

ハードウェアアクセラレータ ~PhysX が変える Graphics の表現力~

千田 智治, 小林 賢二

Tomoharu SENDA, Kenji KOBAYASHI

1 はじめに

今日, 家庭用 PC の性能は数年前の Supercomputer の性能に追いつきつつある. PC の処理速度の向上にはパソコンを買い換えることが一番容易であるが, 経済的な負担が大きい. そこで, 処理能力に影響を与えるハードウェアに新たに取り付けることで性能を強化するハードウェアアクセラレータに注目が集まっている.

そこで本報告では, 様々な PC 周辺機器の処理速度を上げることができ, 応用性に富んだハードウェアアクセラレータの技術と次世代アクセラレータについて述べる.

2 ハードウェアアクセラレータ

パソコンの処理速度を向上し, 画面上の表示速度を高速にしたり, 表示できる色数を増やすことを可能にする装置をハードウェアアクセラレータという. コンピュータの一部の部品や機能を置き換えたり, ソフトウェアで行っていた処理をハードウェアで行うことで, 処理速度の高速化を行う. 本章では, CPU を高速なものに置き換える CPU アクセラレータと, Graphics 描画を高速化する Graphics アクセラレータ, CPU と Graphics 処理の両方を高速化し, 物理シミュレーションを可能にする物理エンジンアクセラレータについて述べる.

2.1 CPU アクセラレータ

CPU アクセラレータは, 現在の CPU の処理速度の向上を図ることができる付け替え型のマイクロプロセッサである. 搭載することにより, 元々設置されていた CPU に代わって新しい CPU が稼動する. これにより, 新たなハードウェアを購入するよりも廉価に CPU 性能を向上することができる. CPU アクセラレータは, CPU をより高速な新しいものに置き換える装置である Over Drive Processor が使えないパソコンに用いることでパソコンに特別な改造を加えることなくクロックを 2~4 倍にクロックアップすることが可能である.

2.2 Graphics アクセラレータ

Graphics アクセラレータは, CPU が行う Graphics 描画処理を高速に代行することで, CPU の負荷を軽減することが可能な拡張カードである. Graphics アクセラレータがない場合, 一本の線を引くだけでも, 始点と終点の座標からピクセルパターンに展開してそれをビデ

オメモリに転送するという全ての描画処理を CPU が行わなければならない, 負荷が増大し, 演算・描画速度が遅くなるという問題が起こる. Graphics アクセラレータを用いることで CPU はポリゴンの頂点の計算や命令を送るだけで済み, Graphics アクセラレータが描画処理を行うため, CPU の負荷は軽減される. Graphics アクセラレータには, ソケットに挿入するものや基板として取り付けるものがあり, 新たにパソコンを購入するよりも経済的に性能強化ができる.

2.3 物理エンジンアクセラレータ

2.3.1 PhysX

Graphics のクオリティが上がり, 物体の動きまでリアルな表現を求められるようになった. しかし, 物体の動きを計算する物理シミュレーションはリアリティに対する効果は大きい, 演算負荷が高く汎用 CPU では実現が困難だった. そこで, 解決策として汎用 CPU ではなく, 物理シミュレーションに特化した Physics Processing Unit (PPU) が開発されることになった. PPU という世界初の物理エンジンアクセラレータチップの PhysX は, 物理的な相互作用のハードウェアアクセラレーションを効率的に実現し, CPU や GPU の負担を軽減することが可能である. 3D Graphics 処理において, CPU の処理量を減らすために Graphics Processing Unit (GPU) が登場したように, よりリアルで複雑なリアルタイムの Graphics 処理が求められる中で, PhysX は物理処理だけを専門に行い, CPU や GPU をサポートする.

PhysX の能力は爆発や衝突のほか, 凹凸やつなぎ目のあるキャラクターの動き, オブジェクト周囲の煙や霧, 水の流れや風にはためく布など, 様々なシーンで超並列計算の処理の効果を発揮する. PhysX の仕組みを Fig. 1 に示す.

Fig. 1 のように, 並列計算機の中でそれぞれが更に並列計算を行うことで莫大な計算を行うことを可能にしている. 物理演算に特化していることにより, 応用分野としては流体物理, フライトシミュレーションなどにおいても有効であると考えられている.

2.3.2 PhysX のテクノロジー

PhysX の核となるテクノロジーは 2 つある.

1 つ目は, チップ内とチップ外での大量の計算データ

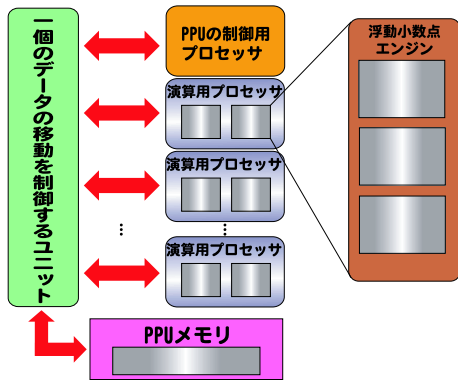


Fig. 1 PhysXの仕組み (出典：自作)

の高速伝送方式である。ソフトウェア演算と比べて約100倍の速さであり、トランジスタ数は1億2,500万、PhysXチップ内部のバス帯域は256GB/secである。これは現在最も高速なビデオメモリと多ビットメモリインターフェイスを採用したGPUでも50GB/sec前後であることを考慮すると、非常に広い帯域を有していることがわかる。

2つ目が、SIMDである。SIMDとは1つの命令で、複数のデータを同時に処理する浮動小数演算処理装置であり、このSIMDを複数束ねたものがPhysXのコア部分に搭載されている。衝突検出と力学計算を並列に処理することが可能となり、複雑な計算を高速に処理できるようになる。一般に物理シミュレーション用の形状モデルはGraphicsの3Dモデルの数分の1から数十分の1の頂点数で済むため、多量の物理衝突形状モデルを取り扱うにしても、Graphicsほどメモリを占有しない。そのため、他の作業に処理を割くことができ、全体的な処理の高速化を可能にする。

3 今後の展望

浮動小数点演算ユニットを備え、内部メモリを個別に制御する膨大な並列エンジンPhysXの性能にいち早く目をつけて、このテクノロジーを取り入れようと動き出しているのがゲーム業界である。ゲーム業界は、3D Graphicsのクオリティが年々上がり、Graphicsが非常にフォトリアリスティックになっているのに対し、これに見合う技術がついてきていなかった。Graphicsのリアリティに見合う技術を実装していくべきだと考えられていた時に登場したのがPhysXである。

ゲームでいうPhysXとは3Dオブジェクトの運動物理をリアルタイムにシミュレートすることであり、3D空間の中の様々なオブジェクトが物理法則に従って運動しているように見せる。これまでは物理シミュレーションにパワーを割くほどCPUパワーに余裕がなかったが、マルチコア時代ではその要求に耐えうるコンピューティングパワーがPhysXにはある。PhysXは物理処理を並列

計算することによりゲームの処理能力を上げ、表現力を豊かにしている。Fig. 2にこの処理のイメージを示す。

現在のところ、PhysXに対応したゲーム製品はまだ出荷されていない。しかし、プレイステーション3の開発用ミドルウェアにPhysXテクノロジーが仲間入りを果たしたことを考えれば、次世代のPCゲームにおいては標準的なものになっていくだろう。また、今年の年末にはGPU + PPUという新たな選択肢が加わり、更にGraphicsを高速に処理し、表現力を上げたゲーム機が発売されると考えられる。Xbox 360やプレイステーション3、最新PCといったマルチコアプロセッサを複数搭載する次世代ゲームプラットフォームにおいて、いかに効率的な物理シミュレーションとそれに基づいたゲームを実現していくかが課題となる。

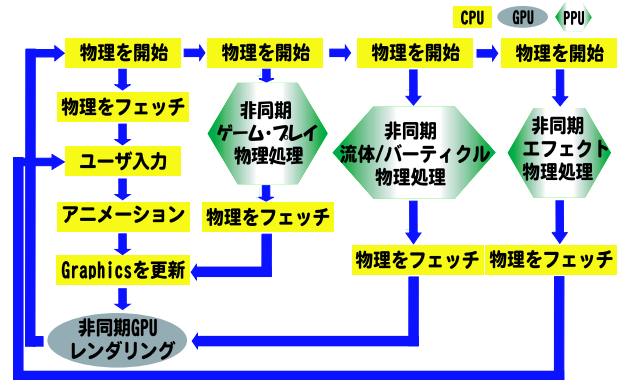


Fig. 2 ゲームの物理処理 (出典：自作)

4 まとめ

PhysXでは、超並列構造の演算プロセッサで物理処理を専門に行うことで、処理時間の高速化を可能にする。このようにアクセラレータはその性能を上げ、今までにない方向へと進化している。GPUによってCPUの負担が大幅に少なくなったが、PPUによってCPUの処理を行う仕事が更に減少する。そのためCPUは効率的に多くの処理を行うことができる。これからCPU、GPUに次ぐ第3のプロセッサとして、二つの性能のハイブリッドであるPPUが一般化するのかが注目される。

年々クオリティの上がるゲームの分野では、Graphicsで複雑な表現を可能にするPhysXはその能力を遺憾なく発揮する。PhysXはゲームが物理シミュレーションを活用していける環境を整え、より多くのゲームが高度な物理処理を搭載する世界を拓いていく基本技術になっていくと考えられる。また、Graphics分野だけでなく、航空や宇宙の様な並列計算を必要とする分野においても効果を発揮するだろう。

参考文献

- 1) <http://pc.watch.impress.co.jp/docs/2006/0412/kaigai260.htm>
- 2) <http://www.watch.impress.co.jp/game/docs/20050831/cedec1.htm>
- 3) <http://blog.so-net.ne.jp/pcgame/2005-06-15>
- 4) <http://www.watch.impress.co.jp/game/docs/20060325/physx.htm>