

低コスト・省電力・低フットプリントを実現する アクセラレータ活用技術

石坂 一久 竹中 崇 森吉 達治

要旨

社会インフラの高度化を支えるクラウド基盤には、実世界から収集した映像、画像、音声、センサデータなどの大量のデータを高速・低遅延に解析して、タイムリーに実世界にフィードバックすることが求められます。しかしながら、多数の汎用サーバで分散処理する従来のアプローチには、機器コスト、消費電力、設置スペースが大きくなるという課題があります。本稿では、大量データの高度な分析処理が求められるクラウド基盤の低コスト・省電力・低フットプリントを実現するアクセラレータ活用技術と、今後の取り組みについて紹介します。



アクセラレータ/メニーコア/FPGA/スケジューリング/CyberWorkBench/SQL

1. はじめに

近年、安全・安心な社会を実現するため、あるいは日常生活をより豊かにするために、ICTのサポートによる社会インフラの高度化が求められています。例えば、パブリックセーフティ、インフラ状態監視、障害予兆検知、事故予防といった多様な社会ソリューションでのICTの貢献が期待されています。

社会インフラの高度化を支えるクラウド基盤には、実世界から収集した映像、画像、音声、センサデータなどの複雑な解析が必要とされるデータを大量に処理することが求められます。更に、解析結果をタイムリーに実世界にフィードバックするため、高速・低遅延に処理を完了する必要があります。

本稿では、大量データの高速・低遅延な解析処理を、低コスト・省電力・低フットプリントで実現するアクセラレータ活用技術について紹介します。

2. データ解析におけるアクセラレータ活用

大量のデータ解析を通常のサーバの汎用CPUで処理するためには多数のサーバが必要となり、機器コストや消費電力、設置スペース（フットプリント）が膨らみます。ICTシ

ステムの低コスト化、省電力化は企業の競争力強化にとっては避けられない問題であり、社会的な要請も大きいものです。また、多数のサーバで分散処理すると、サーバ間の通信や外部とのデータ入出力に要する時間のために、遅延時間が増加することも問題となります。

そこで、適した処理であれば汎用CPUより遥かに高い価格性能比、電力性能比で処理可能なアクセラレータを活用する取り組みが注目されています。アクセラレータとしては、数十～数百以上の多数のプロセッサコアを1チップに集積して並列処理により高い性能を発揮するメニーコアコプロセッサ/GPUや、専用ハードウェアに近い高速処理とソフトウェアの柔軟性を併せ持つField Programmable Gate Array (FPGA) などがあります。アクセラレータを搭載して個々のサーバの解析処理能力を強化することで、必要な処理をより少ない台数のサーバで実行可能となり、コスト、電力、フットプリント、遅延を改善できます。

しかし、アクセラレータは汎用CPUとは構造・性質が大きく異なるため、クラウド基盤で活用するためには従来は無かった下記の課題を解決する必要があります。

- ・汎用CPUとメニーコアコプロセッサなど性質の異なるプロセッサが混在するシステム全体の性能最大化

- ・アクセラレータ追加によって複雑化するソフトウェアの開発・設計生産性の向上

以下では、これらの課題に対するNECの取り組みについて述べます。

3. メニーコアプロセッサの活用技術

メニーコアプロセッサの1つであるインテル Xeon Phi コプロセッサ¹⁾(以下、Xeon Phi) は、High Performance Computing (HPC) 分野を中心にアクセラレータとして利用が進み始めています。Xeon Phiは、一般的なサーバの汎用CPUと同じx86アーキテクチャベースのプロセッサコアを60個以上備えたメニーコアプロセッサ(以下、メニーコア)であり、同程度の消費電力の汎用CPUに対して、数倍の処理性能を持つ省電力性に優れたプロセッサです。また、Xeon Phiはサーバの拡張スロットに搭載可能であり、サーバを増やすよりも高密度に性能を向上させることができ、サーバ設置面積が限られた用途にも適した低フットプリントのプロセッサです。

従来アクセラレータは、プログラム中の特定の処理を高速に実行する用途に利用されてきました。しかしながら、システムの性能を最大限に利用するためには、アクセラレータとホストプロセッサ(CPU)の両者を十分に利用することが重要となります。Xeon Phiは、CPUとソースコードが互換であり、CPUとプログラムを共通化できます。この特徴を利用し、処理をCPUやメニーコアに固定するのではなく、柔軟に両者を利用することで、システム全体の性能を高め、総合的な低コスト化を実現する技術を開発しました。

3.1 オフロードスケジューリング

複数のプログラムが処理をメニーコアにオフロードする場合に、メニーコアの負荷がボトルネックとなり、CPUに空き時間が発生し、システム全体の性能を十分に使えないという問題が起こる場合があります(図1 a)。

この問題を解決するため、弊社はオフロードスケジューリング技術²⁾を開発しました。本技術の特徴は、プログラムがオフロードを行う際に、オフロード実行部分をメニーコアで実行するか、CPU上で実行するかを負荷状況から動的に決定する点にあります。メニーコアがビジーの場合は、図1 bのように、オフロード部をCPU上で実行することによって、トータルのプロセッサ利用効率を向上させます。

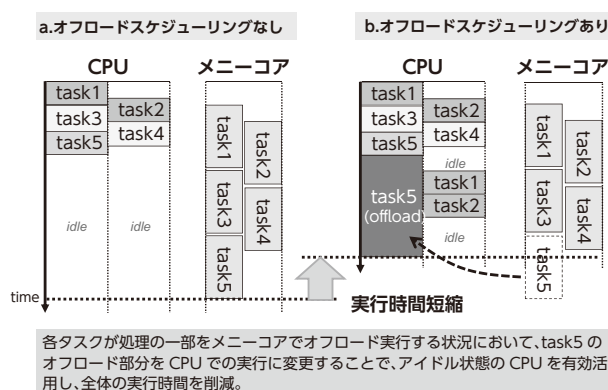


図1 オフロードスケジューリング技術

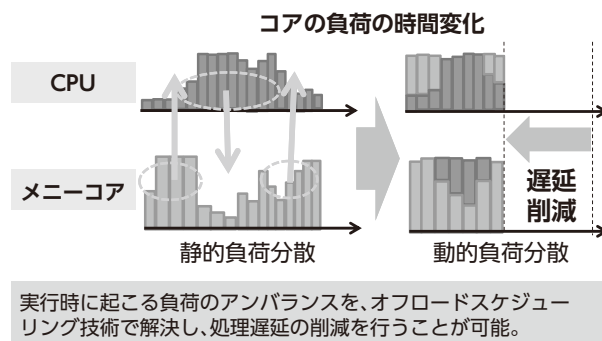


図2 CPUとメニーコア間の動的負荷分散

このような技術を用いると、図2に示すようにCPUとメニーコアの負荷をバランスさせることで、トータルの実行時間を削減することができます。

3.2 バーチャルパイプライン実行モデル

オフロード実行では、図3 aのように特定の処理をメニーコアで実行しますが、これはアプリケーションによっては効率的ではありません。

例えば、複数枚の画像を用いて解像度を高める超解像処理など、カメラから入力される映像に対して複数種類の画像処理を一連として適用するような処理において、個々の画像処理の単位でCPUまたはメニーコアに割り当てると、両者の負荷バランスを取るためには、各画像処理の処理量を考慮して、CPU処理部とメニーコア処理部を注意深く分割する必要があります。これは、パラメータ変更により各画像処理の計算量が変更になった場合や、新しい画像処理を加える場合には、再開発が必要となるため非効率です。

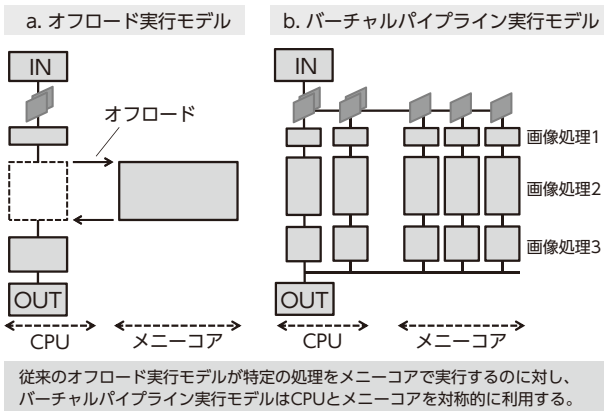
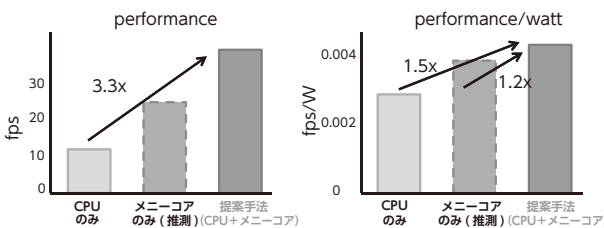


図3 パーチャルパイプライン実行モデル



提案手法ではCPUとメモリーコアの両者を十分に活用することができ、従来困難だったリアルタイム処理(30 frames per second)を達成。また、CPUやメモリーコア単体よりも電力性能効率が優れている。

図4 パーチャルパイプライン実行モデルを用いた超解像処理の性能

そこで、図3 bのように一連の画像処理をひとまとめのパイプラインとして、各プロセッサに複数のパイプラインを割り当て、仮想的に1つのパイプラインに見せるパーチャルパイプライン実行モデル³⁾を開発しました。本方式では、それぞれのパイプラインに流す画像のフレーム数を変更することで負荷バランスを調整でき柔軟です。

本実行モデルを用いて、超解像処理をメモリーコアサーバで実行した場合の性能と、消費電力当たりの性能を図4に示します。本実行モデルにより、CPUとメモリーコアの両者の能力をほぼ100%利用することができ、CPUのみ、またはメモリーコアのみを利用した場合よりも、高い性能と消費電力効率を得られることが確認できます。

4. FPGAの活用技術

汎用CPU、メモリーコア/GPUに次ぐ、第3のコンピューティングデバイスとしてFPGAが注目を集めています。FPGAと

は、超並列処理可能なハードウェアと、処理の変更(書き換え)が可能なソフトウェアの両方の性質を持つプログラマブルICです。低遅延性、処理時間の確定性、専用演算処理性能、低消費電力性に特徴があります。

従来FPGAは、主にカスタムLSIの代替として利用されてきました。例えば、カスタムLSIの試作への利用や、デジタル家電などの低消費電力が必要な組み込みシステム、高速な信号処理が必要な携帯電話の基地局に活用されていました。

一方で最近では、その低遅延性や低消費電力性(性能電力比)からデータセンターやクラウド基盤としての活用が注目を集めています。例えば、ミリ秒単位の低遅延性が必要とされる証券取引業務の高速化への活用や、大規模データセンターによるサーチエンジンの高効率化に利用されているという報告もなされています。

しかしながら、FPGAをクラウド基盤として活用するには、その設計生産性の低さに課題があります。FPGAの論理設計(プログラミング)は、専用の言語(ハードウェア記述言語;VHDLやVerilog-HDLが代表的)で、低い抽象度でハードウェアを意識して(まるでアセンブラを書くように)行う必要があるため、専門のハードウェア設計者が数週間から数か月をかけて行う必要がありました。

そこで弊社では、FPGAの持つ高速処理・低遅延性と設計生産性を両立させる設計技術の研究開発を進めています。例えば、CyberWorkBenchという設計ツールにより、ソフトウェア設計者がアルゴリズムを記述するうえで最も一般的な言語の1つであるC言語でFPGAの論理設計(プログラミング)を行うことができます。また、Internet of Things (IoT)時代の到来で爆発的に増加が見込まれるセンサデータなどから、有意義な情報を抽出する「複合イベント処理」で広く利用されているSQLを用いて、高速な回路をFPGA上に設計することを可能とする技術の研究開発も行っています⁴⁾。本技術により、ハードウェア設計の知識を持たないデータ分析担当者でも、使い慣れたSQLを用いた数時間程度の開発で、FPGAを活用した処理高速化を利用することができます。

5. おまわり

以上、大量データの高度な分析処理が求められるクラウド基盤の低コスト・省電力・低フットプリントを実現するアクセラレータ活用技術について紹介しました。今後、処理デー

タ量の増大と複雑化、解析処理の高度化のニーズはますます高まると考えられ、多様な要求に適材適所に対応する最適アクセラレータ適用技術や、得意領域の異なる異種アクセラレータの連携技術の開発を進め、ICTのサポートによる社会インフラの高度化に貢献していきます。

* インテル、Xeon Phiは、アメリカ合衆国および/またはその他の国におけるIntel Corporationの商標です。

参考文献

- 1) Intel Corporation : Intel Xeon Phi Coprocessor Datasheet, November 2012, reference number328209-001EN
- 2) 宮本 孝道, 石坂 一久, 細見 岳生 : Xeon Phi搭載システムの稼働率向上のためのマルチタスクオフロードスケジューラ, 第25回コンピュータシステム・シンポジウム (ComSys2013), 2013.12
- 3) K. Ishizaka, et al. : Power Efficient Realtime Super Resolution by Virtual Pipeline Technique on a Server with Manycore Coprocessors, CoolChips XVI, 2014.4
- 4) T. Takenaka, M. Takagi, and H. Inoue : A Scalable Complex Event Processing Framework For Combination of SQL-based Continuous Queries and C/C++ Functions, IEEE International Conf. on Field Programmable Logic and Applications, pp.237-242, 2012.8

執筆者プロフィール

石坂 一久

グリーンプラットフォーム研究所
主任

竹中 崇

グリーンプラットフォーム研究所
主任研究員

森吉 達治

グリーンプラットフォーム研究所
主任研究員

関連 URL

NEC、ビッグデータ向けに世界最速レベルのリアルタイム処理を実現するソフトウェア技術を開発

http://jpn.nec.com/press/201312/20131203_02.html

NEC、ビッグデータ処理の高速化を実現するハードウェアを従来比 1/50 の期間で設計できる技術を開発

～ システムを停止せずに処理内容を変更可能 ～

http://jpn.nec.com/press/201208/20120831_01.html

ASIC・FPGA設計向けC言語ベース高位合成ツール CyberWorkBench

<http://jpn.nec.com/cyberworkbench/>

NEC 技報のご案内

NEC 技報の論文をご覧くださいありがとうございます。
ご興味がありましたら、関連する他の論文もご覧ください。

NEC技報WEBサイトはこちら

NEC技報(日本語)

NEC Technical Journal(英語)

Vol.67 No.2 ICTシステムを担うこれからのクラウド基盤特集

ICTシステムを担うこれからのクラウド基盤特集よせて
NECのクラウド基盤への取り組み

◇ 特集論文

NEC C&Cクラウド基盤 NEC Cloud IaaSのサービス

マルチ環境統合を実現するポータルサービス
多用途環境に対応するハイブリッド型サーバサービス
多様なネットワーク環境を提供するネットワークサービス
内部統制手法を活用した堅牢なセキュリティサービス
クラウド基盤を支えるデータセンターサービス

NEC C&Cクラウド基盤を支える製品、最新技術

運用の自動化によりトータルコストを最適化する [WebSAM vDC Automation]
運用自動化により効率的な管理を実現する統合運用管理基盤
データセンターのTCO削減に貢献するマイクロモジュラーサーバ及び相変化冷却機構
クラウド環境に適した高信頼基盤を提供する iStorage M5000
データ保存に最適な、優れた圧縮効率と高速性を両立する iStorage HSシリーズ
大規模データセンターの管理自動化をサポートする SDN対応製品 UNIVERGE PFシリーズ
省電力を実現する相変化冷却技術・熱輸送技術

NEC C&Cクラウド基盤の将来技術

低コスト・省電力・低フットプリントを実現するアクセラレータ活用技術
スケールアップにより多種多様なコンピューティングを実現する Resource Disaggregated Platform
クラウド環境を対象にしたモデルベース設計支援技術
モデルベースでのサイジングと構成管理によりクラウド上のSIを効率化するクラウド型SI
ビッグデータ分析とクラウド ～異常を見抜くインバリアント分析技術～

導入事例

クラウドで遠隔監視保守システムの安定稼働を実現 全国約1,100基のタワーパークの安全を支える
ビジネスの中核を担うシステムを NEC Cloud IaaSへ移行 NECのトータルサポート力を評価
クラウド基盤サービスでグループのIT環境を共通化 ITガバナンスのさらなる強化を目指す

◇ NEC Information

C&Cユーザーフォーラム &iExpo2014

Orchestrating a brighter world 世界の想いを、未来へつなげる。

基調講演
展示会報告

NEWS

2014年度C&C賞表彰式典開催



Vol.67 No.2
(2015年3月)

特集TOP