

OSAKA UNIVERSITY

ネットワーク仮想化にもとづく サービス機能の再配置が ユーザーの通信品質に与える効果の評価

大阪大学 基礎工学部 情報科学科
村田研究室 金田純一

平成 28 年度 特別研究報告 発表会

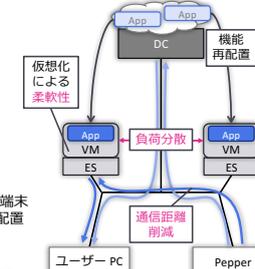
2017/2/21



OSAKA UNIVERSITY

モバイルエッジコンピューティング (MEC) への期待

- 背景: クラウドサービスの遅延
 - 距離による遅延
 - エンド端末の取得した情報を遠隔地のデータセンター (DC) で処理
 - 負荷の集中による処理遅延
 - 多数のエンド端末から DC へ負荷が集中
 - 遅延の顕著化
 - リアルタイム性の高いサービスの増加
- MEC による応答性向上を期待
 - サービス機能の一部を、DC からエンド端末に近い多数のエッジサーバー (ES) に再配置
 - 通信距離の削減
 - 負荷の分散
 - 仮想化環境上でサービス機能の実行を想定
 - サービス機能の処理拠点を柔軟に配置
 - 通信距離の削減や処理の分散をより柔軟に実行



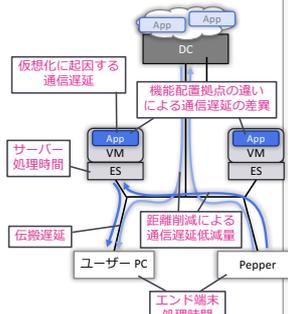
MEC: Mobile Edge Computing
VM: Virtual Machine

OSAKA UNIVERSITY

MEC 環境におけるユーザーの通信品質

- 応答性に対する期待と懸念
 - 通信距離削減による通信遅延の低減
 - 負荷分散による通信遅延の低減
 - 仮想マシンのソフトウェア動作に起因する通信遅延の増大
- 機能を配置する拠点の違いによる応答性への影響が未知
 - 通信遅延の発生要因や発生量
 - 拠点の違いによる通信遅延の差異

今後の MEC の導入や展開に向け MEC 環境で生じる通信遅延の発生要因や発生量の理解が重要



OSAKA UNIVERSITY

研究の目的とアプローチ

[1] Telefonica. (2016, Oct.) OpenMANO. [Online]. Available: <http://www.5g-eu.org/terms-innovation/network-innovation/telefonica-nfv-reference-lab/openmano>

MEC 環境におけるサービス機能再配置がユーザーの通信品質に与える効果の解明

↑ アプローチ

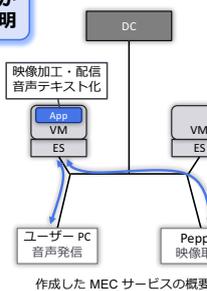
実験室内で実機を用いて MEC 環境を構築

+

MEC 環境で生じる通信遅延を測定

手順

1. OpenMANO^[1]を用いた MEC 環境の構築
2. Pepper を用いた MEC サービスの作成
 - ユーザーと Pepper が、音声発信と映像のライブストリーミングで連携
3. 映像加工拠点を再配置して通信遅延を測定

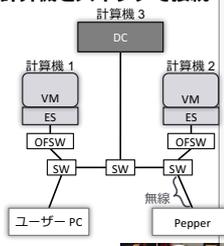


作成した MEC サービスの概要とサービス機能の配置例の 1 つ

OSAKA UNIVERSITY

ネットワーク構成

- ユーザー PC、Pepper および 3 台の計算機をスイッチで接続
- 計算機 1・計算機 2
 - エッジサーバー (ES) として動作
 - ユーザー側と Pepper 側、両拠点に用意
 - 仮想化サーバー
 - OpenMANO を利用した MEC 環境
 - ハイパーバイザーとして KVM を利用
 - ネットワークインターフェースは SR-IOV 対応
- 計算機 3
 - データセンター (DC) として動作
 - 非仮想化サーバー
 - 実世界における通信距離は再現していない



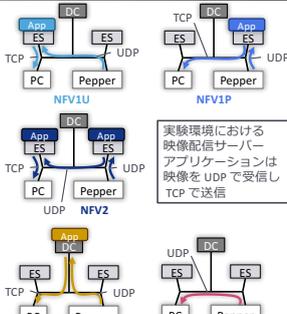
KVM (Kernel-based Virtual Machine)
● Linux カーネルをハイパーバイザーとして利用
● SR-IOV (Single Root I/O Virtualization)
● 複数の VM で 1 つのインターフェースを高速に共有

OFSW: OpenFlow Switch
SW: Switch

OSAKA UNIVERSITY

サービス提供形態とサービス機能の配置

- MEC シナリオ
 - エッジサーバーの利用を想定
 - シナリオ NFV1U
 - TCP 通信の通信距離が小
 - シナリオ NFV1P
 - TCP 通信の通信距離が大
 - シナリオ NFV2
 - 負荷分散を図る
 - TCP 通信の通信距離が小
- 非 MEC シナリオ
 - シナリオ Cloud
 - 非仮想化サーバーを利用
 - 比較シナリオ
 - シナリオ Direct
 - Pepper から PC へ直接映像を配信
 - エンド端末の処理時間を計測



実験環境における映像配信サーバーアプリケーションは映像を UDP で受信し TCP で送信

OSAKA UNIVERSITY 7

遅延測定方法

- ライブストリーミング映像の遅延時間**
 - Pepper の前でミリ秒単位の時計を表示
 - 時刻同期の観点からユーザー PC 上に表示
 - 時計と配信映像を並べて、1 秒おきに 100 回撮影
 - 実時刻と遅延した時刻の差を算出
 - 平均値を算出
- サーバー処理時間**
 - 計算機の出入口となる地点でパケットをキャプチャ
 - ストリーミングの開始・停止操作を 10 回実行
 - 各ストリーミングにおける最初と最後のパケットについて、キャプチャ地点の通過時刻の差を算出
 - データはサーバーで処理されるため、運ばれるパケットの同一性は通過順以外で特定不可能
 - 平均値を算出

OSAKA UNIVERSITY 8

ライブストリーミング映像の通信遅延時間

仮想化による遅延増大: 16 [ms]
 • サーバー処理時間の増大: 5 [ms]
 • プロトコルオーバーヘッドの増大: 11 [ms]

TCP 通信距離削減による遅延低減: 9 [ms]
 処理の分散による遅延低減: ほぼなし
 (サーバー処理時間も同等)

実際には通信距離による遅延が発生
 映像加工・配信処理時間: 33 [ms]

ライブストリーミング映像の通信遅延時間 [ms]

比較シナリオ Direct の通信遅延時間 (426.693 [ms]) との差を図示

OSAKA UNIVERSITY 9

クラウド環境における通信遅延

- クラウドまでの通信遅延は 100 [ms] 単位で発生 [2]**
 - 通信距離による最大遅延: 200 [ms] と仮定
 - 仮想化による遅延増大: 16 [ms]

通信距離削減による遅延低減: 200 [ms]
 仮想化による遅延増大: 16 [ms]

クラウドからのエッジサーバーへの機能再配置による遅延低減: 最大 30%

クラウドまでの通信遅延 [2]
 • 日本国内: 100 [ms] 以下
 • 米国まで: 100 [ms]
 • 欧州まで: 200 [ms]

ping の実行結果 (ICMP パケット 1000 回送信の平均)
 • amazon.com: 207.041 [ms]
 • dropbox.com: 123.616 [ms]

[2] 田中裕之, 高橋紀之, 川村聡太郎, "IoT 時代を拓くエッジコンピューティングの研究開発," NTT 技術シナリオ, pp. 59-63, Aug. 2015.

OSAKA UNIVERSITY 10

まとめと今後の課題

- MEC におけるサービス機能再配置の有効性を定量的に確認**
 - TCP 通信の距離削減による遅延低減: 9 [ms] (2%)
 - クラウドまでの通信距離削減による遅延低減: 最大 30%

クラウドまでの通信遅延: 200 [ms]
 仮想化による遅延: 16 [ms]
 TCP 通信の経路長による遅延: 9 [ms]

- 今後の課題**
 - MEC における負荷分散の有効性の確認
 - 資源利用率が逼迫した状態で、負荷分散の有効性を確認する必要性
 - 仮想マシンの動的な再配置 (ライブマイグレーション) による効果の調査
 - ユーザーの体験品質 (QoE: Quality of Experience) に与える効果の評価