



映像伝送を支えるIPネットワークインフラストラクチャ

IP Network Infrastructure for Video Transmission

Miya Kohno (mkohno@cisco.com), Cisco Systems

2018年6月19日

Agenda

- Managed Video Delivery について
- IP Networkにおける品質劣化の原因および回避策について
- Video Quality のモニタリング
- その他ご参考資料

IPTV vs IP (Over-the-Top) Video

First Things First

IPTV vs. IP (Over-the-Top) Video

IPTV

Managed delivery

Emphasis on quality

Mostly linear TV

Always a paid service

IP Video

Best-effort delivery

Quality not guaranteed

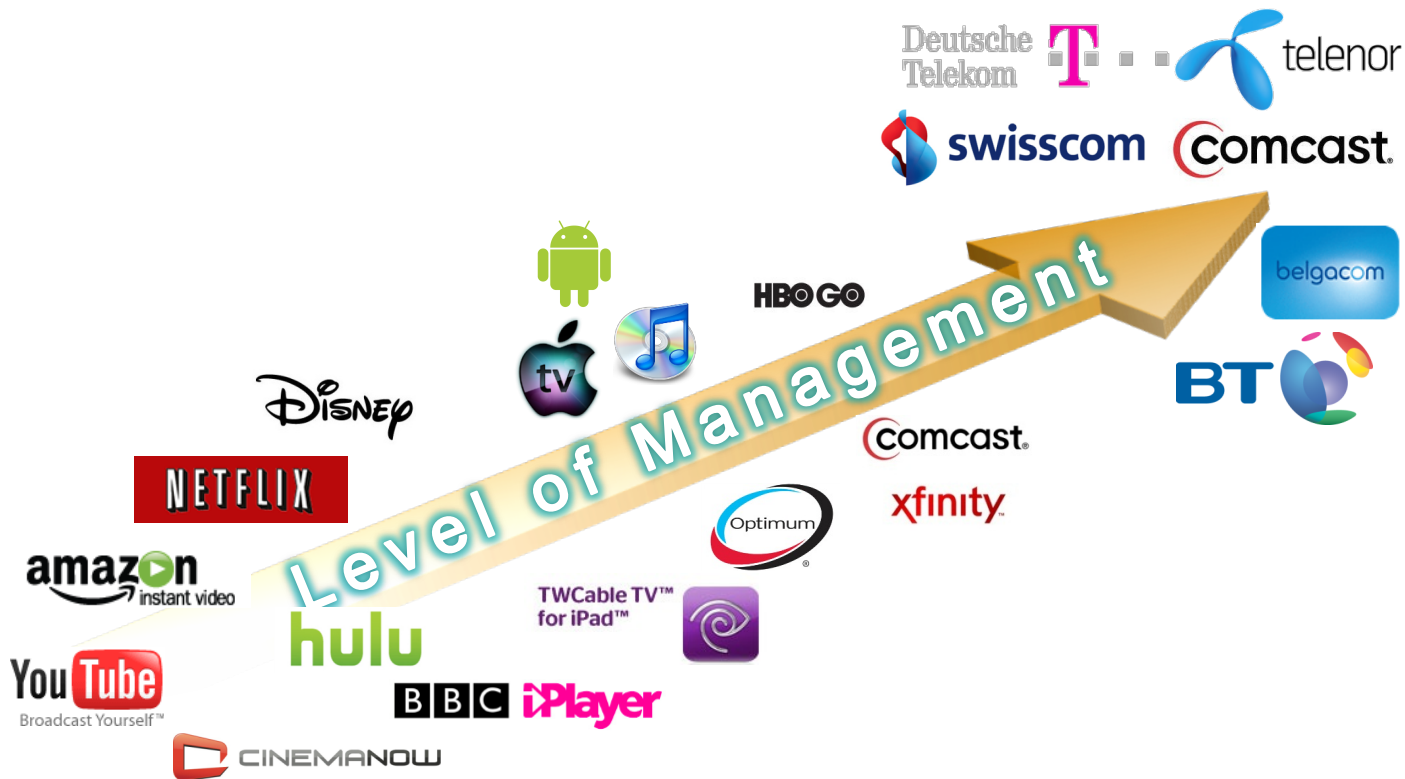
Mostly on demand

Paid or ad-based service

ACM SIGCOMM Tutorial - Aug. 2017

- Managed vs Best-effort
- 品質の重視 vs 非保証
- Linear vs On demand
- 有料 vs 有料または広告

”Managed” の度合い



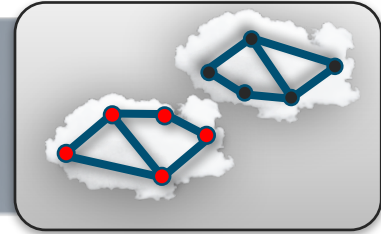
何を "Manage" するか



Managed and
Unmanaged
Content



Managed and
Unmanaged
Transport
(+ **Correlation**)



Managed and
Unmanaged
Devices



IP ネットワークにおける品質劣化の要因 - 遅延・遅延ゆらぎ

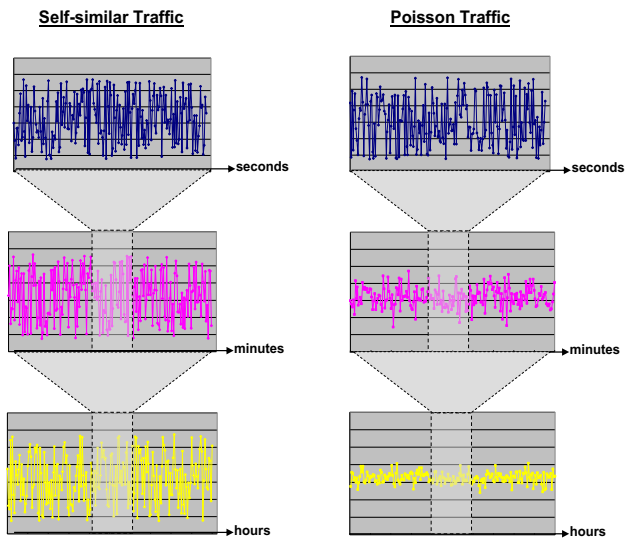


要因	依存するもの	Note
Propagation Delay	距離	固定
Queueing Delay	輻輳状況	変動する
Node Delay	トポロジー (ホップ数, 経路変化)	最近のFabricでは, $< 1\mu\text{sec} / \text{hop}$ 程度なので ほぼ無視できる
Serialization Delay	回線速度	$1,500\text{bytes}/\text{packet}$ とすると, $< 10\mu\text{sec} : 1\text{Gbps}$, $< 1\mu\text{sec} : 10\text{Gbps}$, $< 0.1\mu\text{sec} : 100\text{Gbps}$ であり, ほぼ無視できる

Queueing Model について

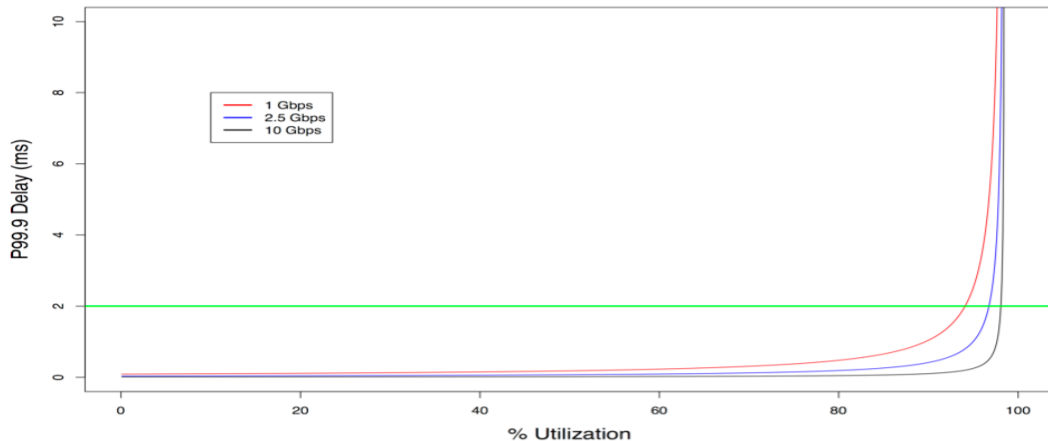
- Self-Similar vs Poisson

Video TrafficはPoisson過程で近似できる



- M/M/1

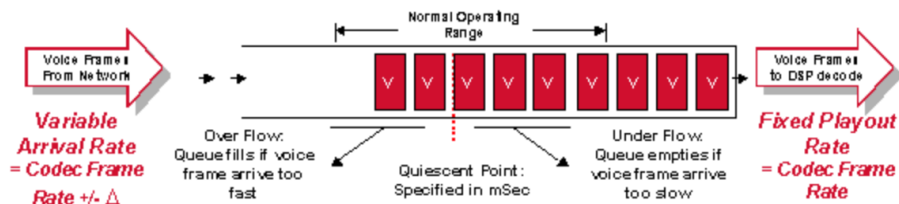
99.9P < 1ms -- 使用率を80%以下に抑える



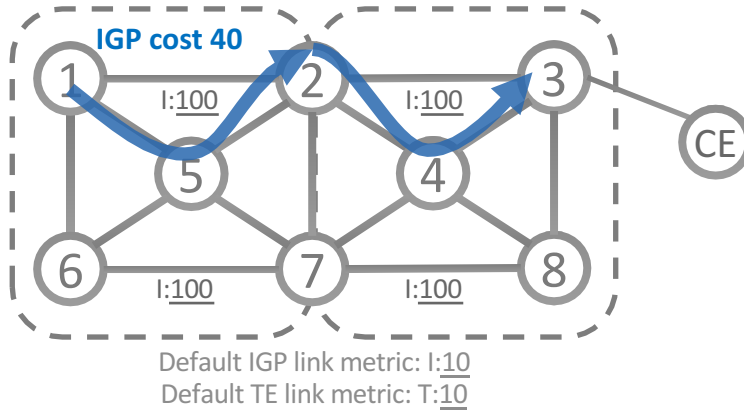
遅延回避策 – Queuing Control



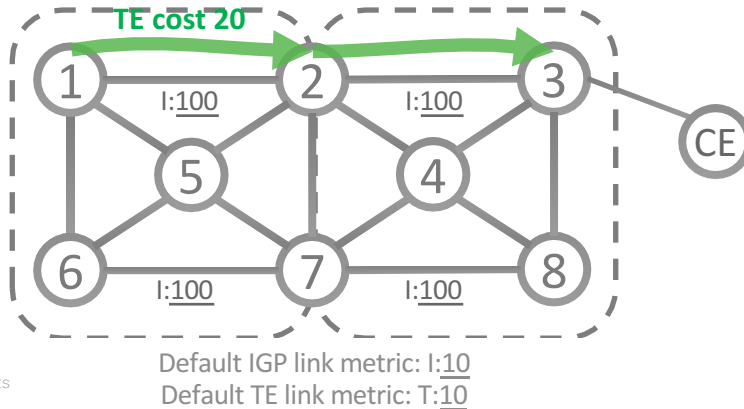
遅延ゆらぎ回避策 – Dejitter Buffer



遅延 + 遅延ゆらぎ回避策 – Traffic Engineering



Basic path – for best effort traffic



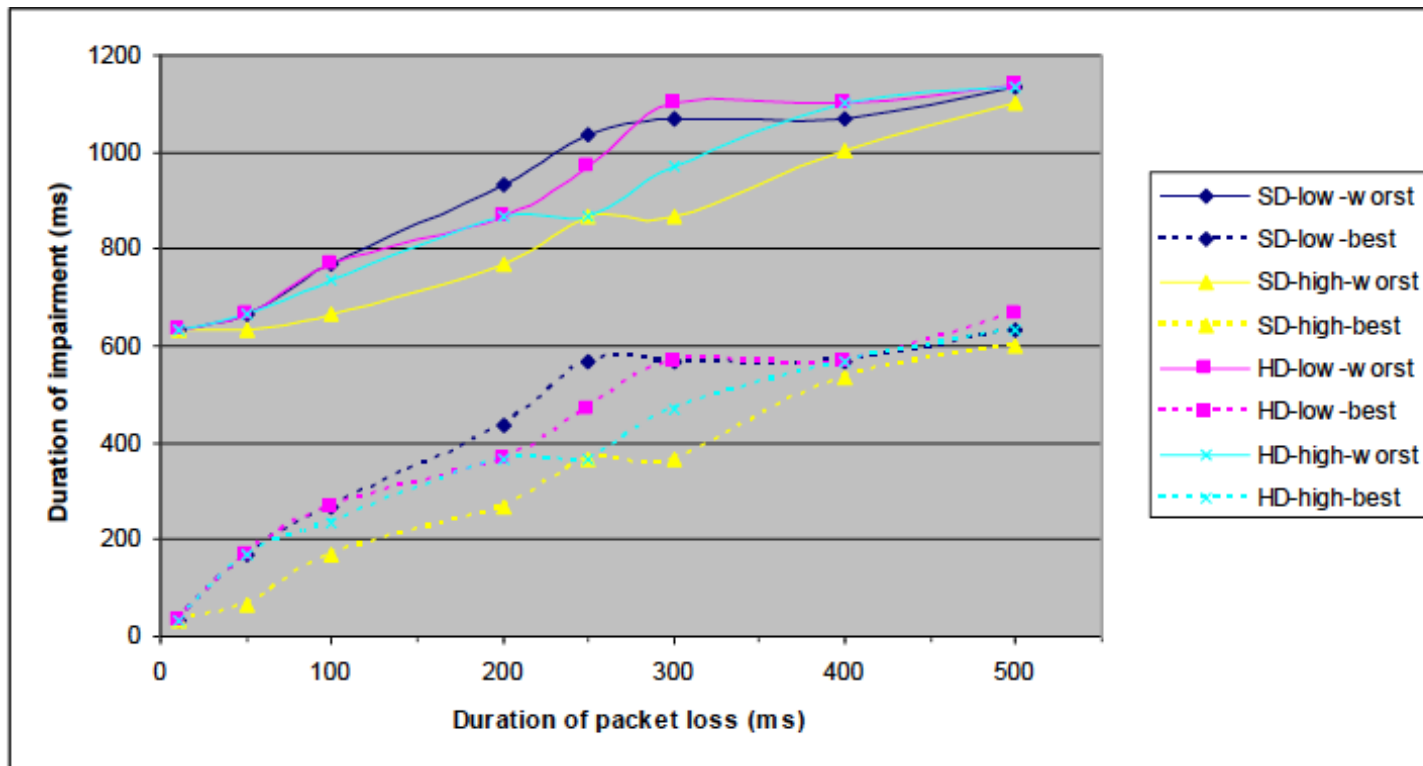
Premium path - for Video

IP ネットワークにおける品質劣化の要因 - パケットロス



要因	依存するもの	Note
Queue Drop	輻輳状況	ABR, TCP - Dropにより Rate Adjustmentが起 こる
BER (Bit Error Rate)	回線品質	
Failure/Recovery	回線・ラインカード・ ノード・電源等の故障	
Lossy Links	Wifi, Cellular, Powerline	

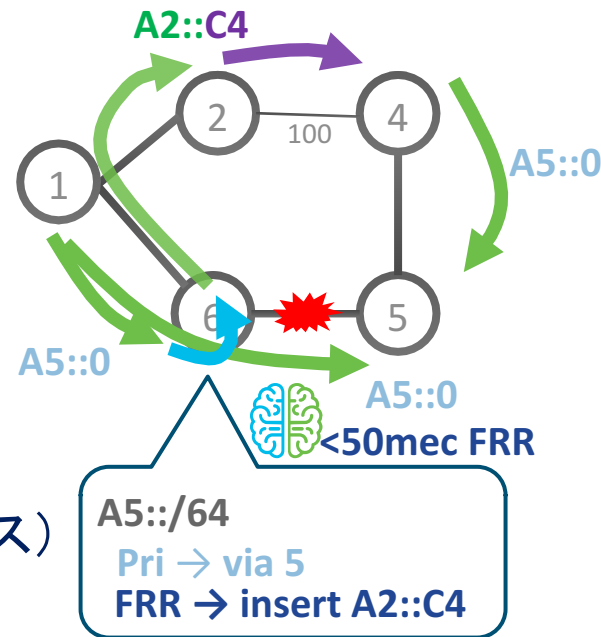
Not all packets are equal!



パケットロス回避策 (1)

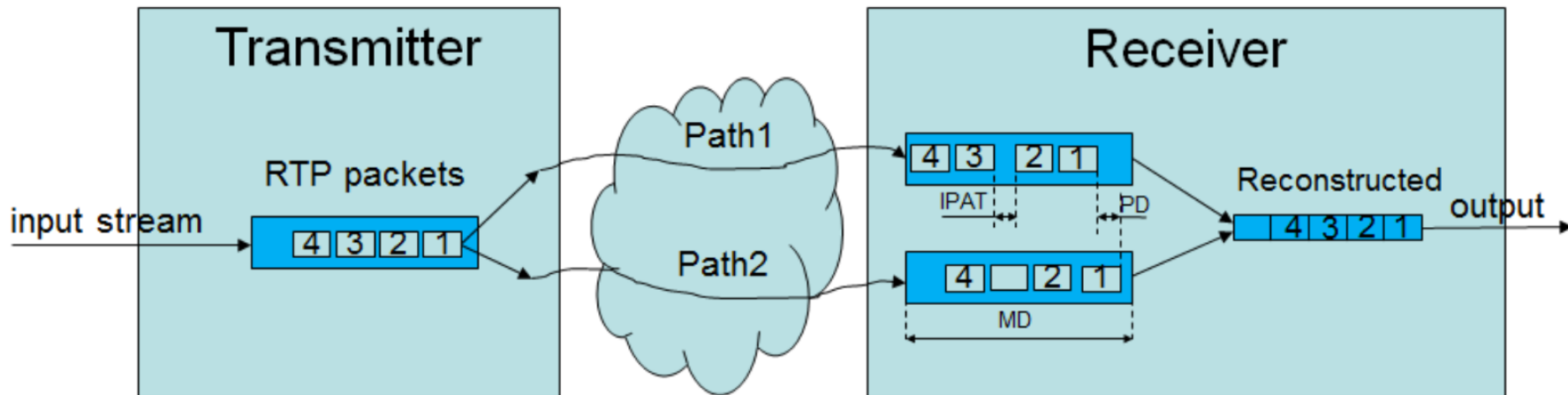
TI-LFA Topology Independent Loop Free Alternate

- < 50msec プロテクション
 - リンク、ノード、SRLG 障害保護
- シンプル
 - IGP による自動計算
 - トポロジーに関わらず 100% カバー
 - 予測可能性 (予め計算されたバックアップ パス)
- 自律分散インテリジェンス



パケットロス回避策 (2)

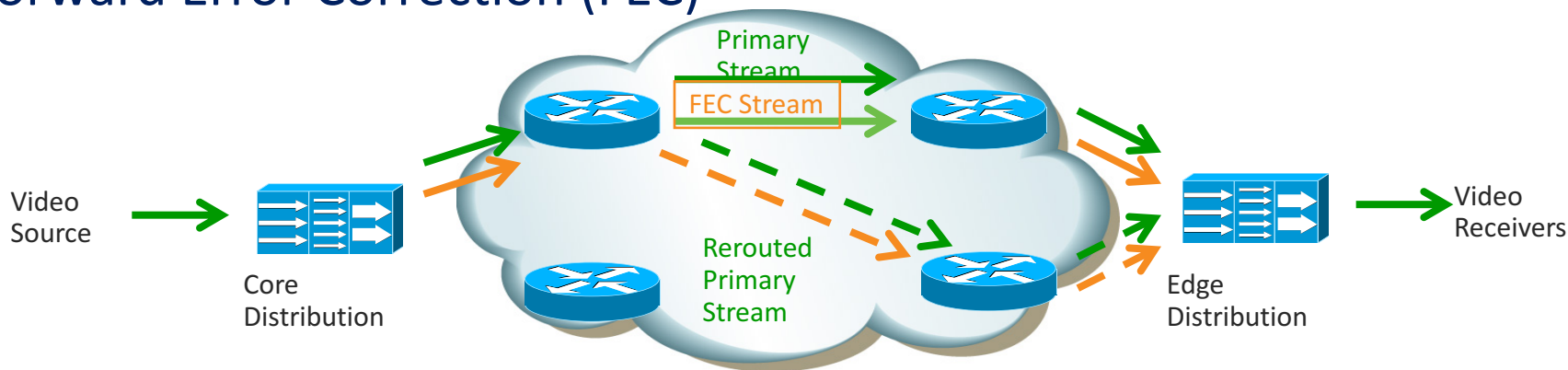
Seamless IP Protection Switching



Source: SMPTE 2022-7

パケットロス回避策 (3)

Forward Error Correction (FEC)



- 送信データに冗長性を追加して、再送なしに修復を可能にする
- Forward Error Correction
 - ✓ ロスが一定範囲の場合、影響なく修復が可能
 - ✓ Path Diversityの必要なし
 - ✗ FECオーバーヘッドを最小化するFast Convergence Networkが必要
 - ✗ 余計な帯域が必要
 - ✗ 遅延への影響(障害時間が長いと、オーバーヘッドやブロックサイズが大きくなる)

Video Quality のモニタリングと分析

Content Delivery

- IP Network Delivery
 - Video Streams
 - Bandwidth Demand
 - Bandwidth Utilisation across sessions
 - Dominant Bitrate Ranges
 - Topology awareness
- Clients
 - バッファリング
 - ビットレートの選択

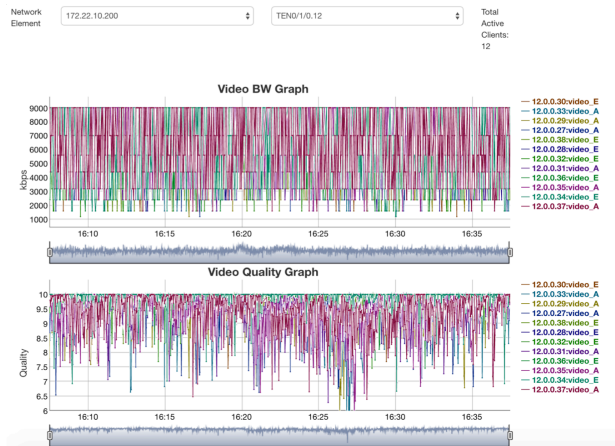
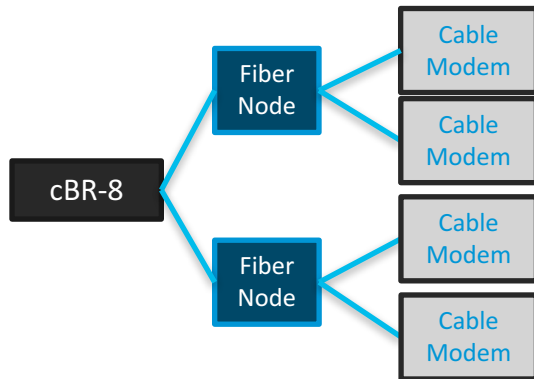
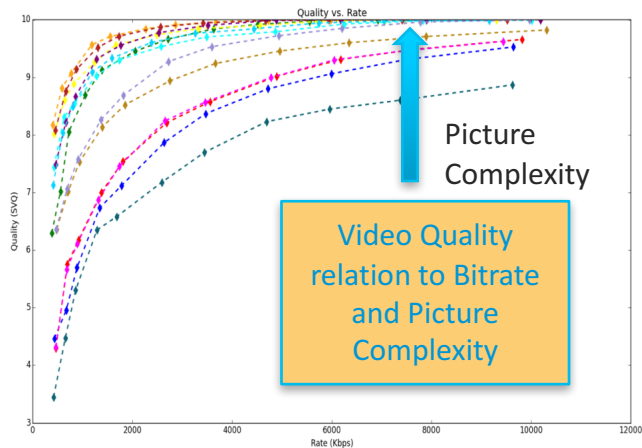
Content Quality

- VPQ – Virtual Perceptual Quality (or SVQ – Stream Video Quality)

Optimisations

- ネットワーク設定の最適化
- Client playback
 - VPQに基づきABRプロファイルを最適化

E2E Video Quality の分析 (VQA)



Content

Virtual Video Platform

- タイトルごとのVideo Qualityを測定し、VQAアプリケーションにレポート

Network

Access Networks

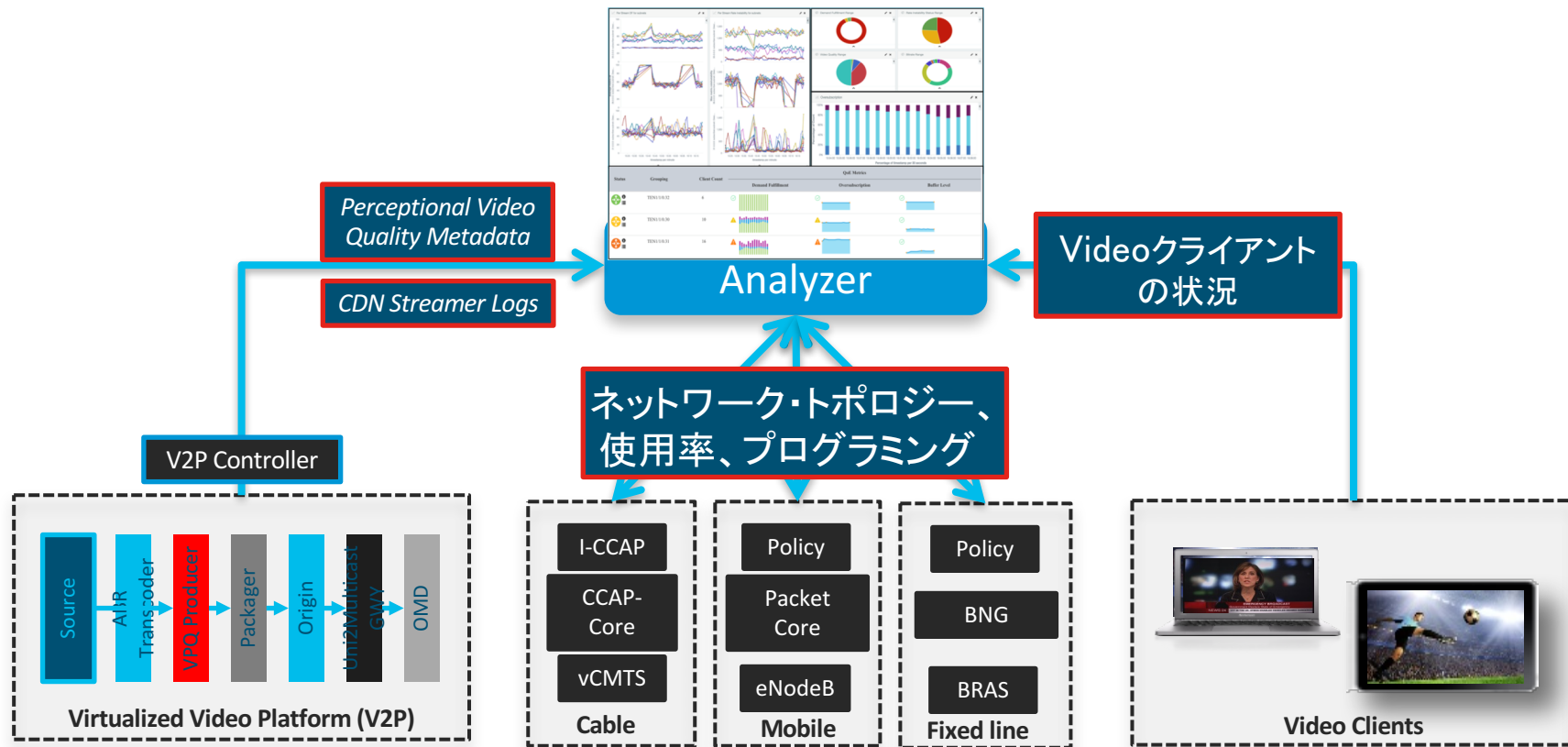
- ネットワークポロジや、セグメント毎の帯域使用情報をVQAアプリケーションにレポート
- Video QoEを最適化するようにネットワークを再構成

Client

Video Client

- バッファレベルとビットレート選択をVQAアプリケーションにレポート

E2E Video Quality の可視化



Data Metric の例 (1/2)

Metrics	Threshold	MIB	NetFlow	CLI
IP Packet Count		X	X	X
IP TTL			X	X
IP TTL minimum			X	X
IP TTL minimum			X	X
Flow to Interface Mapping		X	X	X
IP Flow 5-tuple		X	X	X
RTP Synchronization Source (SSRC)		X	X	X
IP Octets Count		X	X	X
Media Stream Packet Count			X	X
Media Stream Octet Count			X	X
Mean Media Bit Rate			X	X
Media Packet Rate			X	X
Packet Loss Count		X	X	X

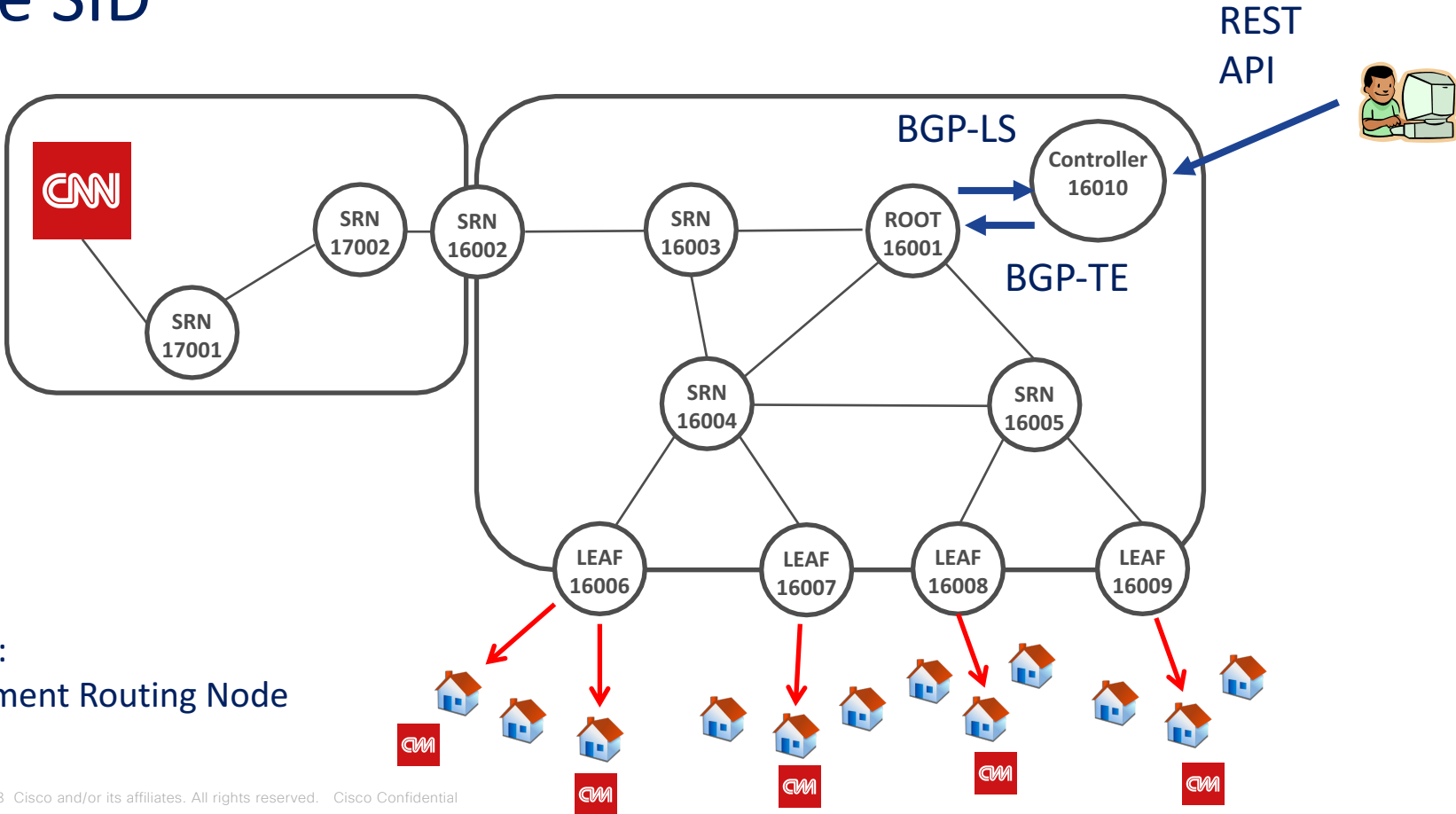
Data Metric の例 (2/2)

Metrics	Threshold	MIB	NetFlow	CLI
Packets Expected Count		X	X	X
Fraction Lost	X	X	X	X
Measured Rate			X	X
Loss Event Count			X	X
Round Trip Time (RTT)			X	X
Interarrival Jitter (RFC3550) max			X	X
Interarrival Jitter (RFC3550) min			X	X
Interarrival Jitter (RFC3550) mean	X	X	X	X
Media Rate Variation	X	X	X	X
Media Error			X	X
Media Stop	X		X	X
Packet Drops			X	X
DSCP and IPv6 Traffic Class			X	X

ご参考資料

- IP Multicast に代わる p2mp replication :
Segment Routing - Tree SID (Segment ID)
- Managed Content を Delivery する新方式
hICN (hybrid Information Centric Networking)

Tree SID



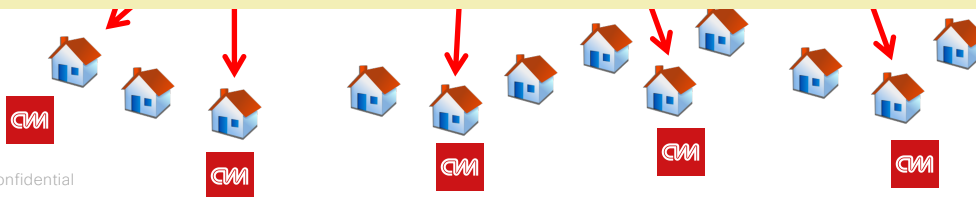
SRN:
Segment Routing Node

Tree SID

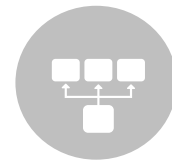


```
{  
  "source" : "1.1.1.1",  
  "destinations" : ["4.4.4.4", "5.5.5.5", "6.6.6.6"],  
  "sid" : 18001,  
  "download_method" : 1,  
  "descriptor" : "TS_ONE"  
}
```

SRN:
Segment Routing Node



Information Centric Networking (ICN)



基本コンセプト：“Where” でなく “What”

- 現在の IP Network - 宛先に基づくルーティング
URI を指定し IP アドレス (Location 情報)を得て、GET リクエストをそこに投げ、Content を得る
- ICN – Content の名前を指定し、Content を得る

3つの主要要素

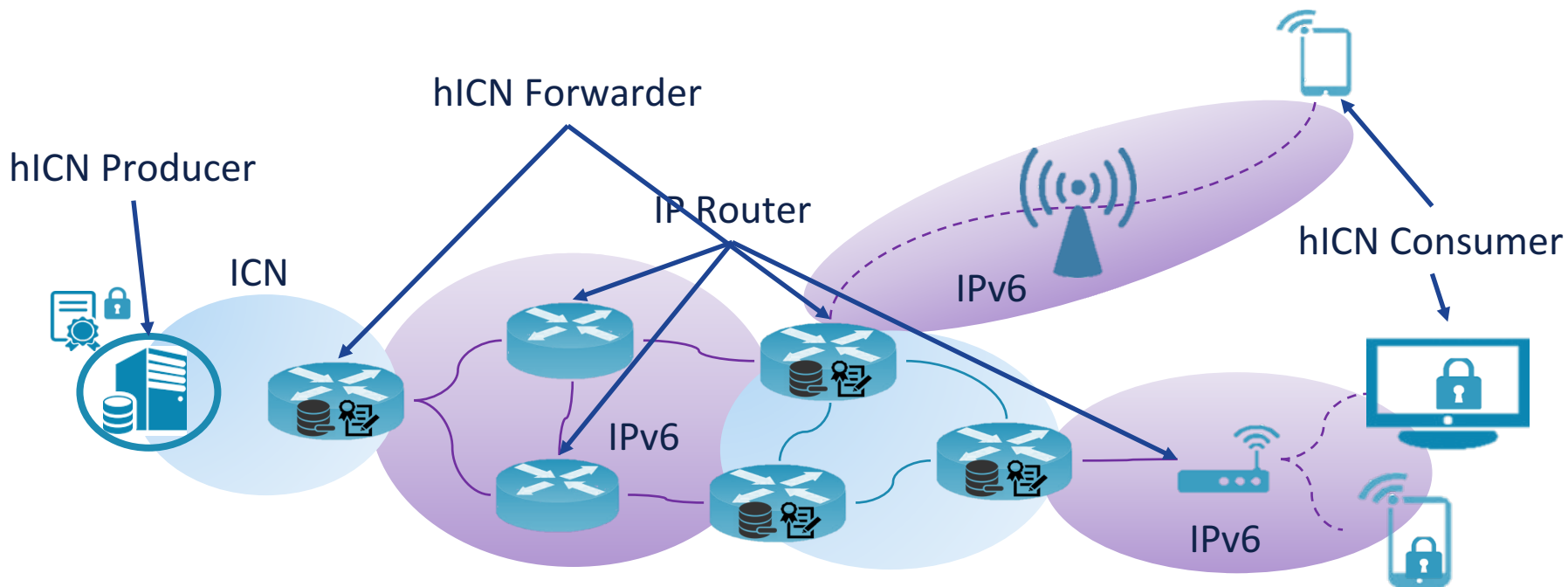
Named Data

Dynamic
Forwarding

Connection-less
Transport

- ✓ ユーザ エクスペリエンスの向上
 - 低遅延
 - マルチパス
- ✓ スケーラビリティ
- ✓ トランスポートのコスト削減
- ✓ モビリティとの親和性

Hybrid ICN: ICN と IP Routing の共存



- IPv6 Header に ICN semantic を埋め込む！

hICNによるVideo Delivery

