

# 運用中の GPU ロジック再構成の検討

## Study of GPU reconfiguration during service operation

山登庸次

Yoji Yamato

日本電信電話（株） ネットワークサービスシステム研究所  
Network Service Systems Laboratories, NTT Corporation

### 1. はじめに

近年、IoT[1]-[4]等新領域で、FPGA 等ヘテロハード利用が増えているが、活用には壁が高い。私は、環境に合わせて、コード変換、配置等を自動で行い高性能に動作させる、環境適応ソフトウェアを提案し[5]-[7]、変換等取組んできた。

しかし、現在までの検討は、運用開始前にコードを分析して変換等の適応処理をし運用開始できるが、運用開始後の利用特性変化等に応じて、環境適応することはできない。

本稿では、環境適応ソフトウェアの要素として運用開始前だけでなく、開始後に、オフロードロジックを再構成することで変化に対応するための、運用中再構成を検討する。再構成対象として、本稿は GPU ロジックを狙いとす。

### 2. GPU 再構成理由

著者は、以前に環境適応ソフトウェアを提案し、その全体像と要素技術を検証してきた。

全体像として、運用開始前にまず、ユーザが指定したアプリケーションを、分析し、コードの変換、リソース量の調整、配置場所の調整、検証を行ったのち、運用を開始する。次に、運用開始後に、利用特性等を分析して、必要な再構成を行う。再構成の対象は、運用開始前と同様である。

要素技術として、GPU や FPGA への変換等も検証してきた。GPU の際は、遺伝的アルゴリズムにより、GPU 処理可能なループ文を対象に組合せを施行し、for 文を遺伝子長に 20 世代程度の測定を繰り返して、高速なパターンを探した。さらに、CPU と GPU のデータ転送を抑えるために、ネストループ文で使われる変数をできるだけ上位ループで転送するアイデアを提案した。2 つを主なアイデアに自動高速化を行っている。FPGA では、ループ文を絞り込んでから性能測定を行い探索の自動化をしている。

現状を整理する。私は環境適応ソフトウェアを提案し、ループ文等の GPU や FPGA 自動オフロード方式を検証しているが運用開始前の話で、運用開始後の再構成については検討がされていない。そのため、本稿では、GPU オフロードロジックの、利用特性に応じた再構成の方式を対象とする。利用特性に応じて GPU ロジックを再構成する例は、商用クラウドでも例がなく、GPU は市場も FPGA に比べて大きく効果大のため、GPU ロジックを対象とする。

### 3. 運用中 GPU 再構成検討

以前提案方式で、GPU に自動オフロードができる。商用環境での実際の性能と価格を確認し、ユーザはオフロードアプリケーションを利用開始する。ただし、運用開始前オフロードで用いる、性能最適化用テストケースは、想定利用データであり、実利用データから離れる可能性がある。

本節では、運用開始後の利用形態が、最初の想定と異な

り、GPU には別ロジックをオフロードした方が性能が向上する等の場合に、GPU ロジック再構成を検討する。再構成は、異なるループ文オフロードに変える場合もあれば、異なるアプリケーションオフロードに変える場合もある。

GPU ロジック再構成は、実行 OpenACC を変える必要があるが、やり方は複数ある。まず、実行マシンで、再構成前 OpenACC を停止し、再構成後 OpenACC を起動するやり方がある。OpenACC 停止、起動は短時間で、断時間も秒のオーダーである。次に、再構成後 OpenACC を実行するマシン自体を新たに構築し、再構成前 OpenACC 処理が全て終わった等で新しいリクエストは新マシンにルーティングを切替、旧マシンはその後停止するやり方がある。ルーティング切替は短時間で、断時間はほぼない。ユーザ影響度によって、やり方は選択すればよいが、どちらでも若干断時間が発生することや、別ロジックへの変更は動作確認試験が必要なことから、頻繁に再構成すべきとは考えておらず、効果が閾値以上の場合だけ提案する等制限を設ける。

検討する再構成は、一定期間のリクエスト分析から始まる。現在オフロードしているアプリケーションより処理負荷が高いものがあるか把握する。処理負荷が高いアプリケーションを、実利用データを使って、GPU オフロードの高速パターン抽出を検証環境で行う。新しいオフロードパターンが現在より改善するかを閾値で確認する。閾値を上回る際は、再構成を提案する。ユーザ了承後、商用環境を再構成するが、ユーザの許容できる方法で再構成を行う。

### 4. まとめ

運用開始後に、利用特性に応じて、適切な GPU ロジックに運用中に再構成する、運用中 GPU 再構成方式を提案した。NVIDIA GeForce GPU を用いて、動作検証している。

### 参考文献

- [1] Y. Yamato, "Experiments of posture estimation on vehicles using wearable acceleration sensors," IEEE BigDataSecurity 2017, pp.14-17, May 2017.
- [2] H. Noguchi, et al., "Distributed Search Architecture for Object Tracking in the Internet of Things," IEEE Access, DOI: 10.1109/ACCESS.2018.2875734, Oct. 2018.
- [3] Y. Yamato, et al., "Analyzing Machine Noise for Real Time Maintenance," ICGIP 2016, Oct. 2016.
- [4] H. Noguchi, et al., "Autonomous Device Identification Architecture for Internet of Things," IEEE WF-IoT 2018, pp.407-411, Feb. 2018.
- [5] Y. Yamato, "Study and Evaluation of Improved Automatic GPU Offloading Method," Int. J. Parallel Emergent Distrib. Syst., Taylor and Francis, June 2021.
- [6] Y. Yamato, "Proposal of Optimum Application Deployment Technology for Heterogeneous IaaS Cloud," WCSE 2016, 2016.
- [7] Y. Yamato, "Study and Evaluation of Automatic GPU Offloading Method from Various Language Applications," Int. J. Parallel Emergent Distrib. Syst., Taylor and Francis, Sep. 2021.