

構造物の入力時刻歴と構造パラメータの同時同定

佐藤忠信・市田 賢

1. はじめに

フィルタ理論を用いた構造システム同定に関する研究はこれまでに盛んに行われ、非線形非定常な構造物の動特性同定問題を始め、研究分野は多岐に及んでいる。

しかしながら、構造パラメータの推定問題では、入力時刻歴が未知である場合を対象とすると、問題は非常に解きにくくなる。構造物の動特性を表すパラメータは一般的には定常で時間に依らない場合が多いことから、比較的容易に求めることができると言える。しかし、入力時刻歴は時間毎に変動するため、運動方程式の他の変数が既知でない限り、決定するのは困難である。

構造物の動特性と共に入力時刻歴も未知であるとして、構造物の応答値のみからそれらの推定を行うことは、従来のフィルタ理論を用いただけでは解決することができなかった。本研究ではこの問題に対して多変量解析の一手法である独立成分解析とモンテカルロフィルタを用いることにより解決を試みた。

2. 構造物の入力時刻歴と構造パラメータの同時同定アルゴリズム

提案アルゴリズムでは図1のように、1) 原信号同定、2) 振幅同定、3) システム同定の3つのステップにより入力時刻歴と構造パラメータの推定を行なっている。入力時刻歴は1)と2)の過程により推定され、構造物の動特性は3)により同定される。

1) 原信号同定

運動方程式における減衰項及び剛性項を原信号と見立てることにより、独立成分解析を用いてこれらの項の時刻歴を同定する。

2) 振幅同定

独立成分解析では原信号を推定することができるが、そのスケールについては不定性が残っている。従って、同定された減衰項 \ddot{y}_{C-ICA} 及び剛性項 \ddot{y}_{K-ICA} に対して振幅の大きさを求める必要がある。これらの振幅の大きさをパラメータ α 及び β で表し、これらのパラメータをモンテカルロフィルタによって推定する。

3) システム同定

原信号同定過程及び振幅同定過程により構造物への入力時刻歴が同定されるため、同定された入力時刻歴を用いることで、従来のシステム同定手法と同様に構造物の動特性を推定することができる。従って、構造物の運動方程式を状態空間モデルとして表現し、モンテカルロフィルタを用いることで線形構造システムの同定を行うことができる。

2自由度線形構造系について入力時刻歴と構造パラメータの同定を行なった例を図2,3に示す。

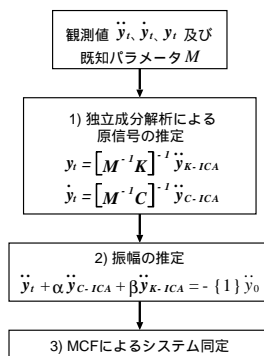


図1: 提案アルゴリズムのフローチャート

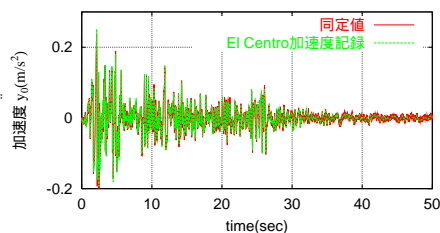


図2: 地動加速度 \ddot{y}_0 の同定時刻歴

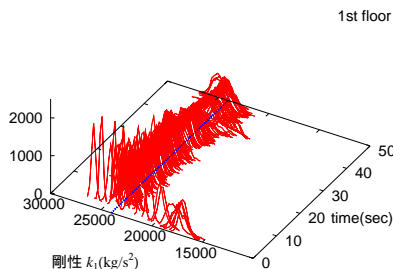


図3: 剛性 k_1 の同定時刻歴