

1 目的

1. グラフィカルユーザインタフェース・プログラムによる計測プログラムの作成
2. サンプリング定理の確認

2 方法

1. データ 1・データ 2 の計測
 - 振幅 2.0[V] の SIN 波をファンクションジェネレータからアナログ 0ch(AI0) に入力。
 - 異なるサンプリング条件で信号を 1 秒間計測。
 - 入力信号とサンプリング周波数は表 1 に従う。
 - データは「データ 1」「データ 2」と呼ぶ。
 - 計測開始前に信号振幅と周波数をオシロスコープで確認。
2. 合成信号の作成と計測
 - ブレッドボード上で二台のファンクションジェネレータの信号を合成。
 - 信号の設定は表 2 に従う。
 - それぞれの信号振幅と周波数はオシロスコープでモニターし、実験中は合成信号を観測。
 - 合成信号を ch0 に入力し、異なるサンプリング周波数で計測。
 - サンプリング周波数の条件は表 3 に従い、計測時間は 1 秒。
 - データは「データ 3」「データ 4」と呼ぶ。

3 結果

3.1 150Hz の Sin 波の計測

150Hz の正弦波を 2kHz のサンプリング周波数でサンプリングした。得られた波形を見ると、150Hz の信号が正しく維持されていることがわかる。

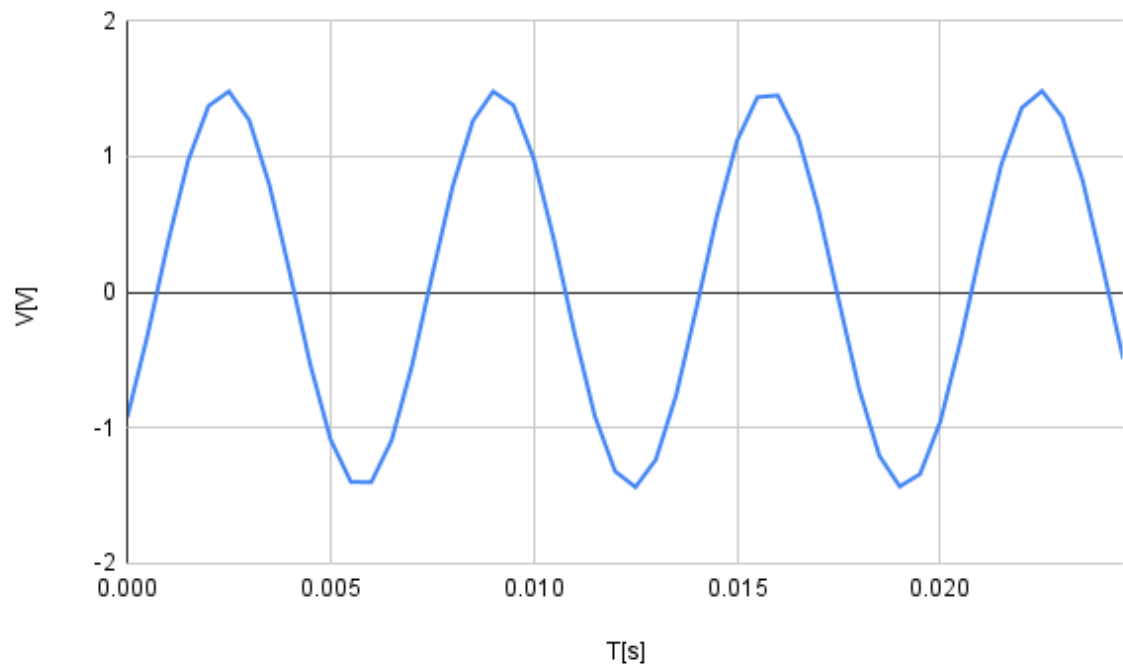


図1 150Hz の Sin 波を 120Hz でサンプリングした結果

一方、150Hz の正弦波を 120Hz のサンプリング周波数でサンプリングした場合、エイリアシング効果により、元の信号が正しく再現されないことがわかります。

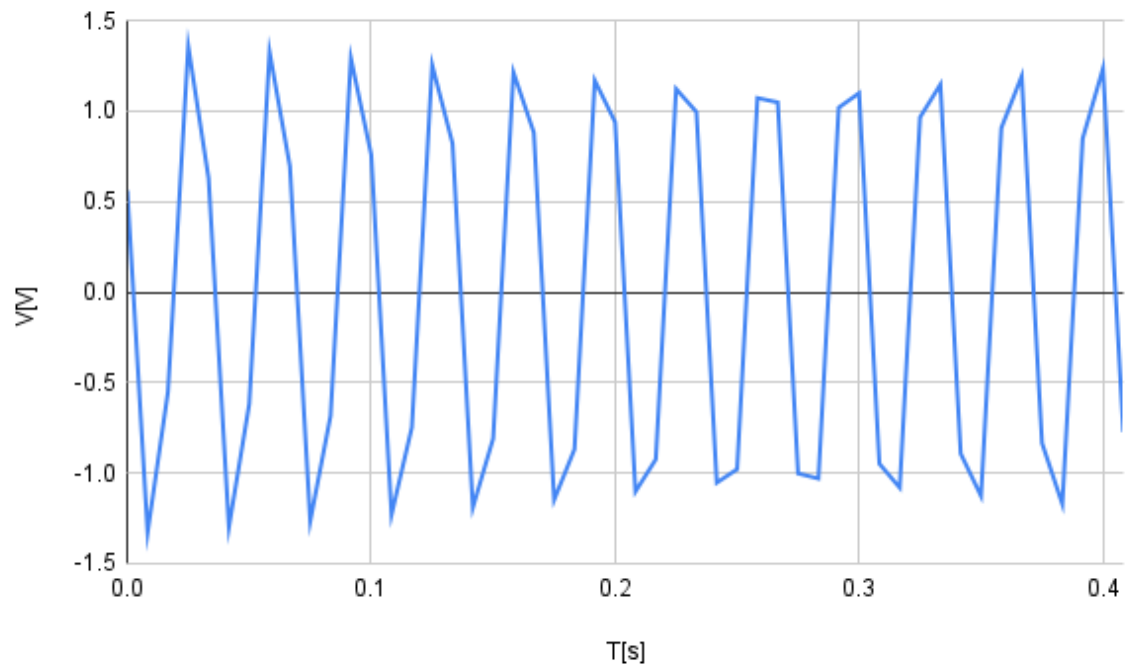


図2 150Hz の Sin 波を 120Hz でサンプリング結果

3.2 100Hz と 2kHz の合成 Sin 波

100Hz と 2kHz の合成正弦波を 20kHz のサンプリング周波数でサンプリングしました。得られた波形を見ると、両方の信号が正しく維持されていることが確認できます。

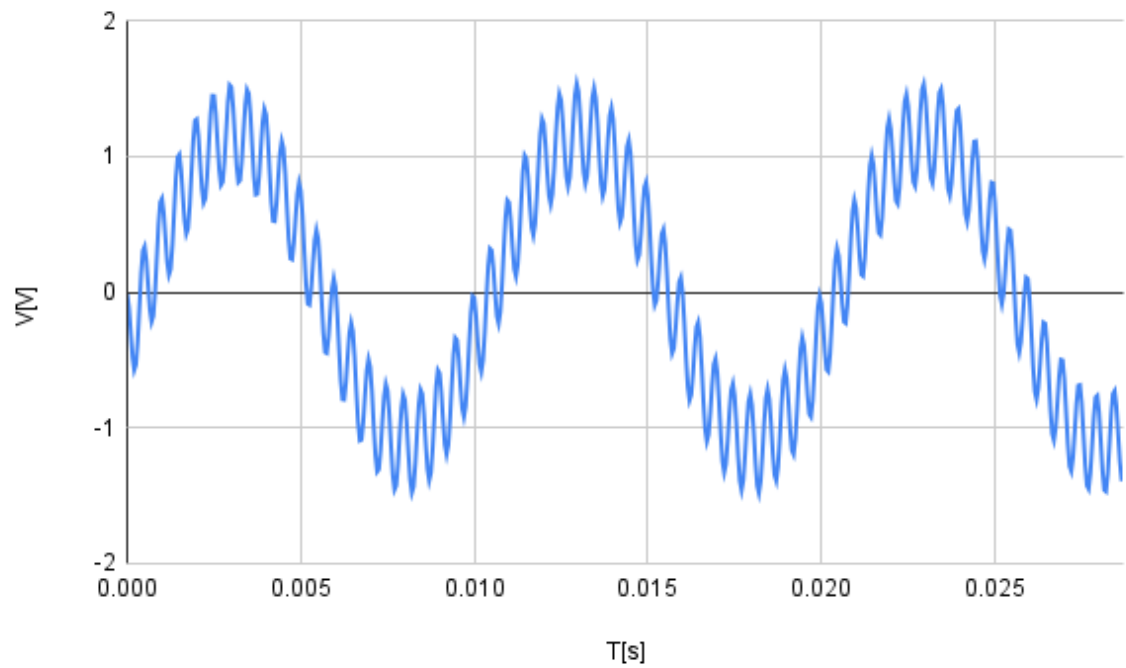


図3 100Hz と 2kHz の合成 Sin 波を 20kHz でサンプリング結果

一方、100Hz と 2kHz の合成正弦波を 1800Hz のサンプリング周波数でサンプリングした場合、エイリアシング効果により、元の信号が正しく再現されないことがわかります。

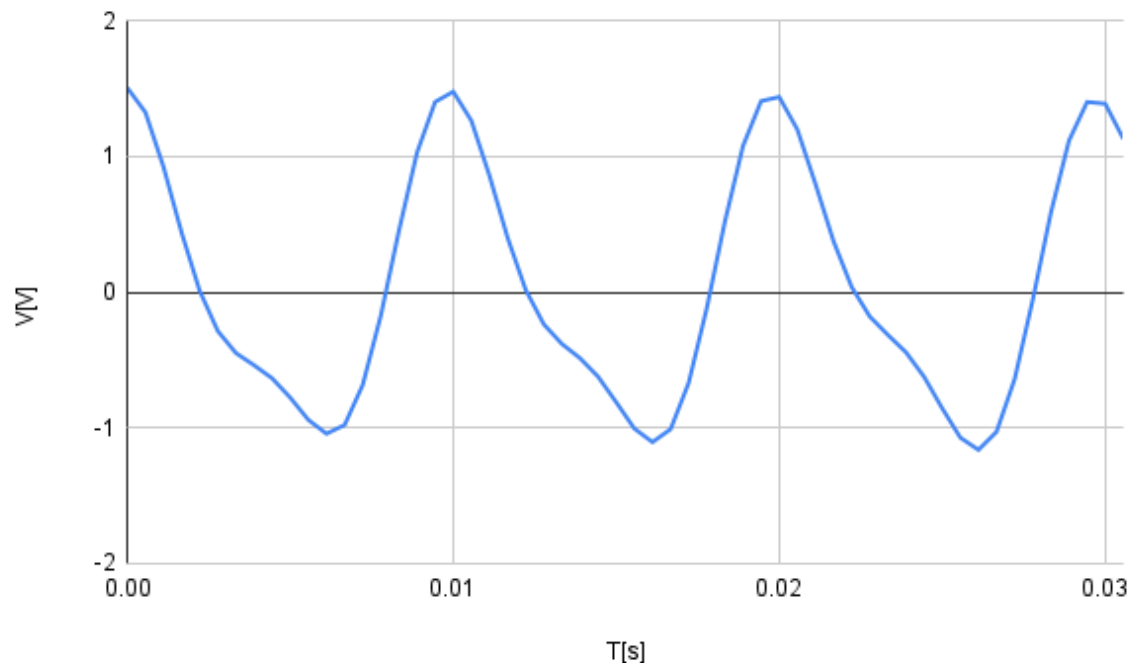


図4 100Hz と 2kHz の合成 Sin 波を 1800Hz でサンプリング結果

4 考察

4.1 サンプリングとスペクトルの折り返し現象

今回の実験において、150Hz の正弦波を 2kHz のサンプリング周波数でサンプリングした結果、元の波形が正しく維持されていることが確認できました。しかし、120Hz のサンプリング周波数でサンプリングした場合、元の信号がエイリアシング効果により正しく再現されないことが観測されました。エイリアシングは、サンプリング定理に反してサンプリング周波数が信号の最大周波数の 2 倍以上でない場合に発生します。サンプリング周波数が信号周波数よりも低い場合、スペクトルが折り返し現象を起こし、異なる周波数成分として現れるため、元の波形が再現されません。

4.2 DFT の結果とスペクトルの関係

DFT（離散フーリエ変換）を用いて得られたスペクトルからも、この現象を確認することができます。2kHz のサンプリング周波数で取得したデータに対して DFT を適用すると、150Hz の成分が正しく現れます。しかし、120Hz のサンプリング周波数で取得したデータに対して DFT を適用すると、150Hz の成分が折り返しによって他の周波数成分として現れます。これは、サンプリングによって生じるスペクトルの繰り返しによる影響です。

4.3 正しいサンプリング条件の選定

100Hz と 2kHz の合成信号についても同様の現象が観測されました。20kHz のサンプリング周波数では両方の信号成分が正しく維持されますが、1800Hz のサンプリング周波数ではエイリアシングにより信号が正しく再現されません。このように、サンプリング定理を満たすためには、信号の最大周波数の 2 倍以上のサンプリング周波数を選定する必要があります。

4.4 改善策

信号を正しく計測するためには、次のような改善策が考えられます：

- サンプリング周波数を信号の最大周波数の 2 倍以上に設定する。
- エイリアシング防止のためのアンチエイリアシングフィルタを使用し、高周波成分を除去する。

これにより、サンプリングによる信号の歪みを最小限に抑え、正確な波形情報を得ることができます。

5 結論

- サンプリング周波数が信号の最大周波数の 2 倍以上である場合、信号を正確に再現できることが確認できました。具体的には、150Hz の正弦波を 2kHz のサンプリング周波数でサンプリングした結果、元の波形が正しく維持されました。
- サンプリング周波数が信号の最大周波数の 2 倍未満である場合、エイリアシング効果により信号が正しく再現されないことが確認できました。150Hz の正弦波を 120Hz でサンプリングした場合、元の信号が歪んでしまいました。
- 100Hz と 2kHz の合成信号についても同様に、サンプリング周波数が十分に高い場合は信号が正しく維持されますが、低い場合はエイリアシングが発生しました。
- エイリアシング効果を防ぐためには、信号の最大周波数の 2 倍以上のサンプリング周波数を選定することが重要であり、加えてアンチエイリアシングフィルタの使用も有効であることがわかりました。