

DSP 学生実験における Windows®7 対応

石田敬三

静岡大学工学部技術部

1. はじめに

工学部電気電子工学科 3 年学生実験で教員とデジタル信号処理(DSP)の実験を担当している。実験では、学生の所有する Windows®ノートパソコンへ行列演算パッケージと録音ソフトをインストールさせ、音声のデジタル信号処理を行っている^[1]。Microsoft Windows®7 の発売により来年度以降、学生の所有するパソコンも変わるため、今回、実験で使用するソフトウェアについて Windows®7 での動作確認を行ったので、その動作確認の過程と実験の内容について報告する。

2. 使用機材

2.1 OS とパソコン

OS は Windows® 7 製品候補版 (RC) Ultimate (x64) 版を用いた。パソコンは Dell Vostro200S, RAM 4GB, AMD ATI Radeon4350 1GB, HDD 250GB, Windows® XP Pro. sp3 システムへ SATA HDD 80GB を増設し Windows® 7 と Windows® XP のデュアルブートとした。

Windows® 7 (x64) のインストールは OS の DVD をセットすることで簡単に行うことができた。インストール終了後、OS の Update ならびにアンチウイルスソフトのインストールを行った。アンチウイルスソフトは、大学で共同購入しているものと同等である Symantec Corporation の Symantec Endpoint Protection 11.0 リリースアップデート 5 体験版 (SEP) をユーザー登録の後ダウンロードして使った。このアンチウイルスソフトは、64 ビット用、32 ビット用の 2 種類あり Windows®2000 以降に対応している。図 1 は Windows® 7 (x64)の詳細、図 2 は SEP の様子を示す。



図 1. Windows® 7 (x64)の詳細



図 2. SEP の様子

2.2 アプリケーションソフト

信号処理ソフトはフランス国立コンピュータ科学・制御研究所で作成された高機能な行列演算パッケージである Scilab 5.1.1 の 64 bits 版と 32 bits 版 (Windows®用) を用いた。音声の録音ソフトは Cycle of 5th の SoundEngine Free Ver.4.51 を用いた。

各々のインストールは、**setup** ファイルをダブルクリックすることで開始し、特に難しい設定などではなく簡単に終了した。図 4 Scilab 5.1.1 64 bits 版セットアップ、図 5 SoundEngine Free セットアップを示す。

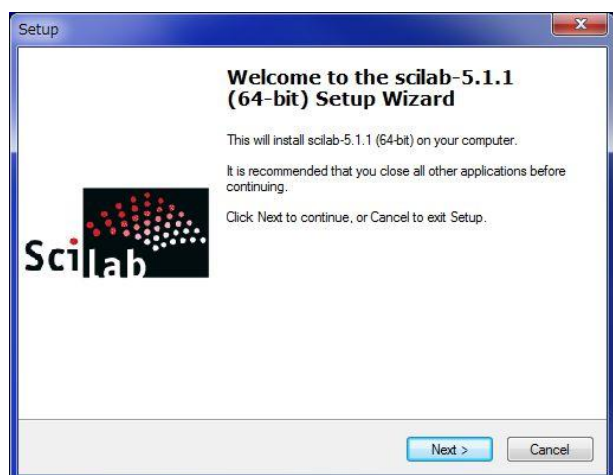


図 4. Scilab 5.1.1 64 bits 版セットアップ

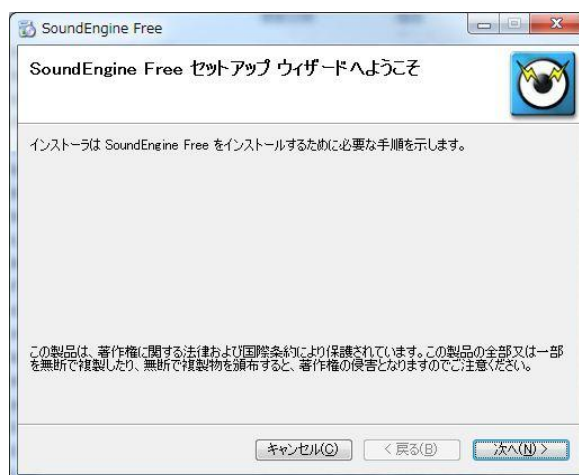


図 5. SoundEngine Free セットアップ

3. 学生実験の内容

学生実験は3回に分けて行う。1回目は、インストール前の準備、ワークフォルダの作成、Scilabのインストール、Scilabの起動、基本的な操作法、(変数と演算、ベクトル・行列、変数の管理、コマンドリファレンス、プログラム、フーリエ解析)を説明した後、アナログ正弦波の離散化とフーリエ解析について実験させた。

第2回は、標本化と量子化、原理標本化と標本化定理、量子化について説明した後、標本化周波数の比較と量子化レベルの比較について実験させた。

第3回は、フィルタリング原理、ディジタルシステム、ディジタルフィルタについて説明した後、自分の音声をパソコンへ取り込み、事前に用意した FIR フィルタ係数を使用してディジタル信号のフィルタ処理とその影響把握について実験させた。

4. 第2回目の内容について動作確認

第2回目の内容について学生実験と同じ手順で確認を行った。SoundEngine Free Ver.4.51 を起動したのち、サンプリング周波数 11.025kHz、量子化ビット数 8 ビット、モノラルに設定し、自分の声をマイクよりおよそ4秒間録音し、WAV 形式でセーブした。この音声データを用いて自分の音声を 7,6,5,4,3,2,1 ビットに変換し、波形と再生音声から比較し、SNR (Signal to Noise Ratio) を求める信号処理を行う。図 8 に SoundEngine Free Ver.4.51 の様子を示す。図 9 はビット数の変化による SNR を載せた。図 10 はビット数の変化による波形である。

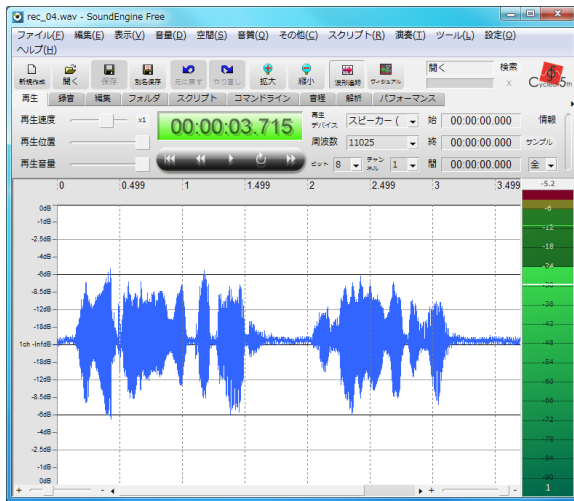


図 8. SoundEngine Free Ver.4.51 の様子

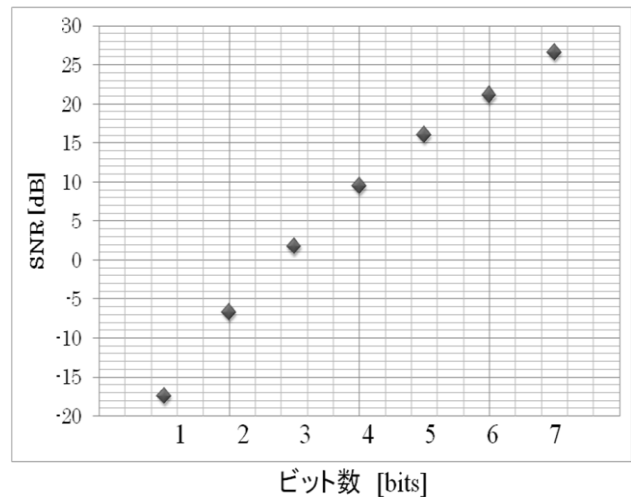


図 9.ビット数の変化による SNR

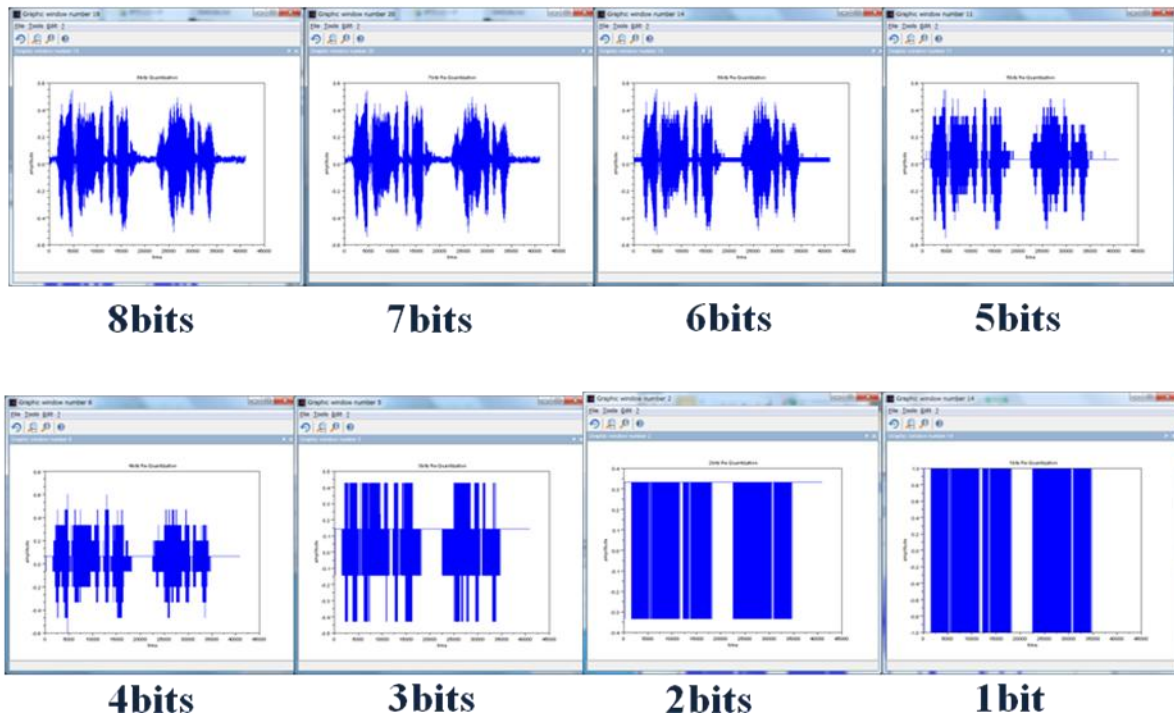


図 10.ビット数の変化による波形

図 9.は SNR の値からビット数の減少によりノイズが増加し、図 10.からは波形が崩れていく様子が観察される。

4. 第3回目の内容について動作確認

第3回目の内容について学生実験と同じ手順で確認を行った。第2回目と同様にサンプリング周波数 11.025kHz、量子化ビット数 8 ビット、モノラルに設定し、自分の声をマイクより録音し、WAV 形式でセーブした音声データを用いて信号処理を行う。

次に、Scilab 5.1.1 を起動して先ほどセーブした音声データを読み込み FFT した波形を表示する（図 11）。次に事前に用意した FIR フィルタ係数を用いて作成したローパスフィルタの振幅特性を表示する（図 12）。実験に用いた FIR フィルタの設計に用いたパラメータの例を表 1 に示す。なお、学生実験では数種類の FIR フィルタ係数を使って、変化の様子を確認し検討する。

表 1. FIR フィルタ設計に用いたパラメータ

次数	100
通過域 (kHz)	0~0.5
阻止域 (kHz)	1.0~5.5125
サンプリング周波数 (kHz)	11.025

音声データと FIR フィルタ係数を畳み込み演算した後、FFT した。処理した音声の周波数分布（図 13）と時間特性をプロットした（図 14）。

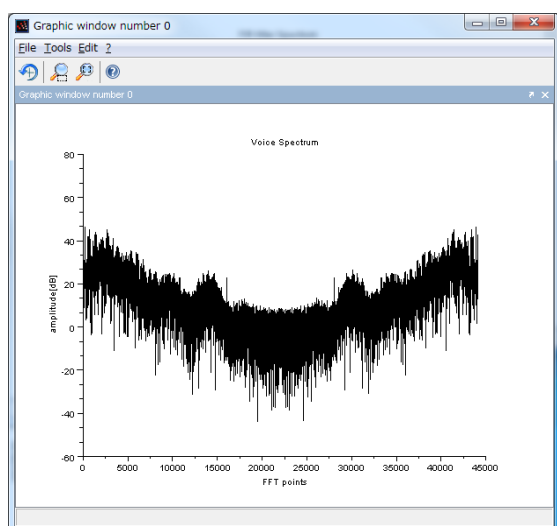


図 11. 音声の周波数分布

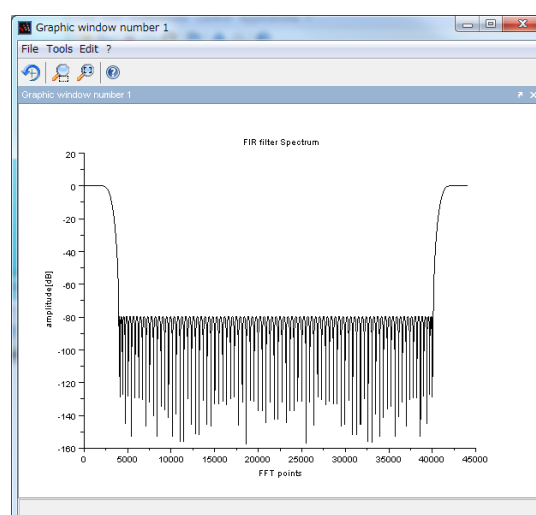


図 12. FIR フィルタの振幅特性

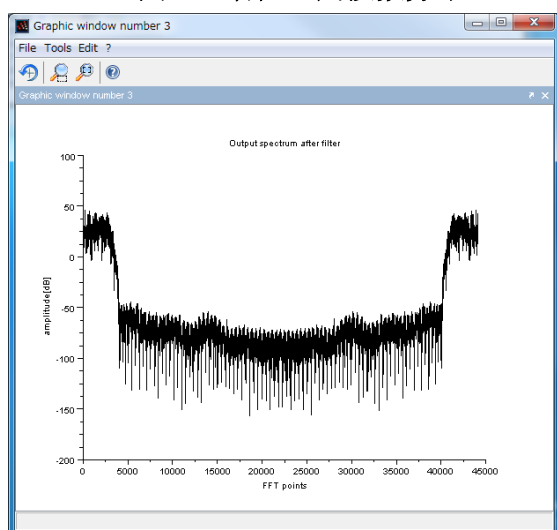


図 13. 音声の周波数分布（処理後）

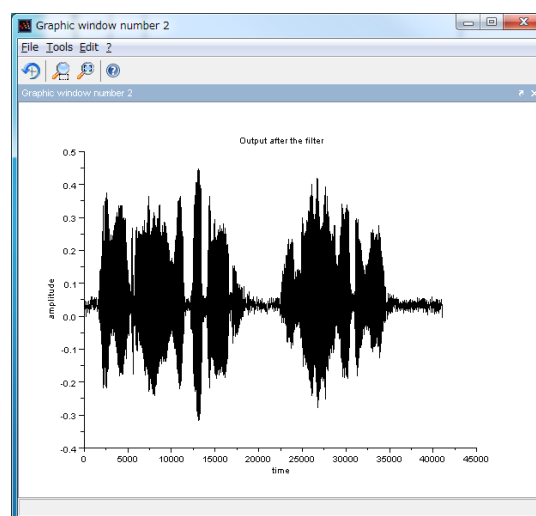
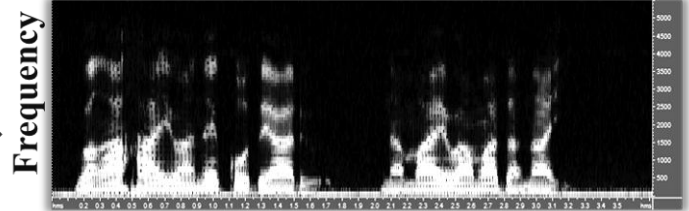


図 14. 音声の時間特性(処理後)

録音した音声	
量子化 (Bits)	8
サンプリング 周波数 (kHz)	11.025



次数	100
通過域 (kHz)	0~0.5
阻止域 (kHz)	1.0~5.5125

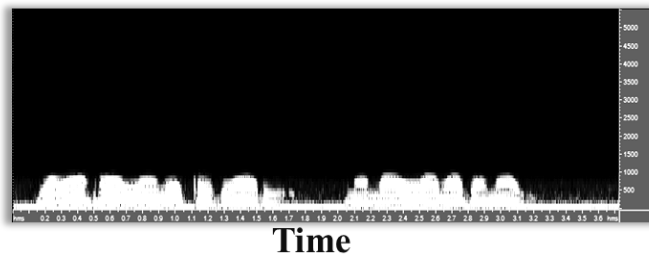


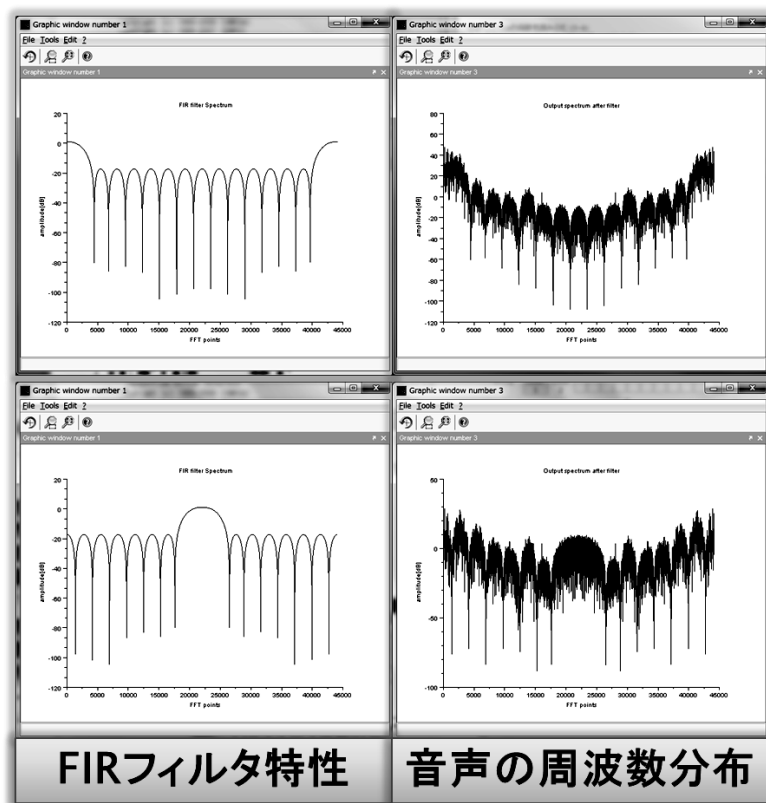
図 15. スペクトラムの比較(参考)

図 15 は、スペクトラムの比較(参考)を示した。学生実験ではスペクトラム表示は行なっていないが音声の波形について時間変化がよくわかる。これより 0~0.5kHz の帯域だけが通過していることが確認できる。

ローパスフィルタ	
次数	16
通過域 (kHz)	0~0.5
阻止域 (kHz)	1.0~5.5125



ハイパスフィルタ	
次数	16
通過域 (kHz)	5.5125~5.0125
阻止域 (kHz)	0~4.5125



FIRフィルタ特性

音声の周波数分布

図 16. FIR フィルタ係数の奇数番目の符号を反転した場合のフィルタ特性の変化 (参考)

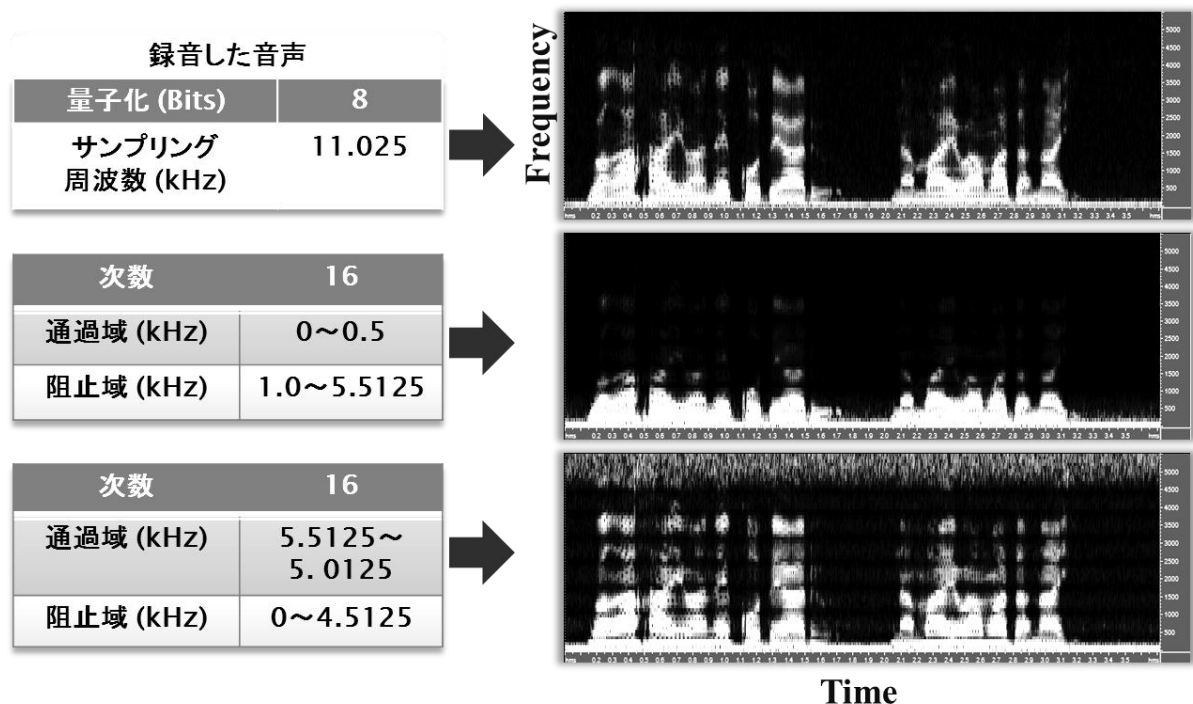


図 17. FIR フィルタ係数の奇数番目の符号を反転した場合のフィルタ特性の変化

FIR フィルタ係数の奇数番目の符号を反転した場合にローパスフィルタがハイパスフィルタに変化することが図 16 と図 17 から確認される。これも学生実験では行なっていないが、理解を深めるために掲載した。

5. まとめ

Windows®7 (x64)での Scilab 5.1.1 の 64 bits 版 (Windows®用) と SoundEngine Free Ver.4.51 について動作確認を行い、それぞれ正常に動作することが確認できた。Scilab 5.1.1 の 32 bits 版についても同様の操作を行い正常に動作することを確認した。さらに Windows®7 (x86)についても同様に操作し、Scilab 5.1.1 の 32 bits 版と SoundEngine Free Ver.4.51 の動作が確認できた。

この学生実験では学生の所有するパソコンを使用するため、パソコン、OS (バージョンや言語例えば中国語、ハングル、英語等)、過去にインストールしたソフト等、環境がすべて異なるので実験で使用するソフトが正常に動作しないことがあり、個々の対応に苦慮している。どうしても動作しない場合は、学科所有のノートパソコンを実験中に貸し出しをして対応している。今後さらに情報を集め学生実験に生かしていきたい。

6. 参考資料

[1] 静岡大学工学部電気電子工学科学生実験 II “デジタル信号処理(DSP) 実験要領” (2009)

「Microsoft, Windows7, Windows 2000, Windows XP ,および Windows は、米国 Microsoft Corporation の、米国、日本およびその他の国における登録商標または商標です。」「Microsoft Corporation のガイドラインに従って画面写真を使用しています。」 SoundEngine Free : Cycle of 5th, Scilab : フランス国立コンピュータ科学・制御研究所, Symantec Endpoint Protection : Symantec Corporation , 商標権、著作権等の権利は各会社ならびに団体が有しています。