

第1回 ナノスケールサーボのための 新しい制御技術協同研究委員会議事録

1. 日時・場所

日時:平成18年1月26日(木) 13:30~17:30

場所:東京大学生産技術研究所 小セミナー室1 (An棟403)

〒153-8505 東京都目黒区駒場4-6-1 東京大学生産技術研究所 An棟403

2. 出席者 (敬称略)

委員長 藤本(横浜国立大)

幹事 川福(名工大), 佐渡(東芝)

委員 伊藤 博(九工大), 伊藤 和晃(豊田高専), 岩崎(名工大), 内田(日立GST),
石本(ソニー), 浦川(ソニー), 大石(長岡技科大), 大野(内閣官房), 奥山(日立),
小出(NHK), 佐藤(兵庫県立大学), 長縄(秋田大学), 中村(安川), 原進(豊田工大),
原武生(富士通), 平田(宇都宮大), 堀(東大), 牧野内(ニコン), 山口敦史(ニコン),
山口高司(日立GST), 弓場井(三重大), 楊(ニコン), 涌井(東京農工大)

幹事補佐 呉(東大)

オブザーバ 杉浦(東芝), 張(日本サムソン), 中村(東大)

3. 資料

- NSS 1-0 第1回ナノスケールサーボのための新しい制御技術協同研究委員会議事次第
- NSS 1-1 ナノスケールサーボのための新しい制御技術協同研究委員の趣旨説明
- NSS 1-2 ナノスケールサーボのための新しい制御技術協同研究委員設置趣意書
- NSS 1-3 ナノスケールサーボのための新しい制御技術協同研究委員名簿
- NSS 1-4 アンケート集計結果
- NSS 1-5 AMCで主催予定のオーガナイズドセッション案内
- NSS 1-6 産業計測研究会, 産業応用部門大会シンポジウム案内
- NSS 1-7 平成18年電気学会産業応用部門大会オーガナイズドセッション提案のお願い
- NSS 1-8 ナノスケールサーボのための新しい制御技術協同研究委員会参加負担金出資のお願い
- NSS 1-9 ナノスケールサーボのための新しい制御技術協同研究委員会のホームページ紹介
- NSS 1-10 外乱抑圧による位置決め整定精度の向上

4. 議事

4.1 委員会趣旨説明

藤本委員長によりナノスケールサーボのための新しい制御技術協同研究委員会の設置趣旨に関して説明があった(資料NSS 1-1)。ハードディスクを例にナノスケールサーボの必要性を説明し, 本委員会で行う調査検討事項を紹介した。またIBM研究所のミリピード(MILLIPEDE)を例にAFMにおけるナノスケールサーボを紹介して, 委員会の概要に関して説明した。

4.2 自己紹介

出席者全員より各自の自己紹介が行われた。MSS3でとられたアンケート, NSS委員会でもとられたアンケート(資料NSS 1-4)を元に話題提供できるテーマおよび提供可能な時期について回答を頂いた。

4.3. AMC Special Sessionsに関して

藤本委員長より、2006年3月にトルコ・イスタンブールで行われるAMC2006でのスペシャル・セッションに関して、2つのセッション、12件の発表が集まった旨が報告された(資料NSS 1-5)。

4.4. 今後の研究会や部門大会の計画に関して

2006年9月開催予定の産業計測制御研究会の日程に関して、また2006年8月開催予定の電気学会産業応用部門大会でのシンポジウムの趣旨に関して川副幹事から説明があった(資料NSS 1-6)。部門大会ではシンポジウムと別にオーガナイズドセッションも提案してもらいたいという内容で岩崎委員がオーガナイズドセッションの説明をした(資料NSS 1-7)。オーガナイズドセッションではできるだけ学生の発表よりは大学の若い先生の発表をしてもらいたいという説明があり、堀委員からその確認があった。

4.5. 会計説明

佐渡幹事が委員会参加負担金の出資に関して説明をした(資料NSS 1-8)。NSS委員会の活動が協同委員会としての活動であることを説明し、電気学会の調査関係規程に関して説明した後、銀行振り込みを含めた参加負担金の徴収方法に関して説明した。

4.6. NSS委員会ホームページに関して

呉幹事補佐から委員会のホームページに関する説明があった(NSS 1-9)。NSS委員会の前身MSS委員会での活動をどのように紹介しているのかの説明があり、堀委員からホームページの中にあるいくつかのミスを指摘した。

5. 講演会

・山口 高司(日立グローバルストレージテクノロジーズ)

「ハードディスク装置サーボ制御関連技術の現状と課題」

ハードディスク装置の概要、ハードディスク装置の現状(市場・製品動向)および最新技術動向、そして位置決め・サーボ技術の動向と今後のテーマについて講演した。ハードディスク装置自体の説明をまず行い、その後ハードディスク市場に関して「PCは引き続き堅調、CE(コンシューマエレクトロニクス)市場はiPOD、HDDレコーダ市場の拡大、携帯電話への普及などで激変している」と説明した。

技術面からは垂直磁気記録がいよいよ本格量産へ入っており、TMRヘッド、浮上量制御技術、2段アクチュエータの実用化、0.85インチHDDの実用化を技術動向としてあげていた。そして、その垂直磁気記録に関する説明をした後、高TPI化の課題を装置内外から来る振動、サーボ制御固有の外乱圧縮特性問題、そして、サーボ信号の品質と挙げていた。

また、ハードディスク装置における制御理論適用・検討の歴史、今後の課題と期待を説明した後、最後にNSS委員会が新しいテーマ探索のために、「センシング」、「ナノ領域のモデリング」にも注目するよう助言してもらった。

Q1: 磁気ヘッドのすきま浮上量が10nm程度であるとは具体的にはどことどこの間を意味するのか?

A1: pitch角が入ったときのヘッドとディスクの距離である。

Q2: ディスクがflutteringするときのヘッドの追従周波数特性は何Hz程度か?

A2: 100KHz程度。

Q3: コンタクトスライダの位置づけはどうなるのか?

A3: 現在はヘッド浮上制御も簡単に行っている段階であるので、その点を考えると考え方がいろいろ

変わってくると思う。

Q4: ナノ領域に特化したモデリングはあるのか？

A4: 従来と違っているオーダーの世界なのでやはり違うモデルが要るかもしれない。

Q5: ナノ領域に特化したモデリングに関する講演ができる先生はいるのか？

A5: 九州工業大学の二見先生はどうか

・岩崎 誠(名古屋工業大学)

「転がり摩擦特性を考慮した高速・高精度位置決め制御」

共振比が低い二慣性系システムに対して、摩擦を正確にモデリングし、それを利用することで高速位置決め制御を実現している。ベースとなる制御器構成は外乱オブザーバを利用した二自由度制御に無駄時間補償のためのスミス法を適用した構成になっていた。従来のストライベックを入れた非線形摩擦特性は静的モデルであり、実際に位置決め制御で位置が整定領域に入ってくる時の動的特性—接触部のタマのバネ特性—は正確に表せない。また、低周波域の周波数特性は入力に対して振幅依存性をもつ。この転がり摩擦特性を正確なモデルを利用することで、10msの時間出、0.1mm距離を10 μ メートルの精度で移動する高速高精度位置決め制御を実現していた。利用した転がり摩擦特性は静岡理工科大学の大塚先生のモデルをベースしており、対象となっている実機の摩擦特徴と合うようにそのパラメータを合わせた。

また、外乱オブザーバを利用して摩擦の補償を行うと、外乱オブザーバの時間遅れにより最初の内はうまく補償がされない。そこで、転がり摩擦のモデルを利用して外乱オブザーバの初期値を決め制御を行った結果実験でもよい制御性能を見せていた。

Q1: パラメータを合わせ込んだということだが、そのパラメータの有効性は？

A1: 環境が同じであれば示した実験結果の同様な性能が得られるが、有効性は環境によって変わる。

Q2: そのパラメータ選びを自動チューニングすることは考えているか？

A2: 可能であるが、その時に各パラメータの制御性能への影響度がそれぞれ違うので注意が必要。

Q3: 転がり摩擦力は玉のひずみによるということだが、そのひずみは高周波で入力を変えるとひずみが小さくなるような特徴で把握しづらいのではないか

A3: 入力トルクとモータの位置の関係をみて摩擦力によって消えただろうと思われる力を見れば良い

Q4: 摩擦に影響を与えるのはボールねじ、ガイドのねじ、スライドなどがあると思うがそれぞれの影響は違うのではないか？

A4: その通りであるが行った実験結果からはボールねじの影響がもっとも大きい。

Q5: 移動初期の摩擦を外乱オブザーバの初期値で消していたが、フィードフォワードで消すこともかかっているのではないか。その選択にした理由は？

A5: 役割を与えている制御器の合わせた制御器構成をしていて、外乱オブザーバをその構成に入れているので遅れを外乱オブザーバ自体の問題として捉えそのようにした。

Q6: 資料NSS 1-1-10の図9にあるフィードフォワード補償は外乱オブザーバを通した後に入れた方が良いのではないか？

A6: 外乱オブザーバで補償したプラントに対して、摩擦補償を行うようにするための構成である。