

## 平成30年度 情報工学コース卒業研究報告要旨

高田・松原 研究室	氏 名	鈴木 健 太
卒業研究題目	コンテナ技術のネットワーク性能への影響	
<p>近年、IoT 機器の普及、高度化が進んでいる。これに伴い、同一のハードウェア上で動作するアプリケーション間のパーティショニングや、増加する機器のソフトウェア更新の容易化が課題となっている。これらの課題を解決するために、コンテナ技術の活用が検討されている。コンテナとは、隔離されたアプリケーション実行環境である。コンテナは独立したプロセスツリーとメモリ空間、ファイルシステムを持つことから、アプリケーション間のパーティショニングが可能である。また、コンテナには、アプリケーションの実行に必要なライブラリやミドルウェアが含まれるため、コンテナを入れ替えるだけで、他のアプリケーションに影響を与えることなく、アプリケーションの更新を行うことができる。</p> <p>IoT 機器の特徴の1つとして、ネットワークに接続されていることが挙げられる。また、エッジコンピューティングの台頭により、IoT 機器自身がより大量のデータの送受信を行う必要性が出てきている。このことから、IoT 機器において、ネットワーク性能は重要な項目であると言える。しかしながら、コンテナ技術は誕生から日が浅く、コンテナを使用することによるネットワーク性能への影響は十分に調査されていない。組込み/IoT システムに対して、コンテナ技術を適用した際の性能評価を実施した先行研究は存在するが、詳細な分析が十分になされていない。</p> <p>本研究では、コンテナ技術の IoT 機器への適用可能性を探るため、コンテナ技術のデファクトスタンダードである Docker を対象に、Docker が使用する Bridge, Host, Macvlan の3つのネットワークモードのネットワーク性能への影響の評価、性能低下を引き起こす原因の特定を目的とする。評価実験では、IoT デバイスの一例として Raspberry Pi 3 を使用した。はじめに、各ネットワークモードのネットワークスループットをコンテナを使用しない場合のものと比較した。続いて、TCP_NODELAY オプションを使用し、送信されるパケットサイズの変化を観察することで、コンテナによる TCP 通信のオーバーヘッドとなる処理の絞り込みを行った。更に、パケット送信時のカーネル内の処理をトレースし、コンテナによる TCP 通信のオーバーヘッドとなっている処理を特定した。</p> <p>各ネットワークモードのネットワークスループットを計測した結果、TCP 通信において 8B のメッセージサイズを使用した場合、Bridge は 69.8%、Host は 68.4%、Macvlan は 69.6% の性能低下が見られた。UDP 通信においては、64B のメッセージサイズを使用した場合、Bridge モードのみ 39.2% の性能低下を確認した。また、TCP 通信での TCP_NODELAY オプションを用いた計測とカーネル内処理のトレースを行った結果、Bridge モードにおいて行われる NAT 処理と、Macvlan モードで使用される仮想ネットワークインタフェースの処理が高パケットレート時に支配的なオーバーヘッドとなることが分かった。更に、システムコール呼び出しのフィルタリングを行う Seccomp がコンテナ内でのシステムコール呼び出しのオーバーヘッドになっていることを特定した。Seccomp の実装を調査した結果、ユーザ空間で定義されるフィルタをカーネル空間で処理する際に、カーネルのメモリに対する不正アクセスを防ぐため、仮想マシンでフィルタ用コードを実行していることが分かった。これに加え、全てのシステムコール呼び出しに対して、その種類に関係なく、同一のフィルタが実行されていることも明らかになった。これらのことから、システムコールの種類に応じてフィルタを分けることや、ユーザ空間で仮想マシンを使用せずにフィルタリングを行うことで、システムコール呼び出しのフィルタリングにおけるオーバーヘッドを削減できると考えられる。</p>		