

家庭用ゲーム機を科学技術計算に駆使する



若 者

伊 野 文 彦*

Exploiting Consumer Game Machines for Scientific Computation

Key Words : Graphics Processing Unit, High Performance Computing

はじめに

ここ数年ほど、私は一般家庭にあるゲーム機を駆使した研究に取り組んでいる。こう書くと、けしからん奴だとか、それは研究ではなくてお遊びであろうという厳しい声が飛んできそうである。しかし、いたって真面目な研究である。より正確には、GPU (Graphics Processing Unit) を用いて、医用画像処理、流体シミュレーション、バイオや数値計算などの科学技術計算の高速化を試みている。本稿では、この試みを紹介するとともに、世界中の一般家庭を巻き込んだスーパーコンピューティング環境の実現に向けて意気込みを述べる。

GPUとは、グラフィックス処理の高速化を目的としたチップのことであり、決してCPUの誤植ではない。このチップは、任天堂のWii¹⁾ やソニーのプレイステーション3²⁾ などのゲーム機はもとより、普通のパソコンにも内蔵されていて、ディスプレイケーブルを辿って行きつく先のカード上に存在する。特に、ゲームや映画を始めとするエンターテイメント処理やコンピュータグラフィックス (CG) 処理を高速化するためのハイエンドカードは、高性能なGPUを搭載していて、熱烈なファンの間で争奪戦になるほどである。

なぜGPUなのか？世間にはIntel製やAMD製の

CPUを内蔵するパソコンが大量にあり、中には地球シミュレータ³⁾ のように巨大で世界最速を長らく守り続けたスーパーコンピュータ (スパコン) もある。GPUに着目する理由の一つは、その躍進を支える成長カーブにある。GPUは、CPUを超える速度で性能を向上していて、両者の理論性能は既に逆転している。例えば、nVIDIA社のGPUは単精度ながらも実測で330GFLOPS (1秒当たり3300億回の浮動小数点演算) を達成していて、この値はCPUよりも1桁ほど高い。また、この高速な演算器に対して迅速にデータを供給できるメモリ機構も備えている。

これらハードウェアの特長に加え、GPUが一般家庭に広く普及していて、そのユーザ層が比較的若い世代に支えられている点も特筆すべきである。極端な解釈をすれば、小学生でさえGPUを駆使して大量の計算を伴うソフトウェアを実行しているわけである。例えば、自動車のレーシングゲームであれば、車体の衝突シーンを現実感あるものにするために、その衝突を物理法則に基づいて実時間でシミュレーションしている。このように、今やGPUは最も家庭的で身近なスパコンとも言える。このことは、商業的にはもちろん情報科学や計算科学の将来を担う若い人材を発掘するためにも重要である。

想定外ならではの面白さと難しさ

GPUは性能の観点で魅力的なのだが、元来はCG処理に特化した演算器である。したがって、GPU上で科学技術計算を遂行するためには、CGの知識を駆使し、ゲームを作成するかのような作法でソフトウェアを開発する必要があった。例えば、木目などの模様の代わりに2次元行列を画像として格納したり、照明処理や陰影処理の計算式を行列積のもの



*Fumihiko INO

1975年2月生
大阪大学大学院情報科学研究科コンピュータサイエンス専攻博士後期課程修了 (2004年)

現在、大阪大学、大学院情報科学研究科コンピュータサイエンス専攻、助教、博士 (情報科学)、高性能計算

TEL : 06-6850-6597

FAX : 06-6850-6599

にすり替えるといった具合である。このように、CG処理のための道具をどのように科学技術計算に駆使すればよいかを考えてプログラムを開発する必要がある。つまり、道具を想定外の目的に使うところに面白さがあり、ここにアイデアの出どころもある。なお、現在はCGの知識を必要としない開発環境CUDA⁴⁾がnVIDIA社のGPUで利用でき、プログラマビリティも向上している。

一方、想定外ならではの弊害もある。例えば、GPUはCPUと比較して計算誤差が大きい。この理由は、その計算結果が本来はディスプレイに出力されるためと考えられる。つまり、CGの世界では視覚的に識別できない僅かな誤差はさほど大きな問題ではない。しかし、正確な計算結果を必要とする科学技術計算では、その誤差は無視できない。また、GPUは任意の計算を高速化できる万能ハードウェアではない。その得意とする計算はCGそのものであるが、それがゆえにいくつかの制約を計算に強いる。例えば、行列積のように、計算対象とする行列要素を独立に処理できる必要がある。また、GPUのメモリ機構は、CG処理において頻出する参照パターンに最適化されているため、その恩恵を引き出せるようデータ構造を工夫する必要がある。逆に言えば、下手なデータ参照はGPUの性能を引き出せない。実際に、手探り状態で取り組んだ初期の実装はCPU版よりも遅いほどであった。

一般家庭の巻き込みへ

一般に、昔ながらのスパコンは企業や大学などの研究機関に設置されていることが多い。一方、GPUはどこにあるのだろうか？もちろん研究機関にもGPUは存在するが、その多くは一般家庭にある。したがって、これらを巻き込んで性能のさらなる高みを目指すことは自然な発想である。インターネットを介して世界中のGPUをかき集め、これらを1台の仮想的なスパコンとして統合できれば、高い計算性能を科学者に提供できる。このような形態のスパコンをGPUグリッドと名付けて研究を進めている。

GPUグリッドは、広域に分散したGPUを計算資源とすることから、それらの間で頻繁かつ大量にデータをやりとりする計算には向かない。そのような

計算は、計算資源が密に結合された、昔ながらのスパコンが有用である。しかし、GPUグリッドの目的は性能の追求だけではない。科学者でない人々に科学技術計算へ参加してもらうことで、科学技術への関心を引き出すことも目論んでいる。例えば、一日30分ほどゲーム機に電源を入れておけば、生物学分野においてDNA配列の機能を解析できる。あるいは、近くの病院で実施される手術のためのシミュレーションに寄与できる。これらの実現は、昔ながらのスパコンでは政治的にも運営コストの点でも難しい。

このように、科学技術の進歩に直接関わることでできる仕組みを提供することが、さらに多くの計算資源の参加につながり、ひいては科学技術立国を支える将来の人的基盤を強固にできるのではないかと期待している。

おわりに

本稿では、科学技術計算をGPUにより高速化する試みについて紹介した。GPUは、画面表示のための部品に過ぎなかったが、汎用のアクセラレータとして使える可能性がある。また、世界中に埋められているGPUを掘り起こし、それらを仮想的に1台のスパコンとして動作させる試みを示した。

GPUが進む道は決して穏やかではない。Intel社のMany coreアーキテクチャを始め、次世代のCPUはGPUの影響を強く受けている。中には、ATI社のように会社そのものがCPUメーカーに取り込まれてしまうところもあり、両者の行きつく先は同一かもしれない。今後、どのようなスパコンが主流になるのかは定かではないが、確実に言えることは、その基礎となる並列分散アルゴリズムやそれに精通した人材育成の重要性である。

私の使命は、そのような人材を育成し、自身をこれまで育ててくれた社会へ恩返ししていくことである。また、日本はゲームの分野で長らく世界をリードしてきたが、大変残念なことに、それを科学技術計算に駆使する試みは米国発の流れである。今後は、単に専門性を高めるだけでなく、夢を持ってそのような流れを創造したい。

参考文献

- 1) <http://www.nintendo.co.jp/wii/>
- 2) <http://www.jp.playstation.com/ps3/>
- 3) <http://www.es.jamstec.go.jp/>
- 4) <http://developer.nvidia.com/cuda/>

