

リアルタイムスペクトルアナライザの開発

高橋 義明*, 久保 和良**

Development of a Real-time Spectrum Analyzer

Yoshiaki Takahashi*, Kazuyoshi Kubo**

1. 緒 言

DSPスタータキット¹⁾は、高速なDSPによって容易にデジタル信号処理を行うことができる安価な装置である。本研究では、DSPスタータキットに自作RAMボードの増設を行い、実用的なリアルタイムスペクトルアナライザの開発を行った。処理プログラムの開発言語としてC言語を用いた。本稿では開発したシステムの概要を報告する。

2. システム構成

開発したスペクトルアナライザはマイクロフォン等からアナログ信号を取り込み、そのスペクトルをオシロスコープ等の外部機器に出力するものである。

2.1 ハードウェア構成

開発したスペクトルアナライザのシステム構成をFig.1に示す。このシステムは、市販のDSK (TMS 320C3x DSP Starter Kit) とFig.2に示す自作の拡張RAMボードから構成される。

DSP内部には2kワード分のメモリ領域¹⁾がある。この領域中にカーネル、プログラムコード、データ配列を割り当てるため、512点FFTを行うことが限界となる。そこで、32kバイトの8ビット高速SRAMを4つ並列に配置する事で、32ビットを1ワードとする32kワード分のメモリ領域を増設するためのボードを開発した。デコードにはControl信号 (STRB*) とAddress信号 (A15) を用いている。本システムでは、開発した2枚のRAMボードを使用している。1枚のRAMボードはA15=0のとき選択され、もう1枚はA15=1のとき選択される。このようにして、64kワード分のメモリ領域を確保した。

2.2 ソフトウェア構成

パワースペクトルの演算には基数2の時間間引きFFTアルゴリズムを用いた。本システムでは最大16384点までのパワースペクトルを得ることができる。FFTに先だってHanning窓をかけ、得られた複素スペクトルに対し、対数演算を行うことによ

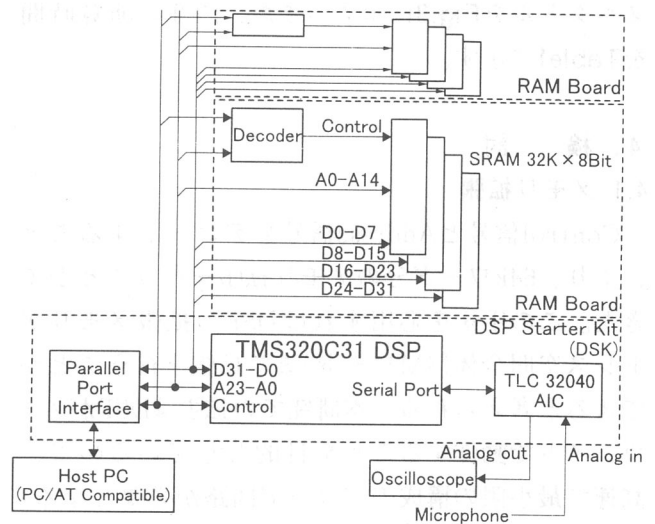


Fig.1 System diagram

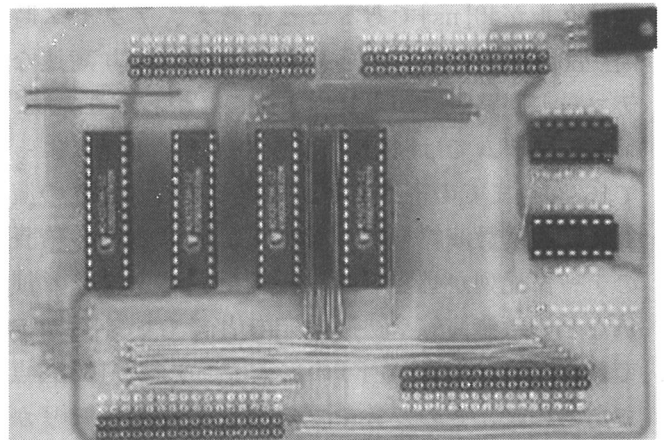


Fig.2 RAM Board

てパワースペクトルをデシベル表示する事ができる。マイクロフォンからの入力データはパワースペクトルの演算ごとに取り込まれ、そのスペクトルがリアルタイムに出力される。また、スペクトル表示毎にトリガをかけることで、オシロスコープでの同期表示が可能である。

DSK内部のAIC (Analog Interface Circuit) にはA/D, D/A変換器等が含まれている。これらのハードウェア設定はプログラムにより変更できる。A/D, D/A変換器のサンプリング周波数 f_s 、及びアンチエイリアシングフィルタの遮断周波数 f_c の設定可能な最大値は $f_s = 19.53[\text{kHz}]$, $f_c = 9.22[\text{kHz}]$ である。

3. 実行結果

開発したスペクトルアナライザの f_s 及び f_c を最大値に設定し、1024点FFTを実行した。0.6[kHz]の正弦波と1.5[kHz]の正弦波を加え合わせた入力信号に対する、本システムから出力されたパワースペクトルをFig.3に示す。また、FFTの演算時間をTable1に示す。

4. 検 討

4.1 メモリ拡張

Control信号とAddress信号をデコードすることにより、64kワード分のメモリ拡張を行うことができた。この手法を応用すればDSPの拡張メモリアドレス空間全体(4Mワード)まで拡張を行うことができると考えられる。本研究での拡張はDSPがノーマルで動作することを目的としているので、高速で最小限の構成のデコード回路が必要となる。しかし、メモリアドレス空間を大きくすれば、より複雑なデコード回路が必要となる。DSPの実行サイクルが40[ns]であることを考え、アクセス時間が30[ns]であることを考慮すれば、より高速なデコード回路設計が重要であることがわかる。

本システムでは64kワード分のメモリ増設によって16384点までのFFT演算が可能である。FFTの演算には複素数演算を要するから、演算点数の倍長のデータ配列が必要である。また、バタフライ演算などの数値演算や初期設定などでもいくらかの変数が必要となる。FFTの最大データ長が16384点であるのは、その変数やプログラム等のメモリが必要だからである。

Table1 Execution time required for one time operation including window operation, FFT, and dB calculation.

N	512	1024	2048	4096
Time[ms]	9	22	43	94

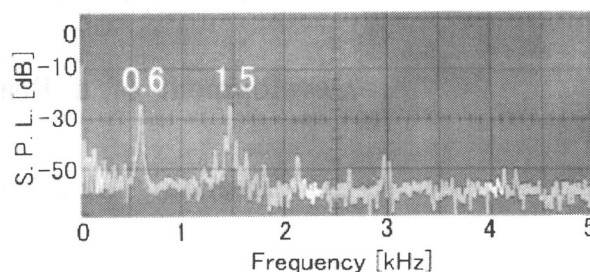


Fig.3 Power Spectrum by 1024-point FFT

4.2 スペクトルアナライザ

Fig.3では、入力信号に含まれる0.6[kHz]成分と1.5[kHz]成分に対応したスペクトルピークが現れている。このことから開発したスペクトルアナライザは、入力した信号に対し理にかなった周波数スペクトルを示していると考えられる。演算時間に関してはFFTのバタフライ演算回数にほぼ比例して増加するものと考えられるが、得られた実行時間は必ずしもそうになっていない。この理由として、FFT演算以外の演算時間がデータ点数 N に比例することがあげられる。

5. 結 言

メモリ回路を増設することにより、より周波数分解能の高いリアルタイムスペクトルアナライザを開発することができた。また、入力信号に含まれる周波数成分を良好に表示していることを確認できた。

参考文献

- 1) 日本テキサスインスツルメンツ株式会社：
“TMS320C3x DSPスタータキットユーザーズガイド,” pp4-9/B1-B14(1997)

* 小山工業高等専門学校, 電子システム工学専攻, s99s10@oyama-ct.ac.jp

** 小山工業高等専門学校, 電子制御工学科, kubo@oyama-ct.ac.jp