

システム同定による計測機器の高性能化

○千葉 龍介^{*1)}、中村 昂洋^{*1)}、岩渕 健太^{*1)}、森 泰親^{*1)}

1. はじめに

自動車メーカーにおける試作のエンジンの評価では、エンジンの状態と出力を詳細に知る必要がある。ここでエンジンの状態とはピストン内の爆発状態であり、出力とは発生トルクである。しかし、爆発状態・発生トルクをモニタリングすることは非常に困難であることから、ピストンとギアをつなぐ「クランク」の角度を計測することで、現在のピストン位置を知り、爆発状態を推定し、同時にトルクを知ることが一般的である。すなわち、クランク角度を精確に測定することが、エンジン状態を知るために非常に重要となる。

現在のクランク角度測定は、クランクシャフトに取り付けたロータリーエンコーダを用いることが一般的である。しかし、これにはエンジンを車体から取り出し分解することが必須であることから室内実験となり、実地に近い条件でのデータを得ることが難しい。

そこで、標準的に搭載されているクランクポジションセンサ (MPU: Magnetic Pick Up) ・シグナルプレートを使用して、クランク角度を測定する方法を提案する (図 1)。

ここで、MPU から得られる信号はプレートが最大 36 歯程度であることから 10[deg]に 1 パルス程度しかなく、必要な精度である 1° の分解能を得るためには、10[deg]先の角度となる時間を予測し、10 分割する必要がある。しかしながら、現状 10[deg]先の角度となる時間を予測した方法はない。さらにその要求精度は誤差 0.1[deg]以内と大変厳しい。

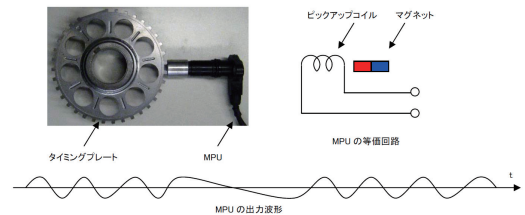


図 1. MPU とシグナルプレート

2. 実験方法

本稿では研究の初期段階として 1,000rpm 回転を対象とする。予測を行うために、本研究ではエンジン回転予測モデルを構築し、このモデルに従って予測する手法を提案する。ここで、過去の入力データを使用してモデルを構築するが、クランクの回転には一定の自己相関性と白色雑音があると考え、これらを利用可能な ARMA モデルを使用する。

精度の高い ARMA モデルを得るために、モデルのパラメータおよび次数の推定を①入力データの前処理、②モデルの次数選択・パラメータ推定により行う。①入力データの前処理では、入力データから周期成分を取り除く。②モデルの次数選択は、赤池情報量基準 (AIC) により最少となる次数を選択する。

3. 結果・考察

上記方法に基づき実験を行った。実測データの前半をモデル構築データとして使用し、後半と予測結果を比較した (図 2)。この結果から、モデル予測によって、細かな振動に対する誤差はあるものの、おおよその数値と傾向は一致していることが確認された。誤差は $\pm 6[\mu\text{s}]$ 以内に収まっており、角度に変換すると $\pm 0.037[\text{deg}]$ 以内の誤差となる。よって、ARMA モデルを用いた 10°先のパルス間時間の予測に関しては、要求仕様を満たす高い精度が得られたと考えられる。

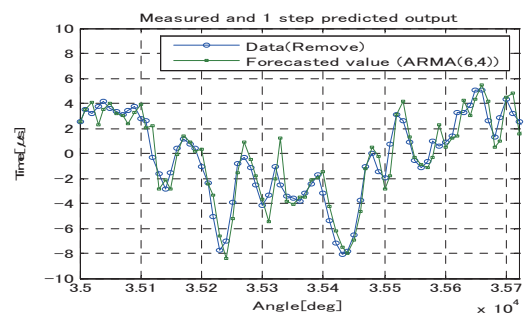


図 2. 実測値と予測結果

4. まとめ

本稿では 10[deg]先の角度となる時間を高精度に予測する手法を提案した。フーリエ変換による前処理と ARMA モデルの構築により高い予測精度を実現可能とした。

*1)首都大学東京