

加速度データを用いた横揺れ周期・傾斜角計測に関する研究

Study on Period of Rolling and Inclination Angle Measurement using Acceleration Data

研究学生：柴田遙規
Haruki SHIBATA

指導教員：中井一文
Kazufumi NAKAI

1. はじめに

船舶事故には、転覆、沈没による事故が存在する。2009年11月には、フェリー「ありあけ」にて転覆座礁事故が起こった。事故原因として過積載やバラスト水の調節ミスによる復原力[1]の喪失が考えられる。そのため、横揺れ周期、船舶の傾斜角などの指標を用いて復原力の推定を行うことで運航の安全性の確保に努めているが、定期的な記録は行われていない。

そこで、本システムではスマートフォンの加速度センサを使用し定期的な船舶の横揺れ周期、傾斜角の計算を行うことで、定期的な復原力の推定を行う。

2. システム概要

本システムは Web アプリとして開発を行った。船舶にスマートフォンを設置し、計測した加速度データより、横揺れ周期、傾斜角を計算する。算出したデータをスマートフォン上にリアルタイムで表示をする。また、データはクラウドサーバーへと保存されるため、陸上からもデータを閲覧することができる。

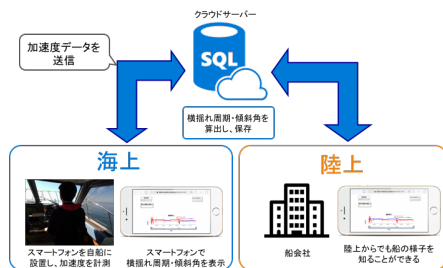


図1 システムの概要図

3. 算出データの計算

(1) 傾斜角の計算

傾斜角の算出には、(1)式を使用し、加速度方向は重力の方向をZ軸、重力の接線方向をX軸として使用することで傾斜角 θ の算出を行った。

$$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{X}{Z}\right) \dots (1)$$

$$X=X \text{ 軸加速度} [m/s^2] \quad Z=Z \text{ 軸加速度} [m/s^2]$$

(2) 横揺れ周期の計算

本システムでは、加速度データを信号とみなし、加速度データに対してFFT(高速フーリエ変換)をかけ、船体に含まれる挙動の周波数成分を算出する。周波数成分には、船体の横揺れや、エンジンの振動などが含まれる。

なお、サンプリング周期は100[ms]とし、サンプリングされた256点のデータからFFTを行う。

FFTが施された結果は横軸が周波数、縦軸が加速度のパワースペクトルに変換される。

FFTされたデータ例を図2に示す。

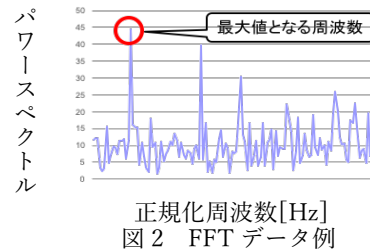


図2 FFT データ例

FFT データより、パワースペクトルが最大になる点を調べる。本システムでは、加速度データが最大になる点を横揺れ周波数とし、対応した周波数から逆数をとった値を横揺れ周期とする。

4. 実証実験と考察

鳥羽の定期船にスマートフォンを設置し、実験を行なった。横揺れ周期の真値は、撮影した映像から算出した。

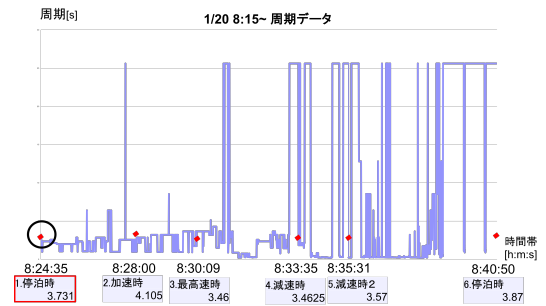


図3 実験結果

動画からの横揺れ周期の算出は全撮影時間に渡っては行えなかったため、1回の運航から6点の周期を抽出し、グラフ中に赤い点で示した。

データの比較を行なったところ、船体が運航していない停泊時以外の箇所では大きく誤差が生じてしまった。この原因として、船体の横揺れはスピードが上がった際に小さくなり、波と船体との衝突により別の挙動が発生するため、正しい横揺れを周波数として算出できなかったことが考えられる。

5. まとめ

本システムは船舶の横揺れ周期、傾斜角をスマートフォンから算出し、船体情報を表示し簡単に確認できる Web サイトを作成した。実験の結果、運航中の船体からは横揺れ周期を正しく取得できなかったため、計測したデータを基にフィルタリングをかけることで精度向上、改善を行う。

参考文献

- [1] 濱地義法, 江崎修央, 石田邦光, 中井一文, “大型カーフェリーの復原性の把握と確保”, 日本航海学会, 第126回講演会, I-06, 2012.5