

第10回 電気学会 モーションコントロールの高機能化に関する協同研究委員会 議事録

日 時 平成29年1月24日（水） 13:00～17:00
場 所 慶應義塾大学矢上キャンパス 14-213室
神奈川県横浜市港北区日吉3-14-1

出席者 弓場井（委員長）

恵木，呉，大明，置田，木村（小椋委員代理），小田井，桂，藤本（康），真鍋，
望月，吉浦（各委員）
久保（記），残間（幹事）
以上 14名

資料：

- 1) No. 10-1 議事次第
- 2) No. 10-2 モーションコントロールの高機能化に関する協同研究委員会 解散報告書
（案）
- 3) No. 10-3 モーションコントロールの高機能化に関する協同研究委員会 設置趣意書
（案）
- 4) No. 10-4 桂委員 講演資料
「Design of Infinite-Dimension Phase Compensator Based on Wave
Control」

議題：

1. SAMCON 2017 について
2. 解散報告書（案）
3. 技術報告について
4. 部門大会シンポジウム企画（終了企画）について
5. 次期委員会設置趣意書確認
6. 講演：上下軸のたわみを考慮したスカラロボットの振動抑制制御（大明委員）
7. 講演：高効率・高減速ギヤを備えた高出力アクチュエータの研究開発（藤本（康）委員）
8. 講演：応用抽象化とモーションコントロール —「無限」の工学展開への挑戦—（桂委員）

議事：

上記議題に従って，議事進行がなされた。

1. SAMCON 2017 について

MLにてすでに案内済であるが，3月6日，7日に開催されるSAMCON 2017への参加登録をお願いしたい。

2. 解散報告書（案）

解散報告書（案）について説明があり，承認された。成果報告の形態は，部門大会におけるシンポジウムと技術報告である。技術報告の目次案と執筆候補者を示しているので，不都合があれば連絡をいただきたい。

解散報告書原稿の提出時期は解散後3か月以内なので，2017年5月とする。

3. 技術報告について

原稿締切は5月末頃となる。原稿は TeX での作成を予定している。

4. 部門大会シンポジウム企画（終了企画）について

3月末にプログラムを確定するので、ご協力をお願いしたい。

5. 次期委員会設置趣意書確認

次期委員会の委員長は残間委員にお願いしている。

- 委員会名：モーションコントロールの高機能化に関する協同研究委員会
- 調査検討事項：
 - (1) モーションコントロールの高機能化手法に関する調査
 - (2) モーションコントロールの高機能化装置に関する調査
 - (3) 産業分野、医療・福祉、人間・機械複合系におけるモーションコントロールの高機能化に関する調査
- 調査期間：2017年8月～2019年7月（要検討）
→ 他委員会の調査期間とずらした方がよいので、開始を遅らせている。部門大会後の9月設置でもよい。
☆ 1/25 検討 千葉大学名取先生：2017年9月～2019年8月の2年間としたい。
- 活動予定：委員会 4回/年（要検討）
☆ 1/25 検討 名取委員：4～5回という表現は可能とのことだった。
☆ 1/26 コメント 久保幹事：研究調査運営委員会（設置担当）への確認が必要だが、設置まで時間的余裕があるので、修正を求められたら修正というスタンスでも良いのではないか。
- 報告形態：研究会、シンポジウム（部門大会、全国大会）、または技術報告（要検討）
→ 技術報告の記載（「または」が認められるのか）については確認する。
の9月設置でもよい。
☆ 1/25 確認 電気学会奈良様、名取委員：可能とのことだった。
☆ 1/26 コメント 久保幹事：研究調査運営委員会（設置担当）への確認が必要だが、設置まで時間的余裕があるので、修正を求められたら修正というスタンスでも良いのではないか。

6. 講演（大明委員）

大明委員より「上下軸のたわみを考慮したスカラロボットの振動抑制制御」と題して話題提供があった。

- 弾性関節2リンクアームの動力学モデルにおいて、15個の物理パラメータは高さに依存して変化するのか？
→ 変化する。高さの関数で表すことも考えられるが、高さ毎に15個のパラメータを同定している。10cm 毎など高さの領域を区切ってゲインスケジューリングする。現状では、第1,2軸を急加速・減速するときは、高さ一定としているが、高さも同時にダイナミックに動く場合については今後の検討事項である。
- 手先負荷5kgは重い方なのか？
→ 標準である。10kgでも良いが、加減速を小さくする必要がある。
- RV（Rotary Vector）減速機について教えてほしい。
→ 剛性が高いが、遊びが大きい。
- 軸ねじれをフィードバックすると共振比制御のようになる？
→ 元の速度PI制御系の制御帯域を変えないように軸ねじれ角速度をフィードバックして減衰率だけを增加させている。共振比制御のような制御系を再設計することを前提にすれば、軸ねじれ角度や角加速度をフィードバックすることもできる。実験室レベルではやっている。

- 非線形オブザーバのどの部分が非線形なのか？
→ 動力学モデルが非線形である。 $\cos \theta$, $\sin \theta$ や速度の二乗項が含まれている。
- 加速度を積分しているのはなぜか？
→ リンクにエンコーダがつけられないので、加速度計をつけている。座標変換して角加速度に直して積分し、低周波成分はモータエンコーダの差分で補完している。
- プラグイン型の系はどのように解析しているのか？
→ ブロック図を **Simulink** で作成し、線形化して周波数応答を見ている。結果的にゲインスケジューリングの位相進み補償になっていた。
→ 動的に見れば、単に進みだけではないかもしれない。

7. 講演（藤本（康）委員）

藤本（康）委員より「高効率・高減速ギヤを備えた高出力アクチュエータの研究開発」と題して話題提供があった。

- なぜ逆駆動ができるようになったのか？
→ ギヤは小さくしようとすると効率が低くなる。ある減速比を実現するための解がいくつかある中で最適なものを見つけた。理論通りの効率が出ている。
- 順駆動の効率が上がったから逆駆動の効率も上がったと考えてよいのか？
→ そうだと考えている。
- 最適化はどのように行っているのか？
→ **Mathematica** の最適化関数を使用している。ニュートン法のようなものであり、全探索法によって求めた解とほぼ同じ値である。解のズレが効率に与える影響は軽微である（よい意味で、センシティブではない）。
- ギヤの歯の形は正転方向と逆転方向で対称なのか？
→ 対称である。正転方向と逆転方向で共有する部分はないので、別の設計も可能である。
- 人間の筋肉のようなバックドライバビリティを実現しようとすると、モータに代わる何かが必要なのではないか。

8. 講演（桂委員）

桂委員より「応用抽象化とモーションコントロール — 「無限」の工学展開への挑戦—」と題して話題提供があった。

- 偏微分方程式で表される系には非整数次（fractional order）の制御器を使うと良いという研究報告がある。
- 反射波の除去は極零相殺に相当するのではないか。
- モデルに減衰項が抜けているが、減衰項が入ると難しくなるのではないか。
- 反射が上手くキャンセルできなかった際に、逆に増幅することはないのか？
→ パラメータ設定がずれるとそのようなことが起こる。
- オープンループに近いので、ロバスト性が低いのではないか？
- ダイナミックアクチュエータのばねが通常の動作をさせるときに問題となることはないのか？
→ 可動範囲に制限がかかる。位置決めは問題ない。
- 波動方程式に質量やダンピングを入れるとどうなるのか？
→ 減衰項があっても電信方程式のように損失を考慮することは可能である。ただし、電信方程式には（ Q の時間による1階の偏微分の項の） s の平方根が出てくるので、非整数次の制御が必要になるのではないか。
- 二慣性系に置き換えるとどのような補償になるのか？
→ 共振比制御のねじれ反力フィードバックに相当する。

- 他のアプリケーションはあるのか？
→ 熱や音などが考えられる。ヴァーチャルな無響室などの音響制御など。
- クラッチはどのようなものを使用しているのか？
→ 電磁クラッチを使用している。
- 波の伝搬速度 c の設定は難しいのではないか？周波数や伝搬経路によって変わる可能性もある。
→ 複雑な構造のものについては今後の課題である。

以上