

第3回 MBCC 研究会議事録

文責：窪山

日時：2013年09月25日 13:30~17:00

場所：東工大田町オフィス 7F 708 会議室

参加者：神本（東工大）、窪山（千葉大）、足立（UD トラックス）、飯田（慶應大）、稲垣（豊田中研）、内田（新ACE）、佐藤（東工大）、下川（日野）、田邊（三菱ふそう）、山崎（東大）、小山（千葉大、小山ガレージ）、青山（トヨタ）、志茂（マツダ）、西山（いすゞ）、中村、池田、坪井、釘町（慶應大）、馬、清水、馬橋（東大）

以上22名（順不同、敬称略）

1. 委員長挨拶ほか

委員長からの挨拶、委員交代の報告があった。

- ・委員交代：島崎委員（いすゞ中研）→ 西山委員（いすゞ中研）に交代。

2. 話題提供 1

題目：ガソリンエンジンの物理・数理モデル同定とモデル予測制御

講演者：山北先生（東工大）

講演の概要：

・SICE（計測自動制御学会）、JSAE におけるエンジンのモデルベース開発に向けた取り組みについて紹介された。

→課題として、車体速度制御問題（2008年）、高度な物理的記述に基づく4気筒ガソリンエンジンシミュレータを対象としたエンジン同定ベンチマーク問題（2012年）が取り上げられた。

・エンジン同定ベンチマーク問題に対する研究について、特にモデル同定方法の詳細な解説を交えながら講演された。

→トヨタからエンジンの詳細シミュレータ（物理モデル、マップを含む）が提供され、これに対して、離散時間モデル（クランク角度60度ごと）を作成した。簡易的な物理モデルを用いたグレーボックスモデリングを採用し、簡易物理モデルによる出力+誤差モデル（定常誤差、過渡誤差）を導入して誤差を予測する手法を採用した。エンジンモデルは、簡易的な物理モデルを用いたグレーボックスモデル。クランク角度60度毎の離散モデルとし、モデルの同定にはスパース同定アルゴリズムを採用。誤差モデルは、定常誤差と過渡誤差に分離し、ブラックボックスモデリング。モデル同定はガウスカーネル法。

- ・モデルベース制御を車両速度の制御系設計に適用した研究についても紹介された。

主な質疑応答：

Q. 誤差モデルを導入しているが、モデル化対象としたシミュレータにはノイズが乗らないはずでは？

A. シミュレータにガウスノイズ etc... を入れている。

Q. ホワイトボックスの同定とは？（ホワイトボックスモデルは厳密に物理法則に基づくもので、モデル定数は不要では？）

A. 物理定数を決めることを意味する。

Q. 過渡誤差モデルの同定に使う実験データのイメージは？

A. 簡易物理モデルによる予測値と実験値の差をモデル化したもの。

今回の研究では、定常誤差と過渡誤差の2段階に分けて考えている。エンジンは時間遅れスケールが違う複数の因子が組み合わさっており、これをうまく同定できるかどうか重要で、過渡誤差モデルが肝である。

Q. 実際に自動車用のエンジン制御に適用することを考えると、従来の構築されたシステムが階層化され、簡単に変えられないのが実情であるが、どのように適用していくのが良いと考えているか？

A. 具体的には未検討であるが、下位の階層についてはモデル化して、上位の階層に受け渡していけばよいという印象を持っている。

Q. 今回の研究において、物理モデルは準定常を仮定しているが、簡易物理モデルに非定常項を入れていくなど少し精度を上げるのはどうか？

A. モデルの誤差はある。誤差の範囲がわかれば使える。

ただし、ロボットマニピュレータなどは、昔はモータの制御として取り組まれていたが、アームの詳細なモデルを導入するなどして、飛躍的に進歩してきた経緯があり、物理モデルの高精度は重要。ただし、物理モデルを入れなくても、できたらいいなとも考えている。

3. 話題提供2

題目：ディーゼルエンジンの燃焼制御／後処理装置制御におけるモデルベース制御の適用事例とモデルベース開発の取り組みについて

講演：田邊委員（三菱ふそう）

講演の概要：

- ・モデルベース制御を、ディーゼル機関のNOx吸蔵触媒制御へ適用した研究例、ディーゼル燃焼とPCI燃焼の切り替え制御へ適用した研究例について講演された。

- ・NOx吸蔵触媒への適用例

→NOx吸蔵量を多項式近似モデルで推定。触媒の経時変化への対応として、NOxセンサの出力とモデル予測値のズレからモデルを修正している。モデル予測値とセンサ出力値の比較をすることで、劣化判定にも応用できる。また、吸蔵量検知による的確なリッチスパイク指示によって、高い浄化率を維持できるようになり、劣化時にはリッチスパイク閾値を下げる（頻度上げる）ことで、トータルの浄化率を維持できる。

- ・NOx触媒制御に関連する主な質疑応答

Q. 物理モデルのほうが定数少なく、汎用性も高いのでは？

A. 割り算が入ってくるので取り扱いにくい。また、多項式近似モデルであれば収束計算が必要ない利点がある。

その他コメント：最初のモデル予測制御の解説に関するブロック線図について…

プラントの情報が（オブザーバの情報が）モデルに戻されるのがモデル予測制御

何に基づいて予測するのか？→モデル予測制御ではプラントの情報をモデル予測に使うのが基本である。

- ・PCI制御への適用

→ディーゼルとPCIの燃焼モード切替は、フィードフォワード制御とし、MFB50をフィードバック制御。

燃焼モード切り替え時のスパイク NO_x, スパイクスモークの抑制に適用. 過渡モード運転における切り替え制御への適用例が示され, MFB50 の適切な制御によりスパイク NO_x, スモークをともに抑制できることが述べられた.

・最後に, パワートレーン開発における MBD 適用状況について概説された

PCI 燃焼切り替え制御に関する主な質疑応答

Q. 吸気酸素濃度と MFB50 で NO_x を整理していたが, 過給圧や吸気温度が変わった場合に適用できるのか?

A. いろいろな条件でとつても MFB50 と酸素濃度で整理できた. サイクルごとの吸気酸素濃度, EGR 率はモデル推定. ただし, 温度は推定していない.