

# 環境適応ソフトウェアの実行場所変更の検討

## Study of application location change after service launch

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、GPU 等へ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、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てきており[5]-[7]、GPU 等への変換やエッジへの自動配置等に取組んできた。

しかし、現在までの検討は、サービス運用開始前にコードを分析して GPU 等へ変換し、エッジ等に配置して、価格や性能を改善して運用開始できるが、運用開始後の他者利用動向等に応じて、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新たな要素として運用開始前だけでなく、開始後に、配置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。環境適応の再構成対象はオフロードコード、処理リソース量等多種あるが、本稿は配置先をターゲットとする。

### 2. 初期配置手法と再構成必要性

CPU, GPU, FPGA のリソースが、クラウド[8][9]、キャリアエッジ、ユーザエッジ 3 層に分散されている状況を想定する。現在、ユーザ応答時間要求や価格要求を満たす配置計算のため、線形計画手法により、ユーザがアプリを配置依頼した際の、変換後アプリの応答時間と価格を定式化して（下式等）、どちらかを目的関数に最小化する方法を提案している。提案方式を用いて、複数種アプリを想定して 1000 アプリの配置最適化を GLPK5.0 にてシミュレーションし、提案方式の有効性を確認している。

しかし、提案方式は、ユーザ個別の応答時間や価格要求に従い、アプリを配置していくため、早い者勝ちとなり、例えば安さ優先の要求条件ばかりの場合クラウドが、速さ優先の要求条件ばかりの場合エッジが埋まってしまい、埋まった後は別サーバへの配置が必要になってくる。そこで、早い者勝ちの配置を緩和するため、運用開始前だけでなく運用開始後の配置再構成が必要である。

$$R_k = \sum_{i \in Device} (A_{i,k}^d \cdot B_{i,k}^p) + \sum_{j \in Link} (A_{j,k}^l \cdot \frac{C_k}{B_k})$$
$$\sum_{i \in Device} a_i (\frac{A_{i,k}^d \cdot B_k^d}{C_i^d}) + \sum_{j \in Link} b_j (\frac{A_{j,k}^l \cdot B_k^l}{C_j^l}) \leq P_k$$

式 1：配置計算線形計画式（ $R_k$ ：応答時間、 $P_k$ ：価格等）

### 3. 配置の再構成手法

再構成では、一定数のアプリ配置毎（100 アプリ等）に、複数ユーザの当初要求条件を勘案して、配置再構成を試行計算することで、応答時間や価格の再構成での変化により定まる全体ユーザの満足度を向上させる。再構成の試行計算の結果、全体満足度が一定の閾値を超える等、再構成の

効果が高い場合のみ、再構成が行われる。実際の再構成は、アプリ実行サーバの変更が必要となるため、ライブマイグレーション等を用いて、影響を抑えて行う。

個別ユーザの満足度に関連する点は初期配置で応答時間と価格に関連する点が 1+1 の 2 点として、再構成後に応答時間が X 倍になったら X が応答時間満足度に関連する点、価格が Y 倍になったら Y が価格満足度に関連する点とする。再構成計算の目的関数は、再構成対象アプリを保持するユーザの満足度に関連する点の総計であり、実際に再構成計算される複数アプリに対して目的関数として、 $\Sigma(X+Y)$  を最小化する配置解をソルバで計算する。

シミュレーションでは幾つか考慮が必要である。まず、 $\Sigma$  で合計する数は、一定数のアプリに紐づく数である。ソルバ計算時間は、再構成計算するアプリの数が増えると増大する。そのため、アプリ一定数の設定は可変で実装することとし、再構成計算するアプリ数は、GLPK の実際の計算時間に応じてサイズを調整する。また、再構成では複数アプリのユーザ満足度関連値総和が目的関数となり、個別アプリの応答時間や価格は目的関数から外れる。そのため、ユーザは二つ両方を使って要求できるようにする等のユーザ要求の反映がよりできる手法で行う。

### 4. まとめ

環境適応ソフトウェアにて、運用開始後の配置の再構成を検討した。ソルバ GLPK を用いて、最適配置計算を行い、ユーザ満足度変化を見て提案方式を評価する。

### 参考文献

- [1] Y. Yamato, et al., "Security Camera Movie and ERP Data Matching System to Prevent Theft," IEEE CCNC 2017, pp.1021-1022, Jan. 2017.
- [2] Y. Yamato, et al., "Analyzing Machine Noise for Real Time Maintenance," ICGIP 2016, Oct. 2016.
- [3] Y. Yamato, "Experiments of posture estimation on vehicles using wearable acceleration sensors," IEEE BigDataSecurity 2017, pp.14-17, May 2017.
- [4] Y. Yamato, "Proposal of Vital Data Analysis Platform using Wearable Sensor," ICIAE 2017, pp.138-143, Mar. 2017.
- [5] Y. Yamato, "Study of parallel processing area extraction and data transfer number reduction for automatic GPU offloading of IoT applications," J. Intell. Inf. Syst., Springer, 2019.
- [6] 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.
- [7] Y. Yamato, "Study and Evaluation of Improved Automatic GPU Offloading Method," Int. J. Parallel Emergent Distrib. Syst., Taylor and Francis, June 2021.
- [8] Y. Yamato, "Proposal of Optimum Application Deployment Technology for Heterogeneous IaaS Cloud," WCSE 2016, 2016.
- [9] Y. Yamato, "Automatic system test technology of virtual machine software patch on IaaS cloud," IEEEJ Transactions on Electrical and Electronic Engineering, Vol.10, pp.165-167, 2015.