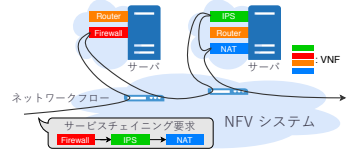


生化学反応モデルに基づく NFV 管理手法の OPNFV への実装と実験評価

杉田 修斗† 長谷川 剛†† 村田 正幸†
 †大阪大学 大学院情報科学研究科 ††東北大学 電気通信研究所

Network Functions Virtualization (NFV)

- 仮想ネットワーク機能が汎用サーバ上に配置、実行される
 - 仮想ネットワーク機能 (Virtualized Network Function: VNF)
 - ソフトウェアとして実装されたネットワーク機能
 - サービスチェイニング要求 (Service Function Chaining (SFC) request)
 - ネットワークフローへ適用されるべき VNF を順に示す要求
- 様々な恩恵
 - 設備投資コストの削減
 - 運用コストの削減
 - 環境変動への柔軟な対応



2020/3/5 CQ 研究会

2

研究背景と目的

- NFV に基づくネットワークシステム制御の要件
 - 動的かつ適応的な挙動
 - トラフィック量やサーバ負荷の変動等に応じたサーバへの VNF の配置決定・VNF への資源割当・フローの経路制御
 - 自律分散的な挙動
 - システム障害などの環境変動への対応・サービス拡張性の保持
- ▶ 自律分散性や自己組織性の高い生化学機構に着目
- 生化学反応式に基づいたサービス空間構築手法の NFV システムへの適用
 - 研究グループでの先行研究
 - シミュレーションによる性能評価
 - 簡易な環境での実験による性能評価

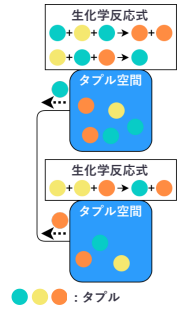
実運用を想定した
 NFV フレームワークに
 基づく実装による
 提案手法の実験評価

2020/3/5 CQ 研究会

3

生化学反応式に基づいたサービス空間構築手法の NFV システムへの適用 (1)

- 生化学反応式に基づいたサービス空間構築手法
 - 化学反応が起こる場である、タブル空間を定義
 - タブル空間内のタブルは化学物質に相当
 - 生化学反応式を定義することでタブルの増減・移動を実現
- NFV システムへの適用
 - VNF を運用するサーバをタブル空間とみなす
 - VNF サービスの需要・サーバ資源・フローのバケット等をタブルとする
 - 生化学反応式を定義することで、動的かつ適応的・自律分散的に動作する NFV システムを表現できる

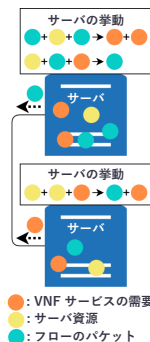


2020/3/5 CQ 研究会

4

生化学反応式に基づいたサービス空間構築手法の NFV システムへの適用 (1)

- 生化学反応式に基づいたサービス空間構築手法
 - 化学反応が起こる場である、タブル空間を定義
 - タブル空間内のタブルは化学物質に相当
 - 生化学反応式を定義することでタブルの増減・移動を実現
- NFV システムへの適用
 - VNF を運用するサーバをタブル空間とみなす
 - VNF サービスの需要・サーバ資源・フローのバケット等をタブルとする
 - 生化学反応式を定義することで、動的かつ適応的・自律分散的に動作する NFV システムを表現できる

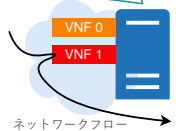
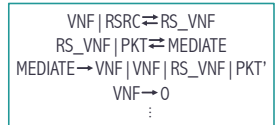


2020/3/5 CQ 研究会

5

生化学反応式に基づいたサービス空間構築手法の NFV システムへの適用 (2)

- VNF サーバの挙動を表現する生化学反応式
 - VNF に対する資源の確保
 - バケットに対する VNF の割当
 - バケットに対する VNF の実行と VNF の成長
 - 需要の少ない VNF の衰退
- 実システムのパラメータと物質濃度の変換
 - バケットの量、VNF に割り当てるサーバ資源量
 - フローレートと CPU 使用率はリニアの関係
 - 事前実験により変換式を決定



2020/3/5 CQ 研究会

6

生化学反応式

反応速度定数

$$\forall f \in F, VNF_f | RSRC \xrightarrow{RS.VNF_f} \text{反応速度定数}$$

$$\forall c \in C, RS.VNF_{f(c)} | PKT_c \xrightarrow{MEDIATE_c} \text{反応速度定数}$$

$$\forall c \in C, MEDIATE_c \xrightarrow{\begin{cases} VNF_{f(c)} | VNF_{f(c)} | RS.VNF_{f(c)} \\ | toserve(VNF_{f(c)}, PKT_c) | PKT_{\Delta \Delta f(c)} \quad (c \setminus \{f\} \neq \emptyset) \\ VNF_{f(c)} | VNF_{f(c)} | RS.VNF_{f(c)} \\ | toserve(VNF_{f(c)}, PKT_c) \quad \text{(otherwise)} \end{cases}} \text{反応速度定数}$$

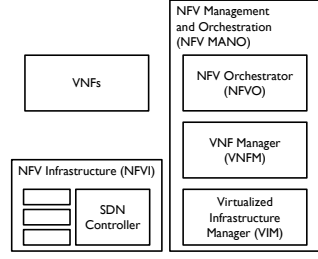
$\forall f \in F, VNF_f \xrightarrow{0} \text{反応速度定数}$
 $\forall f \in F, VNF_f \xrightarrow{VNF_f^-} \text{反応速度定数}$
 $\forall f \in F, VNF_f | RSRC \xrightarrow{VNF_f | RSRC | GRAD_f} \text{反応速度定数}$
 $\forall f \in F, RS.VNF_f \xrightarrow{RS.VNF_f | GRAD_f} \text{反応速度定数}$
 $\forall f \in F, GRAD_f \xrightarrow{0} \text{反応速度定数}$
 $\forall f \in F, GRAD_f \xrightarrow{GRAD_f^- | GRAD_f^-} \text{反応速度定数}$
 $\forall c \in C, PKT_c \xrightarrow{PKT_c^- | GRAD_{f(c)}} \text{反応速度定数}$

$c = \{f_0, f_1, f_2, \dots\}$: サービスチェイニング要求
 $(c \setminus \{f_0\}) = \{f_1, f_2, \dots\}$

VNF: VNF 実行の需要
PKT: VNF が適用されるパケット
RSRC: サーバで利用可能な資源
RS.VNF: VNF のために確保された資源
MEDIATE: パケットを処理している資源
GRAD: 拡散の勾配場を形成する物質
toserve(VNF, PKT): サービスの実行/結果

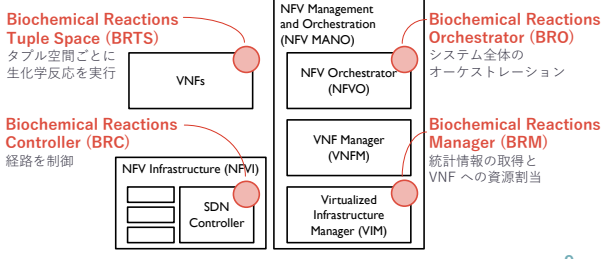
NFV フレームワークに基づいた提案手法の実装

提案手法を 4 つのコンポーネントで構成し、ETSI の NFV フレームワーク上に配置



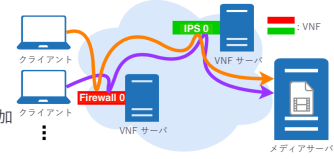
NFV フレームワークに基づいた提案手法の実装

提案手法を 4 つのコンポーネントで構成し、ETSI の NFV フレームワーク上に配置



実験シナリオ

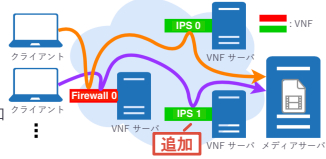
- 動画ストリーミングサービスを想定したトラフィックを生成
 - クライアントからメディアサーバへのリクエストのフローのサービスチェイニング要求は ファイアウォール -> IPS
- 提案手法のシステムを動作
 - VNF に対する CPU 資源割当
 - フローの経路制御
- 実験の途中で IPS の VNF を追加
 - 経路の候補が増加



資源割当と経路の設定が動的かつ適応的に行われ、フローのパケットを過不足なく処理できることを確認

実験シナリオ

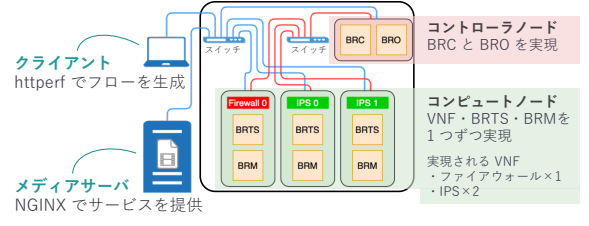
- 動画ストリーミングサービスを想定したトラフィックを生成
 - クライアントからメディアサーバへのリクエストのフローのサービスチェイニング要求は ファイアウォール -> IPS
- 提案手法のシステムを動作
 - VNF に対する CPU 資源割当
 - フローの経路制御
- 実験の途中で IPS の VNF を追加
 - 経路の候補が増加



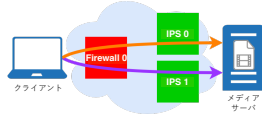
資源割当と経路の設定が動的かつ適応的に行われ、フローのパケットを過不足なく処理できることを確認

実験環境

3 台の物理マシンを用いて実験環境を構築



実験結果

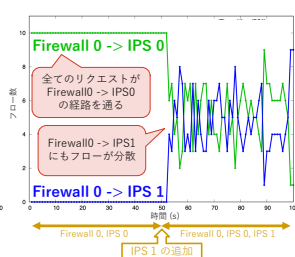


■ 各 VNF への CPU 資源割当



2020/3/5 CQ 研究会

■ 経路の選択

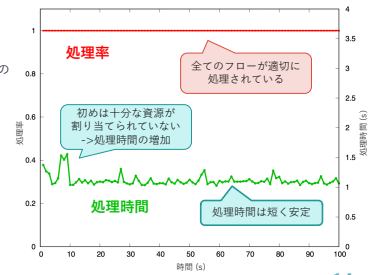


13

httperf の結果

■ httperf の実行結果

- フローの処理率
 - 処理が失敗するとコネクションあたりのリトライ数が減少
- 処理時間
 - 本来は 1 秒前後で終了する設定
 - VNF に十分な資源が割り当てられていないと、処理時間が増加



2020/3/5 CQ 研究会

14

まとめと今後の課題

■ まとめ

- 生化学反応式を用いたタプル空間モデルに基づく NFV 管理システムを NFV フレームワーク上に実装
- 動画ストリーミングサービスを想定したシナリオにおいて、提案手法が動的かつ適応的に動作することを確認
 - フローレートに応じた VNF への CPU 資源割当
 - フローの経路制御による負荷分散の実現

■ 今後の課題

- 化学反応式の物質濃度を実システムのパラメータに変換する手法
- サーバ間の伝送遅延時間やリンク帯域等の要素の導入
- 様々なシナリオでの実験評価

2020/3/5 CQ 研究会

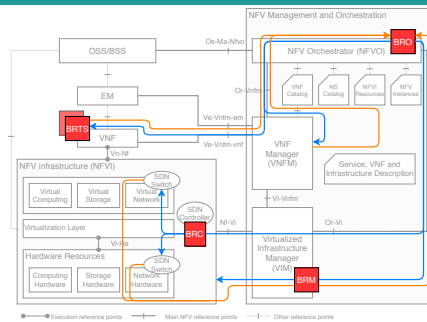
15

backup slides

2020/3/5 CQ 研究会

16

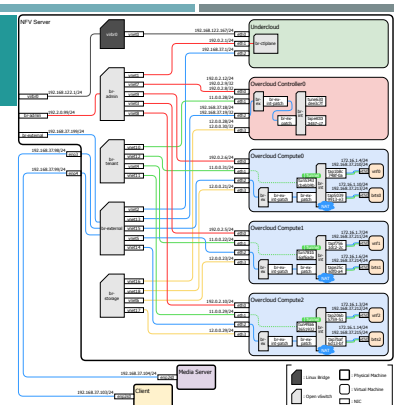
提案手法の位置づけ



2020/3/5 CQ 研究会

17

実験ネットワーク



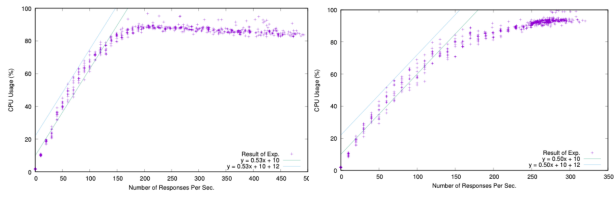
2020/3/5 CQ 研究会

18

フローレートと VNF の CPU 使用率の関係

■ ファイアウォール

■ IPS



物質濃度

Firewall 0

IPS 0

IPS 1

