



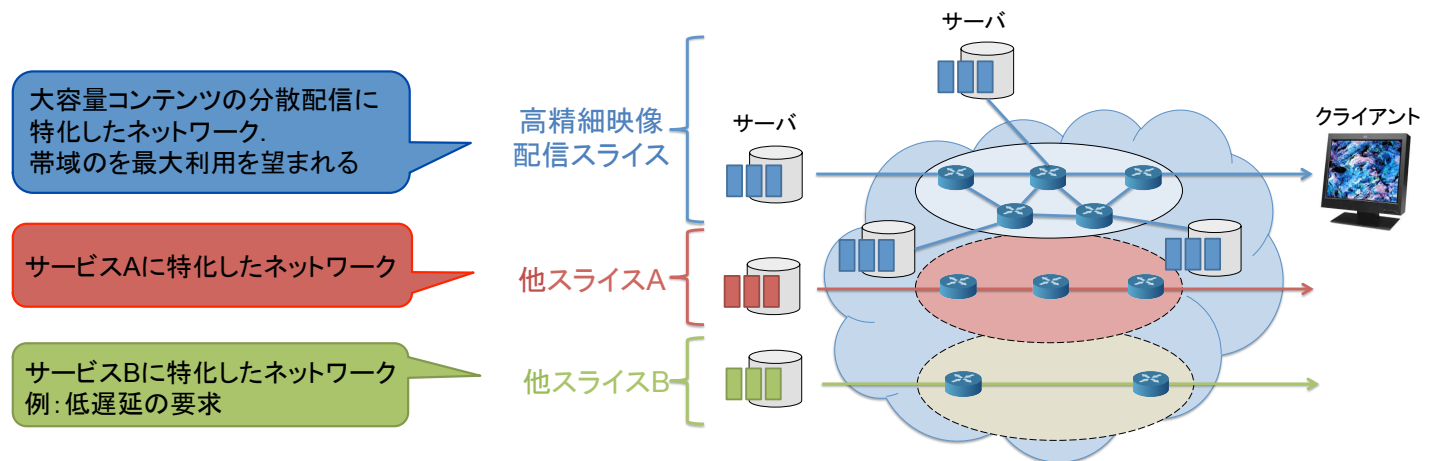
SDNで拓く4K大容量コンテンツ配信の世界

慶應義塾大学 清水倫人, 坪川浩之, 寺岡文男, 金子晋丈 {rinto, caddie, kaneko, tera}@inl.ics.keio.ac.jp

SDN (Software Defined Network)の一動向

- SDN: ソフトウェアを用いてプログラマブルに制御できるネットワーク
- ネットワークの仮想化基盤技術
 - 目標: 新しい機能を既存のネットワークに導入する仕組みを確立
 - 1つ1つの仮想化されたネットワーク(スライス)上で独自のトポロジを構築することが可能
 - ・ スライス間の資源は独立

各サービス毎に必要なパケット処理機能をルータ上に導入可能
⇒ 大容量コンテンツ配信に特化したルータを仮想化基盤上に実装



Content Espressoを用いた4K大容量コンテンツ配信

- 超分散分割保存コンテンツの配信 = 誤り訂正符号(再送無) + UDP + 多地点からの一斉配信
 - サーバ側は誤り訂正符号をどの程度付ければ良いか分からない
→ 最大限付けておき, 必要に応じてネットワークで破棄すれば良い
 - UDPで高速に転送 → 輻輳時にTCP等のトラヒックに悪影響
 - 多地点からの配信 → パケットの到着順序はアプリ側で修正 (ネットワーク中でのパケットの順序逆転を気にしない)
- 超分散保存コンテンツ配信に要求される通信品質
 - デットラインまでのパケット到着: パケットロスよりも「少し」遅れてでも受信の方が良い (誤り訂正確率の向上)

通信品質の指標

	パケットロス	伝送遅延時間の揺らぎ	伝送遅延時間
超分散保存コンテンツ配信	◎	△	×
TCPスループット	◎	◎	◎

通常経路混雑時に利用率の低い経路をパケット単位の粒度で利用するパケット処理技術をルータに実装
(パケット順序逆転の影響なし, 既存トラヒックへの影響低減, 少し遅れるがパケットを受信可能)



OIF Router (Order Insensitive Flow Router)

ー 大容量コンテンツのUDP配信に特化したルーター ー

慶應義塾大学 清水倫人, 坪川浩之, 寺岡文男, 石川尋代, 金子晋丈 {rinto,caddie, tera, kaneko}@inl.ics.keio.ac.jp

OIF Router: パケット毎に代替経路を利用するルーター

■ 大容量コンテンツのUDP配信に特化したルーター

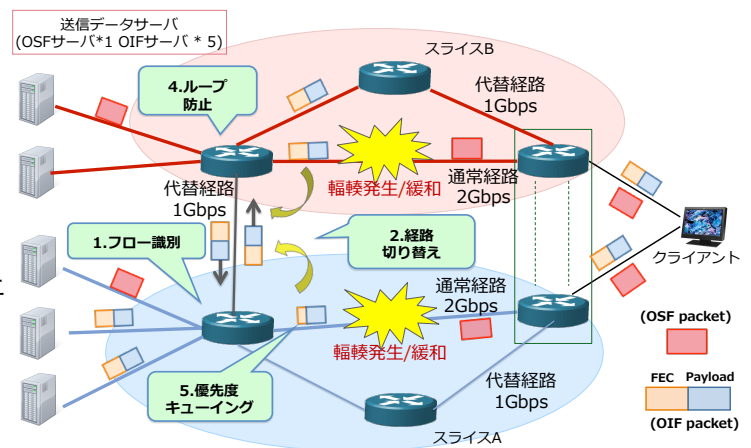
- 目標: 既存のTCPに悪影響を与えずに, ネットワーク帯域を最大限利用して大容量コンテンツを配信
- 手法: 通常経路混雑時に利用率の低い経路を **パケット単位の粒度** で利用

■ フローの定義と経路切替

- 大容量コンテンツのUDP配信フロー: **Order Insensitive Flow (OIF) -> パケットの到着順序逆転の影響を受けないため, 経路切替可**
- TCP等の既存トラフィックフロー: Order Sensitive Flow (OSF) -> パケットの到着順序逆転が再送を引き起こすため, 経路切替不可

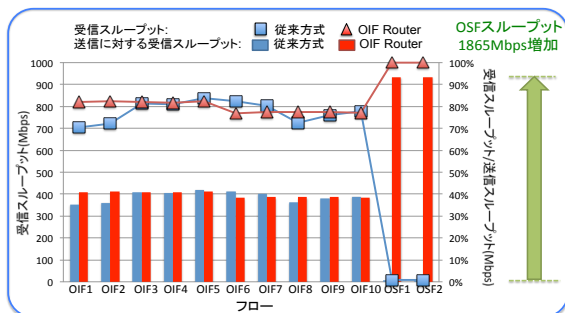
■ OIFルーターの機能

1. **フロー識別**: OIFとOSFの識別
2. **経路切替**: 輻輳発生時にOIFのみをパケット毎に経路を変更
3. **輻輳検知**: キュー長が閾値を超えると輻輳検知
4. **ループ防止**: 経路変更によるパケットのループ防止
5. **優先度キューイング**: 必要に応じて誤り訂正符号(FEC)を廃棄



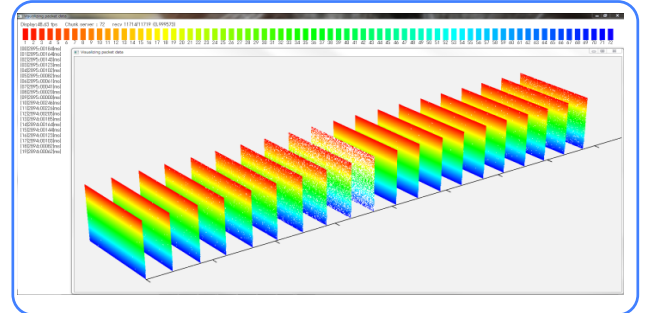
通信品質の評価

■ OIF及びOSFのスループットを測定



- OIFがOSFに悪影響を与えない
- 通常経路帯域を超えるトラフィックを送出時もOIF/OSFスループットは高い状態を維持

■ 超分散保存コンテンツの到着状況を可視化



- パケットの到着状況を任意の解析時間粒度で可視化
- アプリケーションの通信品質をパケット到着状況から検討可能

本研究成果の一部は, 独立行政法人情報通信研究機構の委託研究
「新世代ネットワークを支えるネットワーク仮想化基盤技術の研究開発」によって得られたものです

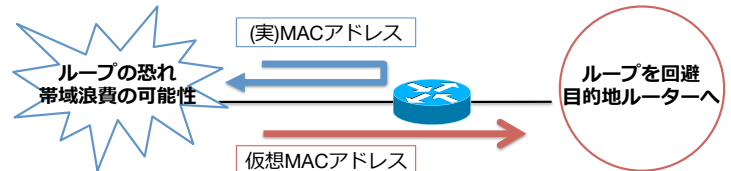


仮想MACアドレスによる輻輳回避ルーティング (with OIF Router)

慶應義塾大学 坪川浩之, 清水倫人, 寺岡文男, 金子晋丈 {caddie, rinto, kaneko, tera}@inl.ics.keio.ac.jp

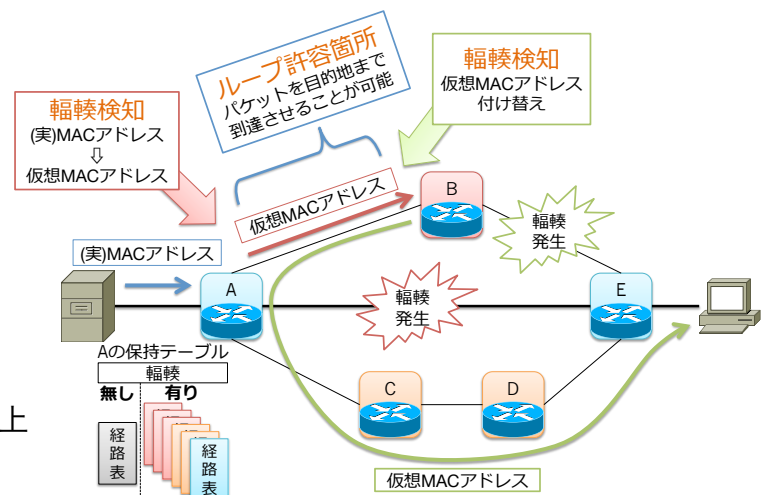
研究目的

- 輻輳を回避してパケットを目的地まで到達
 - 輻輳していない経路を利用 -> OIFルータ
- 輻輳情報に基づき動的に経路変更を実施
 - OIFルータでは静的に計算された代替経路を利用



輻輳回避手法

1. 輻輳リンクの広告
 - 転送元MACに**仮想MACアドレス**を利用
 - 仮想MACアドレスが輻輳箇所を暗示
2. 輻輳リンクに基づく代替経路を保持
 - **迂回パケットに即迂回路を提示**
3. 特定ループの許容
 - 特定の**ループ**を**許容**しパケットの伝達保証向上
 - 条件: 全てのリンクは指向性を考慮され、単一方向につき1回ずつ通ることが可能



デモ概要

- Content EspressoによるUDPファイル配信とTCPストリーミング
 - Content Espressoトラヒック: 非圧縮HD映像フロー (約800Mbps)
 - TCPストリーミング: バックグラウンドトラヒック + G-streamer映像配信
 - OIFルータ利用時
 - OIFルータの複数経路を利用した輻輳回避とループ防止機能を組み合わせてスムーズな映像配信可能

