

時系列データのオブジェクト指向分析と波形分析 Web システムの設計・実装

名古屋大学 工学部 環境土木・建築学科
建築学プログラム 福和研究室 大田川駿也

1. はじめに

1995 年の兵庫県南部地震, 2011 年の東北地方太平洋沖地震をはじめとして, 現代でも地震による被害は絶えることがない. それに加え複雑化・大規模化する現代建築も相まって, 昨今耐震工学を学ぶことの重要性はますます増しているといえる. しかし, 振動現象は時間変動を伴う動的な現象のため, 紙面上では数式やグラフが実際の現象に結び付きづらく机上の学習だけでは理解が難しいことに加え, 理解の助けになる教材が少ない. 振動論教育の補助教材として振動模型¹⁾などが開発されているが, 波形記録を容易に分析・図化できる仕組みは今のところ存在しておらず, 初学者にとって波形解析について学ぶことは非常に困難となっている. このような背景から, 廉価な加速度センサーを活用した振動実験・建築振動教育用 Web ツールの開発を行っている. これにはスマートフォンの加速度センサーなどによるリアルタイムの波形記録を解析・図示する機能に加え, 既存の地震動記録に対して Web 上で様々な処理を行う機能が盛り込まれる. 本研究では時系列データの解析方法について, 問題の構造を明確にするためオブジェクト指向での分析を行い, それにのって C++ で解析プログラムを作成した. これを先述の Web システム上で利用できるようにし, オープンソースとして公開することで, だれもが振動波形解析に利用することができる. また, オブジェクト指向で整理されたソースコードは理解しやすいため, 利用者がそれにプログラムを追加することも容易となっている.

2. オブジェクト指向での分析と開発

オブジェクト指向とは, コンピュータプログラムの設計や実装についての考え方の一つで, 互いに密接に関連するデータと手続きをオブジェクトと呼ばれる一つのまとまりとして定義し, 様々なオブジェクトを組み合わせる関連性や相互作用を記述していくことによりシステム全体を構築していく手法である. オブジェクトにはそれぞれ固有のデータとメソッドがあり, 外部からのメッセージを受けてメソッドを実行し, データを操作する. 本システムでは, メインクラスが波形の解析を行うモジュールクラスを集約し, モジュールクラスが入出力の波形を扱う波形クラスを集約する, といったかたちでオブジェクト指向を適用する.

2.1) オブジェクト指向での開発の利点

オブジェクト指向では, 互いに関連する要素が一つのオブジェクトに集約されるために複数人での開発などで

分担や統合が行いやすく, 大規模なソフトウェア設計・開発に向いている. また, 役割が個々に分けられているため, 必要な部分だけを変更すればよく, 後々のプログラムの書き換えが容易である. 適切に設計されたコードはほかのプログラムで再利用しやすいため, 似たような機能を重複して開発することを避けられる.

2.2) UML 図

UML (Unified Modeling Language, 統一モデリング言語) 図は, ソフトウェアシステムの成果物を記述, 視覚化, 構築, 文書化するために使用される国際的な業界標準のグラフィカル表記法である. この統一された手法によって表記することで, 設計書の読みやすさや交流における効率化がなされている. その中で今回表記した UML クラス図はクラス, 属性, クラス間の関係からシステムの構造を記述する構造図である. ソフトウェアシステムにおけるクラスは, 中にクラス名の記述された矩形で表現する. クラス名の下には属性(プロパティ)の区画, さらにその下には関数(メソッド)の区画を設けることができる. また, 属性や関数に対し先頭に記号を付けることで可視性を付けることができる. クラス間には, 関係と呼ばれる論理的な連結があり, 先に示したクラスの矩形は線と記号によって表される関係によって結ばれている. 目標とする波形解析プログラムについて, 図 1 のように UML クラス図で表記した. なお, 同系統のクラスは省略しシステムの構造を理解しやすくした. UML クラス図を見ることによって, 入力に応じて各モジュールが波形を解析するというプログラムの流れを理解しやすくなっている.

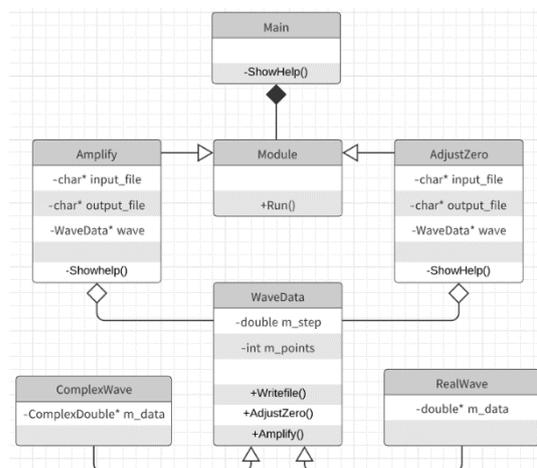


図 1 UML 図

2.3) 本システムへの適用

解析プログラムの作成には、C++言語を採用した。これは、現在広く普及している手続き型言語である C 言語にオブジェクト指向プログラミングをサポートするための改良を加えたものであり、Windows や Linux 上で容易に動作するためオープンソースにするのに適している。目標とするプログラムの構造としては、主に波形クラス、モジュールクラス、メインクラスからなる。これによって、例えば現状 1 成分振動について扱っているところを 3 成分振動も扱えるようにするには波形クラスを修正する、新たに解析手法を増やしたいときにはモジュールクラスを追加する、といったように後の変更を柔軟に加えやすい。

3. システムの構成

本システムの基となる波形解析プログラムは、複数のモジュールによって解析が可能である。

Web システムへのプログラムの実装は有限会社アシストコムと共同で行っている。本システムは他の研究による機能として、スマートフォンの加速度センサーによって得た振動波形をグラフ表示、記録することが可能である。ここで記録した波形記録が、図 2 のように表示される。これについて、図 3 のように波形を選択すると、図 4 のように選択した波形についてグラフを視覚的に確認することができる。波形の解析を行う場合、図 2 の各波形データ右端の編集を選択すると、図 5 のように解析方法の一覧が表示されるため、行いたい解析方法を選択し、下部からダウンロードが可能である。以上の流れで Web 上での解析が行われる。



図 2 Web 操作画面イメージ 1
波形記録表



図 3 Web 操作画面イメージ 2
グラフする波形の選択



図 4 Web 操作画面イメージ 3
グラフ化された波形

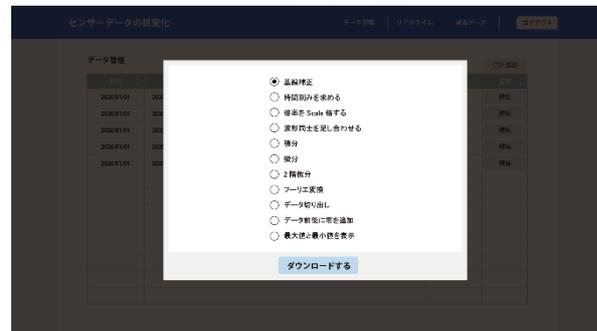


図 5 Web 操作画面イメージ 4
解析方法の選択・ダウンロード

4. まとめ

本論では、耐震工学への理解を容易とすることを目標とし、時系列データ解析の構造についてオブジェクト指向での分析を行い、それにのっとり C++ でプログラムを作成した。また、作成したプログラムを Web システムとすることでだれもが利用できるようにした。しかし、現状では未実装のモジュールが複数あり、今後追加実装していく予定である。また、現状のプログラムで解析可能な波形データは等間隔時系列データの 1 成分実数波形、及び複素数波形である。今後は、時間刻みが不等間隔であるデータや、XYZ の三方向成分を持つ波形のように複数成分を持つデータなどについても解析可能とする。また、スマートフォンなどで計測したリアルタイムの波形についても解析可能とする。

参考文献

- 1) 江原 夏季・平井 敬・福和 伸夫：永久磁石とボールベアリングを用いた教育用せん断振動模型の開発、日本建築学会構造系論文集、84 巻 763 号、pp1165-1173、2019 年
- 2) 城之内忠正：ゲーム作りで学ぶオブジェクト指向開発、四日市大学環境情報論集、第 9 巻、2 号、pp49-64、2006 年
- 3) 矢沢久雄：スラスラわかる C++ 第 2 版/株式会社翔泳社、2018 年
- 4) William H. Press・Saul A. Teukolsky・William T. Vetterling・Brian P. Flannery：NEWMERICAL RECIPES in C 日本語版/技術評論社、1993 年