



岐阜大学 様

産業に役立つGPU高速化CAEへのチャレンジ

岐阜大学工学部数理デザイン工学科で教鞭をとる永井学志准教授。CAE (Computer Aided Engineering : コンピュータによって工業製品の設計・開発工程を支援するシステム。計算機支援工学)分野を専門とし、おもに固体材料、とりわけ機能性材料を中心とした計算力学/数値解析手法に取り組んでいる。

中でも、永井准教授が数値解析手法として得意とするのが有限要素法 (Finite Element Method : 略称は FEM) である。CAE と深く関わる有限要素法は 1950 年代の登場以来、長い年月の中で進化を重ね、現在ではモノづくりの設計・開発現場に欠かせない解析手法となっている。永井准教授は、この有限要素法に GPU コンピューティングを応用。シミュレーションの高精度化や設計の実務への応用に欠かせない「高速化」に向けて、多方面からアプローチを試みている。

大学時代は建築を学んだ一風変わった経歴の持ち主。縁あって CAE の世界へと足を踏み入れたが、以前からコンピューターには大きな関心があり、修士時代に GRAPE (元東京大学の杉本大一郎氏が開発したスーパーコンピューター) の話を耳にした時は、非常に心躍ったという。新技術に対する興味は当然 GPU コンピューティングにも向けられ、2007~2008 年以降の CUDA の広がりとともに自らの研究テーマに活用するようになった。

GPU コンピューティングに関する様々な試行錯誤の結果、永井准教授が導き出した現時点での意見は、「自分が従事している研究は、GPU コンピューティングが有効であるか否かのちょうど境界線。GPU による恩恵が上手くいく場合といかない場合がある」というもの。まずは GPU をどのような用途に適用したいのか、しっかりとしたターゲットングが大事だと話す。研究現場からの率直な意見を話していただいた。

私自身、ここまで GPU にのめり込むとは思っていませんでした

— GPU コンピューティングを研究に取り入れようと思ったのはいつ頃でしたか。

永井氏 : 2007 年頃だったと思います。私の東京工業大学大学院時代の後輩がセメントペーストの研究をやっており、「実験結果を計算したいので先輩が 10 年ほど前に提出した博士論文のコードを貸して下さい」と相談を受けたんです。その共同研究の申し出が契機となりました。ちょうど CUDA が出た直後ぐらいの話ですね。

元々ハードウェアが好きだし、アルゴリズムが好きだし、さらにその上のアウトプットとして出てくるプログラムも好きなのです。私自身、「GPU コンピューティングにとって興味深い環境が出てきたな」と思いながら動向を追っていましたから、GPU を使うにあたって、CUDA の存在は大きなものでした。論文の当時に組んだプログラムは古いですし、並列化もされていないので、結局はフルスクラッチでプログラムを組み直そうと思ったのです。うれしいことに CUDA には FFT (高速フーリエ変換) のライブラリも付属していたりしますから。今でもまだ敷居が高いのは事実なんですけど、C 言語の発展形でプログラムを書けるのは大きい。プログラ

ミングを専門にしている方にしてみれば、「CUDA によって飛躍的に簡単になりました、楽しいです」と感じられるわけです。

— 実際に活用されてみての感想はいかがでしょう。

永井氏 : 有限要素法では、高速になる部分もあります。私の研究分野だとギリギリ効果があるんですけども、逆にある意味で分水嶺みたいなところもありまして、非構造格子のために、データ構造を扱いにくい面があるのも事実です。今後、一般的な有限要素法に GPU コンピューティングを当てはめていこうとなった時に、データ構造をきちんとマネージングできるツールがあれば、みなさん一気に飛びつくのではないかと思います。

実際のところ、私もここまで GPU にのめり込むとは思っていませんでした。ハードウェアの進歩は非常に激しいので、計算工学の立場からするとハードウェアに依存してしまいたくないのが本音。ただ、GPU は性能を予測しやすい面もあり、アプリケーションやアルゴリズムがわかっている程度は読みやすいと私は考えています。



マルチ GPU に拡張して、ぐっと性能を上げていこうと考えています

——先生が研究している分野は民間企業の開発にも直結する部分が多いですが、企業から相談を受けることはありませんか。

永井氏：もともと私自身、企業と共同研究を行なっていることもあり、最近よく企業の方からも問い合わせをいただきます。GPU コンピューティングに関して私がいつもアドバイスするのは、「計算工学の専門家とだけでなく、情報工学の専門家とも組んで下さい」ということ。効果のあがる「高速化」のためには、ハードウェア上でプログラムがどのような動きをしているかをきちんと把握して技術検討ができるプログラミング寄りの専門家とのタッグも重要ですよ、とアドバイスしています。

一方、アプリケーション側の方には「自分の組んでいるプログラムが、どのようにデータを取扱っているかを認識されていますか？」と質問するようにしています。「少々端的な言い方ですが、FLOPS が計算できるなら、GPU を利用してもいいと思いますよ」と。アプリケーションの専門家であっても自分で FLOPS が計算できるのであれば、アルゴリズムとデータ構造を把握できていることになる。そこさえ把握できれば、情報工学の専門家と組むことできっと素晴らしい成果が生まれるのではないかと思います。

もう一つ、有限要素法などの非構造格子の解析手法に GPU を使いたいと相談を受けた時は「まず cuSPARSE (CUDA に付属するライブラリ) を使って下さい」とお勧めしています。アプリケーションの専門家が cuSPARSE に相当するものを自力で開発するのは大変に困難なのですが、そこはハードベンダーからチューニング済みの優れたラ

イブラリが無料で提供されていますので、それを利用するのが賢い選択です。cuSPARSE を利用するだけで、CPU に比較して 5 倍くらいは高速化しますからね。5 倍の高速化でも十分とするならば、cuSPARSE の導入自体はそんなに労力がかかるものではありませんから、投資対効果は非常に大きいと思います。

私自身については、研究者として最大限の高速化を追求しますので、労力に対して一桁から二桁ぐらいの高速化が実現しないと GPU を使う意味がないと感じています。ただし、純粋に GPU を手段として利用するユーザーからすれば、2 倍程度の高速化でも十分な場合もあります。つまり GPU コンピューティングを活用するにあたっては、「何をターゲットにするか」ということも非常に大事だと思います。

——現在は Tesla 2075 を導入されているそうですね。

永井氏：はい、Tesla 2075 を 1 基導入しています。ようやく価格が下がり 20 万円になりましたので。企業の方にとっては安いかもしれませんが、我々のように少ない研究費の中では値段の高い GPU にはなかなか手が出せません。そうした背景もあり、使うからには一桁程度は速度を向上したい。2 倍程度ではなかなか研究としてはインパクトがないですから。

実際、「VOXELCON」(イメージベース構造解析ソフトウェア)を開発・販売されているメーカーのくいと様に自分から申し出て、Tesla を組み込んだパソコンで VOXELCON の高速化を試してみました。結果は、既存のメモリ共有並列で行なっているものに対して 20 倍程度の高速化に成功したのです。私自身、10 倍は上がると予想していたんです

が、想像以上に速くなりましたね。

——なるほど、それは素晴らしい成果ですね。では、今後はどのような分野に GPU コンピューティングを活かしていきたいとお考えですか。

永井氏：今後は、弾塑性の分野に GPU を応用していきたいですね。アプローチにもよりますが、今考えているアルゴリズムだと、データ転送量がほとんど増えずに演算量だけが一桁上がるはずなんです。そうすれば Tesla の素晴らしい性能が生きてくる。私にとっては「性能が出てくるアプリケーションがやっ」と出てきた」という印象ですね。

今年、4 年生のうち 2 人が修士に進んでくれますので、彼らに GPU コンピューティングを続けてもらいます。今のマシンでシングル GPU からマルチ GPU に拡張して、ぐっと性能を上げていく予定です。これまで既に、GPU コンピューティングに関する学生は 3 人ほど育てているのですが、次はマルチ GPU にして弾塑性に展開したいと考えています。

Profile



永井 学志 氏
 国立大学法人 岐阜大学 工学部
 数理デザイン工学科 准教授 博士(工学)

MAS-XE5-Silent

MAS-XE5-Silentは、GPU専門メーカーG-DEPがGPUのヘビーユーザーであるアプリケーションISV様と共同開発したフラッグシップモデルです。intel SandyBridge Xeon 最大2基まで、NVIDIA Teslaは最大4枚まで搭載可能なこのモンスターマシンは、CPU冷却を水冷化し、遮音とエアフローのバランスを考えた静音アルミシャーシを採用することで、パフォーマンスだけでなく抜群の安定性と静粛性を実現しました。開発者の隣で使える、まさに究極のデスクサイドGPUワークステーションと呼べる1台です。

主な特徴

- 水冷冷却ユニット(CPU)と静音アルミシャーシで抜群の静粛性。居室(デスクサイド)での使用を可能にする低ノイズを実現。
- NVIDIA Teslaを最大4枚まで装着可能。国内唯一4枚のマルチGPU環境を実現できる水冷モデル ※
- 16コア/24スレッドを実現するXeon SandyBridge-EP (Romleyチップセット) を搭載。CPUでもGPUでも納得のパフォーマンスを実現最大搭載メモリ512GB、最大HDD/SSD搭載台数6基、infinibandオプションなど抜群の拡張性オンサイトサポート(出張修理)オプションも選べるG-DEPの安心サポート体制

※ 2012年4月現在



詳しい製品情報やカタログはこちら

<http://www.gdep.jp/>

NVIDIA認定 Tesla販売パートナー NVIDIA Tesla Preferred Partner

日本GPUコンピューティングパートナーシップ

<http://www.gdep.jp>

東京/〒113-0033 東京都文京区本郷7-3-1 東京大学アントレプレナープラザ3階
 仙台/〒981-3133 仙台市泉区泉中央3-26-1 泉セレクトビル4階 TEL 022-375-4050 sales@gdep.jp

- NVIDIA、NVIDIA/TESLAは、NVIDIA Corporationの登録商標です
- ELSA (エルサ) は、テクノロジージョイント株式会社の登録商標です
- G-DEP (ジーデップ) は日本GPUコンピューティングパートナーシップの登録商標です
- その他の商品名は各社の商標または登録商標です
- 仕様などは改良のため予告なしに変更されます
- 本カタログの掲載内容は2012年4月現在の情報です



2012.10