

モデル予測制御による船舶制御に関する基礎研究

正会員 松田 真司 (海上保安大学校)

要旨

高度な制御法であるモデル予測制御 (Model Predictive Control) は石油化学産業、プロセス産業界における適用例も増加している。モデル予測制御は特に 1 入力 1 出力 (Single Input Single Output, SISO) 問題に適し、調整が容易、アクチュエータの制約を考慮できるので舵によって船首方位を制御する船舶オートパイロットにも適していると思われる。

本研究では、モデル予測制御を用いた船舶のオートパイロットによる直進及び変針のシミュレーションの結果を示す。また、船舶に適用する場合の問題点などが示される。

キーワード：航海計器・計測、モデル予測制御、船舶オートパイロット

1. はじめに

針路を自動的に保持するオートパイロットは大洋を航海する船舶に装備され、航海をする上で必要不可欠になっている。

オートパイロット歴史は古く、発明は 20 世紀初頭で、当時のオートパイロットは多分に機械・機構的であった。

一方、制御側も古典制御理論からオートパイロットの調整に関連して、航海(操舵)による針路偏差などを基にした評価関数やそれを最小にするための最適制御側を用いるようになった¹⁾。

本研究で用いるモデル予測制御は 1 入力 1 出力問題に適し (多変数も可能)、調整が容易、アクチュエータの制約を考慮できるなどの特徴を持っている。この特徴を用いて舵による保針及び変針ができる船舶のオートパイロットを設計し、シミュレーションを行った。

2. モデル予測制御

オートパイロットの基本機能は直進及び変針であるが、本稿ではモデル予測制御を用いた変針について述べる。

変針を行うために設定値軌道と参照軌道を用いる。現時刻における船首方位角を $\psi(k)$ とし、操船者が設定した軌道が設定値軌道 (いわゆる設定針路) である。参照軌道は現時刻の $\psi(k)$ から出発し、船が設定値軌道に戻る際の理想的な軌道であり、船の閉ループの重要な振る舞いを定義する。また、参照軌道は現時刻の船首方位角から設定値に指数関数的に近づくと仮定する²⁾。

3. 変針シミュレーション

図 1 はモデル予測制御を用いて行った変針時のシミュレーション結果である。シミュレーションは TK モデル ($T=15.0$ s, $K=0.15$ 1/s) を使用し、 10° 変針を行った。オーバーシュートもなくきちんと当て舵を取っていることがわかった。

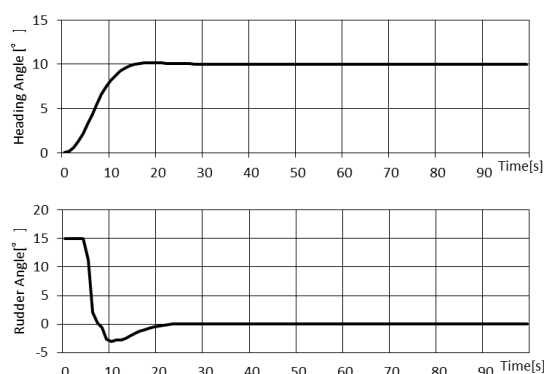


図 1 10° 変針シミュレーション

4. まとめ

本稿ではモデル予測制御を用いた一例として、変針時のシミュレーション結果を示した。今後は船の動特性を表すモデルが違う場合や積分舵について検討する必要がある。

5. 参考文献

- (1) 松田 真司：船舶用オートパイロット，日本計測自動制御学会学会誌計測と制御，第 50 巻，第 6 号，pp. 367-373，2011. 6.
- (2) ヤン M マチェヨフスキー，モデル予測制御，pp. 1-8，東京電機大学出版局，2005.