

## OpenFlow をベースとしたネットワーク制御の実験について(1) On experiment of network control based on OpenFlow(1)

神田 未来<sup>†</sup> 中野 陽太<sup>‡</sup> 松浦 崇<sup>‡</sup> 荒木 智行<sup>‡</sup>  
Hideyuki Kanda Akihiro Nakano Takashi Matsuura Tomoyuki Araki

### 1. まえがき

近年、インターネットでは、サーバ運用コストを削減するためデータセンターに情報を蓄積しインターネットからその場所を意識させないで情報アクセスをさせるクラウドコンピューティングや、クラウド上に収集・蓄積された大量のデータからマイニングにより有用な情報を引き出すビッグデータ、そしてスマートフォンの急速な普及とともに必要となったモバイルバックホールネットワークや効率の良いミドルボックス、兆を超える数のセンサからのデータを扱う M2M ネットワークなど、従来とは異なるネットワークの使い方が必要となり、それとともに新たな以下のような問題が発生しつつある。[1]

- ・データセンターネットワークの課題
- ・スマートフォンモバイルバックホールでの課題
- ・IoT, M2M における課題

これらの課題は、近未来に期待される技術のうち、限られた側面だと思われるが、未来の方向性を考える上では重要な例題(課題)となり得る。そうした中で近年 SDN(Software Defined Network)などが注目されている。本報告では、これらの課題を克服し、広く利用されるであろう OpenFlow を理解するシミュレータについて報告する。

### 2. 諸準備

#### 2.1 SDN としての OpenFlow

SDN (Software Defined Networking) とは、仮想的なネットワークをソフトウェアによって作り上げる技術のことである。SDN を用いると、物理的に接続されたネットワーク上に、ソフトウェアによって動的に仮想的なネットワークを構築するといったようなことや、従来、変更するためには再起動が必要であった構成や設定を変更することが可能となる。仮想的なネットワークを構築する利点は、

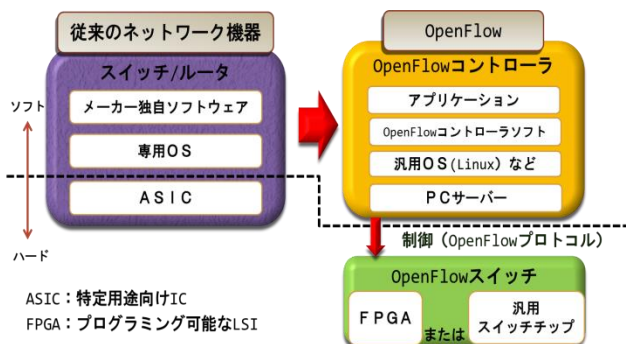


図1 OpenFlowの概要

広島工業大学大学院 工学系研究科 電気電子工学専攻  
Hiroshima Institute of Technology Major in  
Electrical and Electronic Engineering

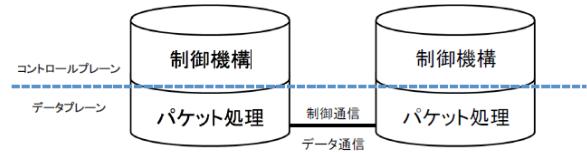


図2 既存のネットワーク

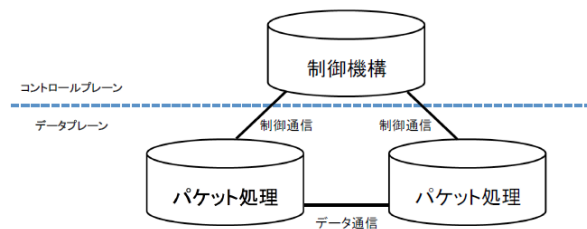


図3 OpenFlowネットワーク

目的に応じたネットワークを柔軟に構築しやすくなる。

これまでも仮想的なネットワークを構築する技術として VPN (Virtual Private Network)や VLAN (Virtual LAN)が知られているが、近年では、ソフトウェアでネットワーク機器を制御するための技術標準である OpenFlow の仕様策定が進んでおり、SDN を実現する要素技術として注目されている[1]。そのような中で、OpenFlow とは SDN(Software Defined Network)の一種で、ネットワーク機器のオープン化をもたらす方式である。従来のルータのようなネットワーク機器ではソフト面とハード面が一体となっておりメーカー独自設計のいわばブラックボックス状態である(図2)。

OpenFlow では OpenFlow コントローラを OpenFlow スイッチから切り離して制御することができるもので、コントローラ部分はほぼ基本的にオープンソースなソフトウェアからなる(図3)。OpenFlow を使用するユーザは、独自のフロー制御のためのプログラムを実装可能である。スイッチの部分は、従来は TCAM などのハードウェアが使われることが多いが、FPGA などユーザがプログラムできるハードウェアで構成できる(図1)。OpenFlow では MAC アドレスや IP アドレス、ポート番号などの組み合わせによって決定される一連の通信を「フロー」として定義し、フロー単位での経路制御を実現する。これによって、品質の確保やネットワークの利用率向上などが期待できるとされる。尚、フロー制御をメモリーベース機器の論理合成の手法で行う試みもなされている。

#### 2.2 データセンター

データセンターでは様々なサービスをネットワーク経由で提供している。Google 社などもデータセンターは、

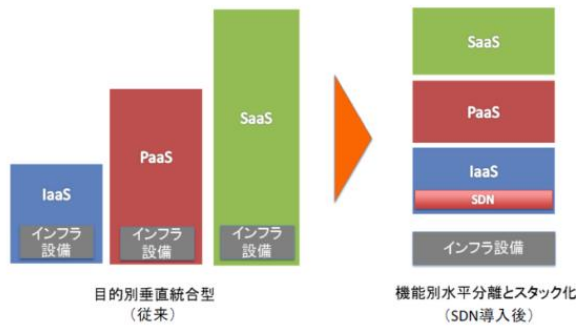


図4 データセンターの比較

SaaS(Software as a Service)と位置づけられるクラウドサービスのみを提供しているため、データセンターのコンピュータやストレージ類は、同一仕様の機器を大量に設置している場合が多い。しかしながら一般的なデータセンターは、IaaS(Infrastructure as a Service), PaaS(Platform as a Service), SaaS(Software as a Service) のサービスを提供しており多種多様な機器を設置している。この場合、従来では、各インフラ設備の上に IaaS, PaaS, SaaS を別々に構築する必要があった。しかし OpenFlow のような SDN を用いると共用のインフラ設備の上に IaaS, PaaS, SaaS を同時に構築できる(図4)。世界中には IaaS, PaaS, SaaS のサービスを提供するデータセンターは多い。またサービスを数時間単位でレンタルできるデータセンターもある。そのようなデータセンターでは、インフラ設備をダイナミックに、また効率良く変更できることが重要となる。

### 3. ファジィペトリネットによるスイッチ切り替えシミュレーション

前田[2]により、知能ロボットのあいまいな状況を常に認識しながら的確なマクロ判断を行っているような人間の柔軟な状況判断・適応能力を模した知的移動ロボットの研究がなされてきた。文献[2]ではファジィアルゴリズムを

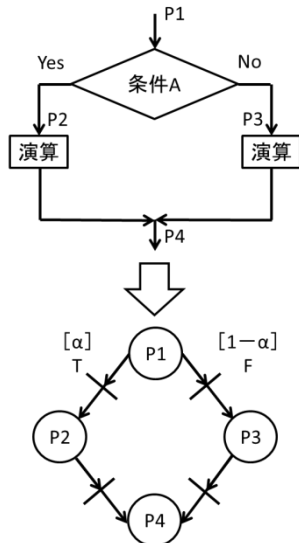


図5 ファジィ分岐

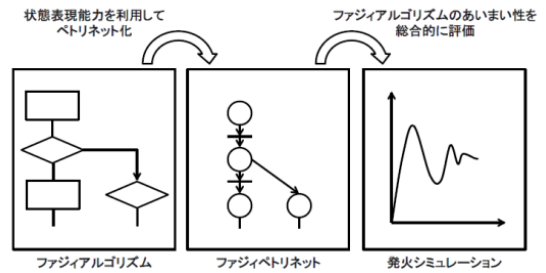


図6 ファジィペトリネットの変換と統計的評価

表現するフローチャートにおいて2種類のファジィ条件分岐が提案されている。さらにそのフローチャートにそってプログラムが実行される様子をシミュレーションするモデルをファジィペトリネットとして提案しており、そのシミュレーションの有効性を示している。本報告では、前田の手法を一部修正して OpenFlow のデータプレーンを流れるパケットの状態のシミュレーションを、ファジィペトリネットを用いて評価することを試みる。

ファジィアルゴリズムでは、真または偽である度合いによって分岐していくような条件分岐を行う。ファジィアルゴリズムのフローチャートからファジィペトリネットに変換を行った手法(図6)でデータプレーンのネットワークを変換したものがファジィペトリネットである。

「有効活用」とは割り振られたネットワーク資源の一つ一つのスイッチおよびネットワークへの負荷が少ないことと定義する。ファジィペトリネットによりシミュレーションを行うことでネットワーク全体のパケットの状態を知ることができる。よって、データセンター内にある顧客に割り当てられたネットワーク資源の有効活用について検討をしている。

### 4. むすび

本報告ではデータセンターなどで使用されるネットワーク資源の仮想化やダイナミックな構成変更、インテリジェントなルーティングを可能にする OpenFlow に基づくネットワークをシミュレートするファジィペトリネットによるデータプレーンの表現について考察を行った。そしてスイッチにおけるパケットのファジィ分岐の考え方などにもふれた。

今後は、本報告で得られた結果を文献[3]の実験に反映させるつもりである。

### 参考文献

- [1] 小特集, “SDN が創る未来のネットワーク”, 電子情報通信学会誌, Vol.96, No.12, pp.901-930 (2013).
- [2] 前田, “ペトリネットの概念に基づくファジィアルゴリズムのあいまい状態遷移評価”, 日本ファジィ学会誌, Vol.6, No.4, pp.690-700 (1994)
- [3] 中野陽太, “OpenFlow をベースとしたネットワーク制御の実験について(2)”, FIT2015 発表予定