

## スペクトラム社が、GPU を介した 連続デジタル・ダウンコンバート機能をデジタイザに追加

RF 信号をベースバンドに変換する DDC 処理機能の提供を開始

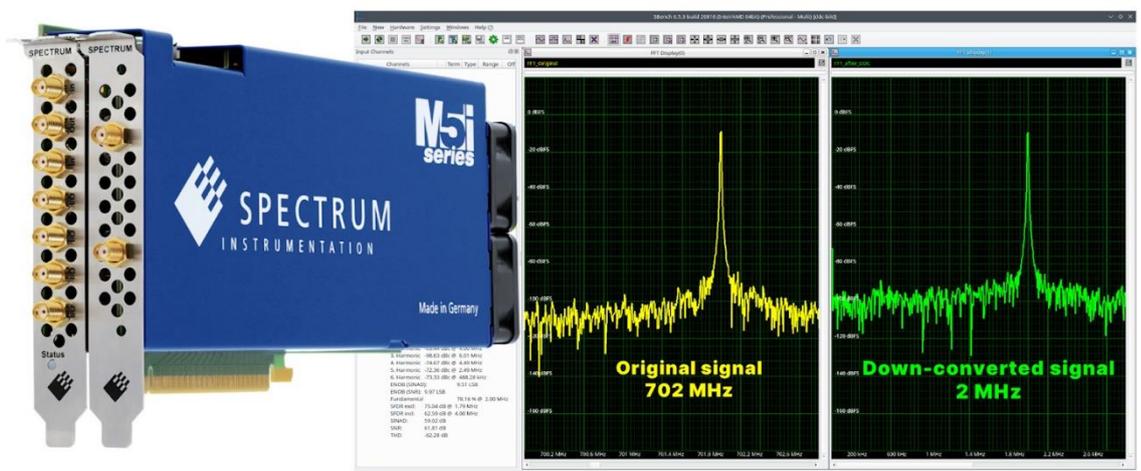
2023 年 4 月 19 日

デジタイザなどの計測機器メーカーであるスペクトラム・インストゥルメンテーション社（本社ドイツ・グロースハンスドルフ / 以下、スペクトラム社）は、外部 GPU カードを使用して連続的なオンザフライ（リアルタイム）処理を可能にする低価格オプションを導入することで、同社製 PCIe デジタイザカード全モデルでデジタル・ダウンコンバージョン（DDC）を実行できるようになったことを発表しました。DDC は、デジタルラジオ、レーダー、携帯電話、宇宙（衛星）通信など、さまざまな通信システムで広く使われている非常に有力な技術です。RF 或いはマイクロ波信号に DDC 処理を施し目的の信号周波数を含むベースバンド（基底帯域）にダウンコンバート（変換）することにより、計測結果のデータセットが大幅に削減されるだけでなく、信号品質と計測精度も向上します。スペクトラム社は、この新機能を実行可能な PCIe ベースのデジタイザカード（サンプリングレートは 5MS/秒から最大 10GS/秒）を 48 種類提供しており、ユーザーは目的のアプリケーションに最適なモデルを選択できます。

### オンボード FPGA と外部 GPU カード

デジタイザカードへの DDC の実装には、多くの場合オンボード FPGA（フィールドプログラマブルゲートアレイ）の技術が使われています。これは、入力されたアナログ信号をデジタルデータに変換したのち、FPGA を介してダウンコンバートするというものです。この方式は、迅速かつ効率的である一方で、大規模で高価な FPGA テクノロジーや専用のファームウェアが必要であるなど、いくつかの制約を伴います。また、ファームウェアのカスタマイズも、ファームウェア開発の専門知識と高価なソフトウェアツールが必要になるため、容易ではありません。

図1：スペクトラム社の M5i デジタイザカードと、DDC 処理前・処理後の 702MHz 信号の周波数領域を示すスクリーンショット。データは、GPU に毎秒 12.8GB で連続的にストリーミングされ、オンザフライ処理されたのち、スペクトラム社の計測ソフトウェア「SBench 6」に表示される。



スペクトラム社のアプローチは、こうしたハードルを取り除くものです。同社の SCAPP（スペクトラム社製並列処理用 CUDA アクセス）ソフトウェア開発キットを使用することで、デジタイザで収集したデータを PCIe バス上で CUDA ベースの GPU に直接ストリーミングできます。GPU は数千個のコアを並列処理できるため、C/C++言語を使用した処理ソフトウェア作成を可能にします。その結果、一般的なプログラミングスキルのみでソフトウェ

アのカスタマイズができ、DDCの実装がはるかに楽に行えるようになります。検証済みの DDC のプログラミング例から始めれば、速やかに結果を得ることができ、プラットフォームからソフトウェアをさらに最適化することも可能です。

### **DDC を 12.8GB/秒でストリーミングした際の実装例**

スペクトラム社のデジタル製品には 3 種類のプラットフォーム (M2p、M4i、M5i) を有する PCIe カードがあり、サンプリングレートは低いもので 5MS/秒から超高速 10GS/秒まで、解像度は 8 ビットから 16 ビットまで、帯域幅は 2.5MHz から 3GHz 以上のものがあります。図 1 の M5i シリーズは、その中でもすべてのスペックが最大のモデルです。サンプリングレートと帯域幅ともに最も高く、どれも 12 ビットの高分解能を有しています。M5i シリーズについてももう 1 つ特筆すべきは、PCIe バス上で 12.8GB/秒という、市場をリードする超高速データストリーミングが可能であるという点です。

図 1 の、ダウンコンバート前と後の信号の周波数領域を示したスクリーンショットをご覧ください。M5i.3337-x16 デジタルカードを使用し、702MHz の信号を 6.4GS/秒でサンプリングしたものです。収集したデータは、6144 個のコアを搭載した Nvidia RTX A4000 GPU に、最大転送速度 12.8GB/秒で連続的にストリーミングされています。実装例には、ダイレクト・デジタル・シンセサイザー (DDS)、ローパスフィルター、ダウンサンプリングなど、DDC 機能を実行するために必要な様々な処理ブロックが含まれています。また、GPU は、必要な DDC タスクをすべて実行します。この例では、DDC が生成した複素正弦波信号と収集データの合成、移動平均の計算、その結果のデシメーション (この例では、512 分の 1)、デシメーション後のデータの有限インパルス応答 (FIR) によるフィルター処理、再スケーリング、そして PC メモリへの処理データの転送と保存を GPU で行なっています。

周波数領域を示す 2 枚のスクリーンショットからは、ダウンコンバート後の信号 (緑) の SN 比がオリジナルの信号 (黄色) に比べ 10dB 近く向上していることがわかります。さらに、データファイルのサイズは 512 分の 1 と劇的に小さくなっている一方で、対象となる周波数帯域内の重要な情報はすべて保持されています。データファイルが小さくなったことで、一般的な PC での保存、分析、表示が以前よりも容易にできるようになったのです。

今後、この新しい DDC 機能は、低価格な SCAPP パッケージの一部として提供されます。このソフトウェアパッケージは、新規または既存のスペクトラム社製デジタル製品を GPU カードと組み合わせる際に必要です。

### **スペクトラム・インスツルメンテーション社(Spectrum Instrumentation)について**

1989 年に創業したスペクトラム社(CEO 兼 創業者 Gisela Hassler)は、モジュラー設計を利用することでデジタル製品および波形発生器製品を PC カード (PCIe および PXIe) やスタンドアローンの Ethernet ユニット (LXI) として幅広く生み出しています。スペクトラム社は 30 年間に、トップブランドの業界リーダーやほとんどすべての一流大学を含む、世界中のお客様に製品をご利用いただいています。当社はドイツのハンブルク近郊に本社を構えており、5 年保証と設計エンジニアやローカルパートナーによる優れたサポートを提供しております。スペクトラム社の詳細については、[www.spectrum-instrumentation.com](http://www.spectrum-instrumentation.com) をご確認ください。