな凹凸形状を可視化するだけでなく、凹凸の小さい平面的な局所領域を高い時間分解能で観察したいという場合がよくある。このような場合では、Z 方向に可動範囲は大きいに応答が遅いスキャナと可動範囲が小さいに応答が速いスキャナを組み合わせることで要求を満たす方法が提案されている [1]。この手法では、用いたスキャナ間に生じるクロストークをフィードフォワード(FF)制御により補正することで、スキャナを組み合わせた相乗効果が発揮できるが、用いたスキャナの特性に依存する試行錯誤的な FF 制御のパラメタ調整に手間がかかるという課題が指摘されていた[2]。さらにクロストークが複雑な場合、こういった試行錯誤的な補正が実質的に不可能になる。

この問題を解決するために本研究では、上記の試行錯誤的なパラメタ調整を自動化する検討を行った。開発した手法は、スキャナの伝達関数推定（システム同定）と低域通過型逆システム構成法[3]から FF パラメタの半自動的調整アルゴリズムを作成し、スキャナの振動の抑制を達成するものである。本手法の有効性を図(Fig.1a,blue)に示す伝達関数をもつスキャナにおいて確認した。図(Fig.1a,blue)のような伝達関数から逆関数を試行錯誤的に得るのは困難であるが、本研究で作成したアルゴリズムを用いることで図(Fig.1a,dotted line)に示す逆システムが自動的に得られる。この逆システムは、14 次の伝達関数に近似するシステム同定を行い、これから低域通過型逆システム構成法で得られる伝達関数を FPGA 上にデジタルフィルタとして実装したものである。なお、実装にあたって適切なカットオフの2次のローパスフィルタを用いた。作成した逆システムとスキャナのオープンループゲインを図(Fig.1a,red)に示す。50, 150, 300 Hz 付近に見られた補正前のスキャナの共振ピークが補正後には目立って減衰していることが確認できた。また、ステップ応答は、逆システムによる補正前(Fig.1b,blue)と補正後(Fig.1b,red)で波形整定時間が約90%減少し、パラメタを自動設定した FF 制御が有効に働いていることが示された。講演では走査型イオン伝導顕微鏡によるイメージングより本手法の有効性とその適用限界の考察を行う予定である。

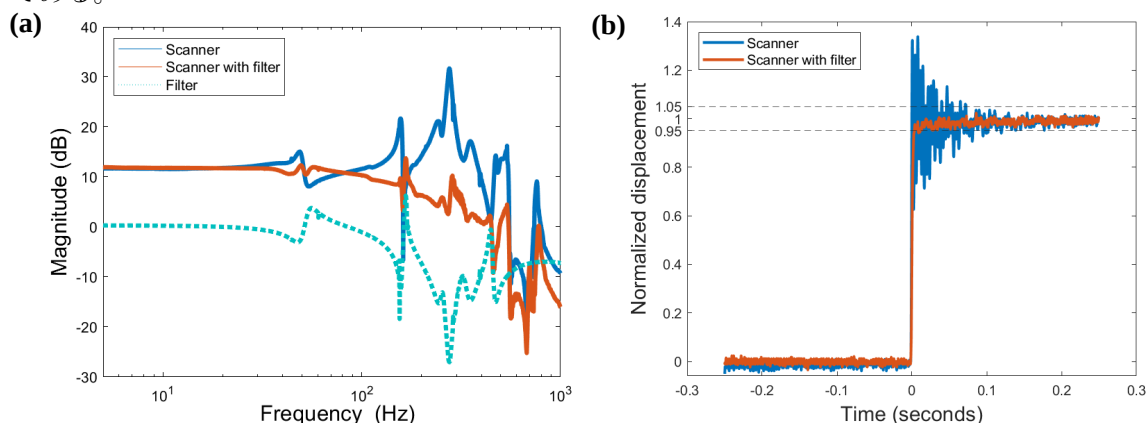


Figure 1. Scanner's frequency response; (blue) original system, (dotted line) inverse system, and (red) w/ filter. (b) Step responses (blue) before and (red) after FF controls.

References

- [1] A. P. Nievergelt et al., Scientific Reports. 5, 11987 (2015)
- [2] C.Kammer et al. IFAC PapersOnline 50-1,10437-10442 (2017)
- [3] K.Yamada, 電気学会論文誌 C,120, 1711-1719 (2000)