

## 2018年度若手研究者共同研究プロジェクト実施報告書

法政大学総長 殿

以下のとおり研究実施報告書を提出します。

基 本 情 報	研究課題名： 大規模分散システムのエコモデルの研究
	研究代表者 氏名： ディラワリ ドリクン
	(在籍者) 研究科・専攻・学年： (修了者) 所属・職種： 理工学部・PD (JSPS PD)
	指導教員(所属・職・氏名)： (※在籍者のみ記入)
	共同研究者(所属・職・氏名)： 理工学部・教授・滝沢 誠 (※指導教員と同人の場合は記入不要)
	その他 研究分担者：
	研究期間： 2018年度 ～ 2018年度 (※研究修了年度を記載)
年 間 の 研 究 実 施 概 要	<p>※研究計画の進捗状況を中心に今年度の研究実施状況を記載してください。</p> <p>COP21、パリ協定等で議論されているように、地球温暖化防止が地球規模で喫緊の課題となっている。現在の情報システムの中核となっているIoT(Internet of Things)では、コンピュータに加えて、センサ等のような情報通信機能を有した「もの」ノードが相互接続された大規模なものとなってきており、これらのノード全体で消費される電力も大量なものとなっている。これまでに、情報システムで消費される電力を低減するために、低消費電力CPU等のハードウェアデバイス、アーキテクチャがインテル社等で研究開発され、コンピュータの低電力化が進んでいる。これらに対して、本研究ではCPU等の個々のハードウェアデバイスの消費電力を考えるのではなく、アプリケーション・プロセス(以降、プロセスとする)を実行したときにコンピュータ全体で消費される電力をソフトウェアの観点から考える「マクロレベル方法論」を提案してきている。</p> <p>本研究では、Linux サーバ上の仮想マシン(virtual machine)を用いて、プロセス移行方式を実装し、複数のサーバを用いて実験を行っている。また、他のサーバに移行するかしないかの判断は、現在のサーバと移行先のサーバでの消費電力量と実行時間の期待値に依存している。このため、電力消費モデルと計算モデルを基に、プロセスの移行時間を加えたときのサーバの消費電力量とプロセスの実行時間を予測するアルゴリズムを研究する。</p> <p>本研究では、サーバで実行されているプロセスを、他のサーバに移行(migrate)することにより、サーバ・クラスタ全体で消費される総電力量[J]を減少させるプロセス移行アプローチを新たに考案している。プロセスの移行は、異なったアーキテクチャ、OSのサーバ間で移行させることは困難である。クラウド・コンピューティング・システムでは仮想マシンにより、CPU、ストレージ、メモリ等の計算資源を仮想的に利用できる。即ち、サーバの異種性(heterogeneity)とどのサーバを利用しているかの位置(location)と独立に、計算資源を利用できる。さらに、プロセスに実行を中断せずに他のサーバに移行できるlive migrationの機能を有している。</p>

本研究では、こうした仮想マシン技術を用いて、プロセスをサーバ間で移行させることにより、クラスタ全体の総消費電力量を低減する方式について研究を行った。

まず、クライアントのアプリケーションがプロセス  $p_i$  をサーバクラスタに発行する。プロセス  $p_i$  を実行したとき、実行中のプロセスを含めた全プロセスを実行するために消費される総電力量の期待値が最も少ないサーバ  $s_t$  を選択する。選択されたサーバ  $s_t$  内で、実行されているプロセス数が最少の仮想マシン  $vm_h$  で、プロセス  $p_i$  を実行する。ここで、ホストサーバ  $s_t$  内の仮想マシンで多くのプロセスが実行されているときは、新たに仮想マシン  $vm_h$  を生成(create)する動的移行(dynamic migration)アルゴリズムを提案している。

プロセスを実行しているとサーバで、予想されていた以上の電力量が消費されることがある。このために、各サーバ  $s_t$  を定期的にチェックする。サーバ  $s_t$  内の仮想マシンの複数のグループを、他のゲストサーバ  $s_u$  に移行させる DGM(Dynamic Group Migration)アルゴリズムを新たに提案している。

シミュレーションによる評価により、クラスタ内の全サーバで消費される総電力量 [Figure1] と各プロセスの平均実行時間 [Figure2] を、DGM アルゴリズムにより減少できることを示している。

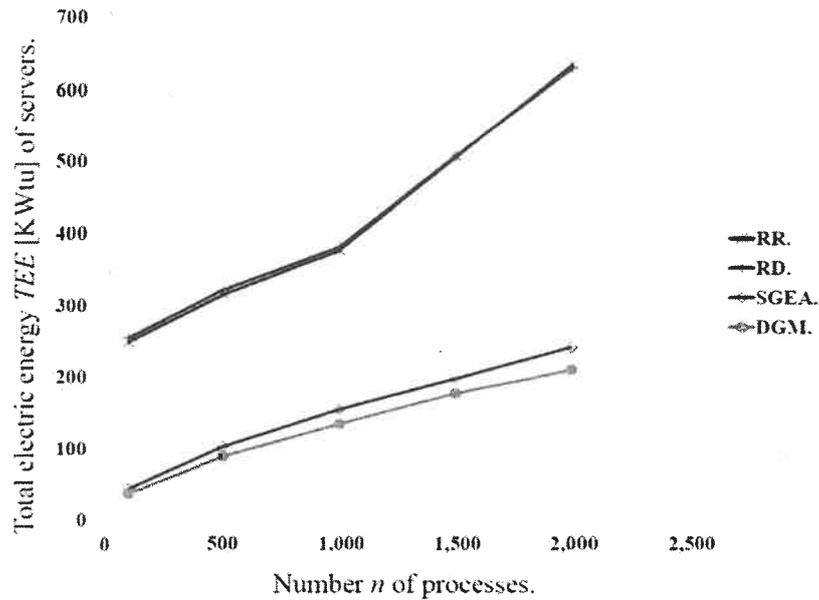


Figure 1.

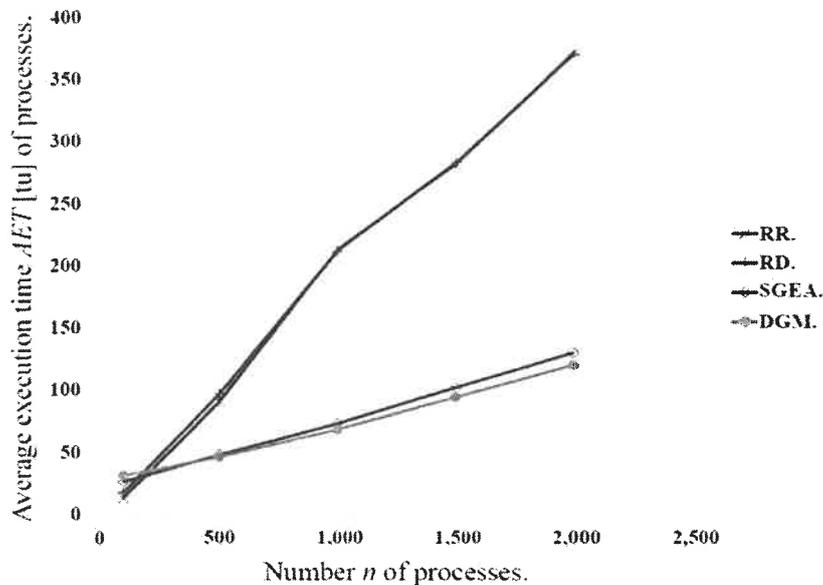


Figure 2.

成果発表（学会・論文・研究会等）		
学会・論文・研究会等の別	タイトル	発行または発表年月
International Journal of Communication Networks and Distributed Systems (IJCND)	Simple Algorithms for Selecting an Energy-efficient Server in a Cluster of Servers	Vol. 21, No. 1, 2018, pp.1-25 (DOI: 10.1504/IJCND.2018.093383)
International Journal of Grid and Utility Computing (IJGUC)	Dynamic Migration of Virtual Machines to Reduce Energy Consumption in a Cluster.	Vol.9, No.4, pp.357-366, 2018 ((DOI: 10.1504/IJGUC.2018.095438)
International Journal of Space-Based and Situated Computing	A Dynamic Model for Energy-efficiently Migrating a Group of Virtual Machines from a Host Server to a Guest Server	Vol.8, No.3, 2018, pp.138-150 (DOI: 10.1504/IJSSC.2018.097287)
Internet of Things	An Energy-efficient Model for Fog Computing in the Internet of Things (IoT)	Vol.1, pp.14-26 (DOI: 10.1016/j.iot.2018.08.003)
The 33rd International Conference on Advanced Information Networking and Applications (AINA-2019) 他 34 件(筆頭著者論文 4 件)	Energy-efficient Group Migration of Virtual Machines in a Cluster	March 2018
研 究 業 績	その他（アピールすることがあればご記入ください。）	