

Hilbert Transform 取扱説明書 (Ver. 1.0)

2023.7 AO Quest

はじめに

本ソフトウェアでは, ヒルベルト変換により 1 次元の信号波形で瞬時振幅, 瞬時位相を算出できます. 信号波形の入力は CSV 形式のファイルです. ヒルベルト変換の結果は CSV 形式のファイルで保存できます. また, 本ソフトウェアは下側の包絡も表示できます.

ヒルベルト変換

ヒルベルト変換はスペクトルを加工することで実現できます.

- * 負の周波数を 0(零)とする
- * 正の周波数を 2 倍する

なお, この正負の関係を入れ換えても瞬時振幅と瞬時周波数は同じ結果となります.

原信を $f(t)$, 時間領域に戻した信号を $\hat{f}(t)$ として, 瞬時振幅と瞬時位相を算出できます.

$$u = \text{Re}(\hat{f}): \hat{f} \text{ の実部}$$

$$v = \text{Im}(\hat{f}): \hat{f} \text{ の虚部}$$

$$\text{瞬時振幅: } A = \sqrt{u^2 + v^2}$$

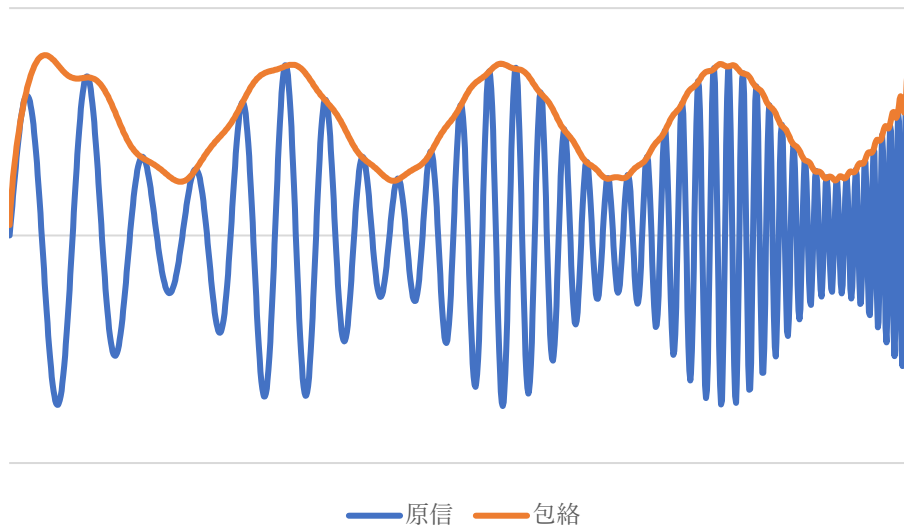
$$\text{瞬時位相: } \varphi = \tan^{-1} \frac{v}{u}$$

また, 瞬時周波数は瞬時位相を時間微分して算出できます.

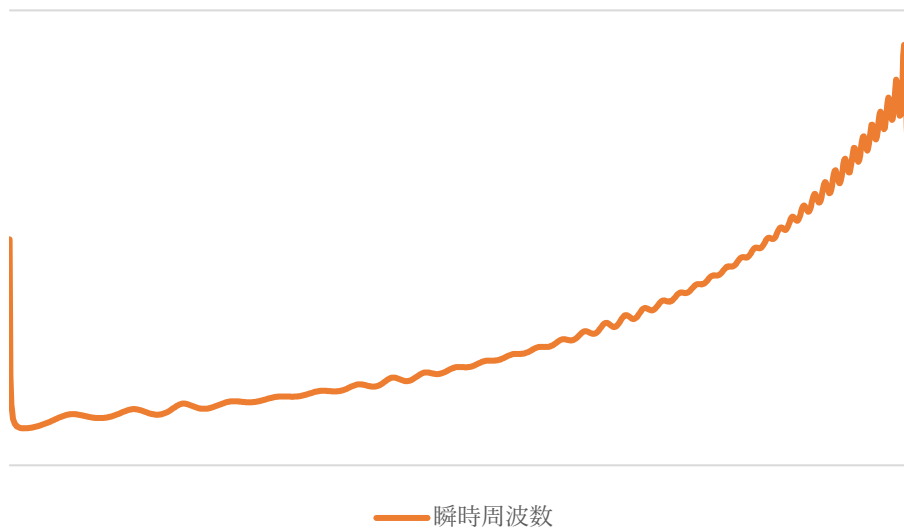
$$\text{瞬時周波数: } F = \frac{1}{2\pi} \frac{d}{dt} \varphi = \frac{1}{2\pi} \frac{\Delta\varphi}{\Delta t}$$

Δt : サンプルング間隔[s]

離散系では瞬時位相 φ の時間差分をとり, サンプルング間隔 Δt で除します. 原信 f の瞬時振幅は包絡となっていて, 一般的な応用となります.



瞬時周波数により周波数の変化をモニターできます。



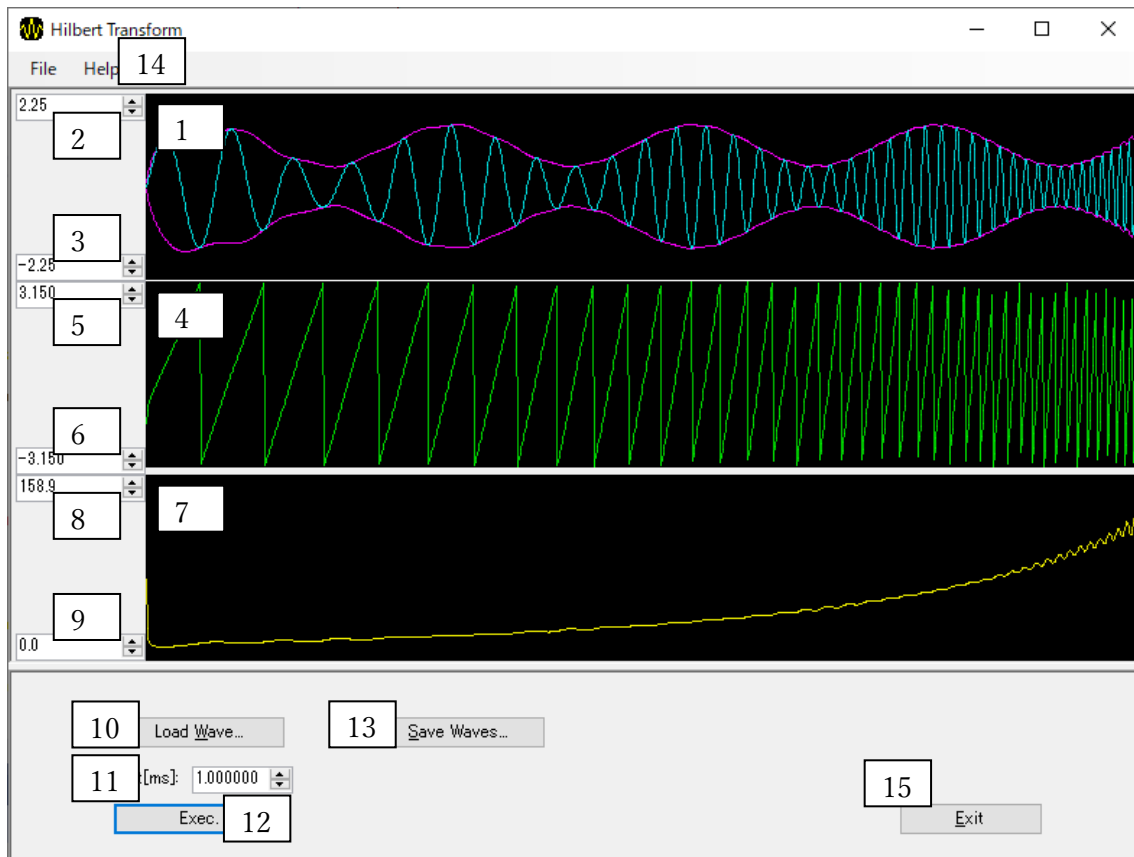
動作環境

- * Windows10 64bit 以降
- * .Net Framework4.8

インストール方法

インストーラはありません。フォルダを任意のローカルにコピーしてからソフトウェア (HilbertTransform.exe) を実行してください。

ソフトウェアの機能説明



1. 入力波形と包絡波形の表示ペイン
入力波形(シアン)と包絡波形(マゼンダ)を表示するペインです. また波形の CSV ファイルをドラッグ&ドロップしてロードできます.
2. 入力波形と包絡波形の表示レンジ(上限)
入力波形と包絡波形の上限閾値です. 表示レンジを調整します.
3. 入力波形と包絡波形の表示レンジ(下限)
入力波形と包絡波形の下限閾値です. 表示レンジを調整します.
4. 瞬時位相波形の表示ペイン
瞬時位相波形(緑)を表示するペインです.

5. 瞬時位相波形の表示レンジ(上限)
瞬時位相波形の上限閾値です. 表示レンジを調整します.
6. 瞬時位相波形の表示レンジ(下限)
瞬時位相波形の下限閾値です. 表示レンジを調整します.
7. 瞬時周波数波形の表示ペイン
瞬時周波数波形(黄)を表示するペインです.
8. 瞬時周波数波形の表示レンジ(上限)
瞬時周波数波形の上限閾値です. 表示レンジを調整します.
9. 瞬時周波数波形の表示レンジ(下限)
瞬時周波数波形の下限閾値です. 表示レンジを調整します.

10. Load Wave

入力波形をロードします. 入力ファイルは CSV 形式(シフト JIS)です. 入力波形の表示ペイン(1)へ CSV ファイルをドラッグ&ドロップしてロードすることもできます. CSV ファイルは 1 列のフォーマットとします.

f
0
0.084784
0.171179
0.258551
0.346237
0.433553

2 列目以降のデータは無視されます. データ数は 16 以上とし, 数値以外のデータがある行は読み飛ばします.

11. Δt [ms]

サンプリング間隔を ms 単位で入力します.

12. Exec.

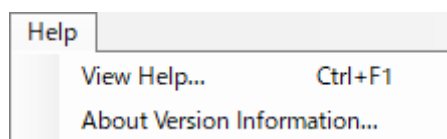
ヒルベルト変換を実行します.

13. Save Waves

入力波形, 包絡波形, 瞬時位相波形, 瞬時周波数波形を CSV 形式でファイル保存(シフト JIS)します.

f	envelope	neg-envelope	phase[rad]	frequency[Hz]
0	0.09214088	-0.081764939	-1.6836452	69.57050491
0.08478433	0.23353177	-0.223155828	-1.2465208	27.42283873
0.17117914	0.3375241	-0.327148162	-1.074218	18.69232263
0.25855069	0.4307375	-0.420361564	-0.9567707	16.10099659
0.34623706	0.51216944	-0.501793502	-0.8556052	14.24201366
0.43355309	0.58725153	-0.576875593	-0.76612	13.46808822

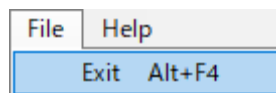
14. Help



View Help	ヘルプ (本稿) を表示します.
About Version Information	バージョン情報を表示します.

15. Exit

ソフトウェアを終了します. これは File メニューからも実行できます.



利用規約

本ソフトウェアはフリーウェアです. AO Quest はソフトウェアにより生じた損害ついていかなる責任も負いません.

お問い合わせ

本ソフトウェアの不具合・要望については下記 URL をご参照ください.

<https://ao-quest.com/>