



Integrated Performance Measurements

Cisco Systems

Teppei Kamata

IP is back and better than ever.

Build anything

Self-sufficiency is the new

SRv6 uSID

IPM

Measure everything

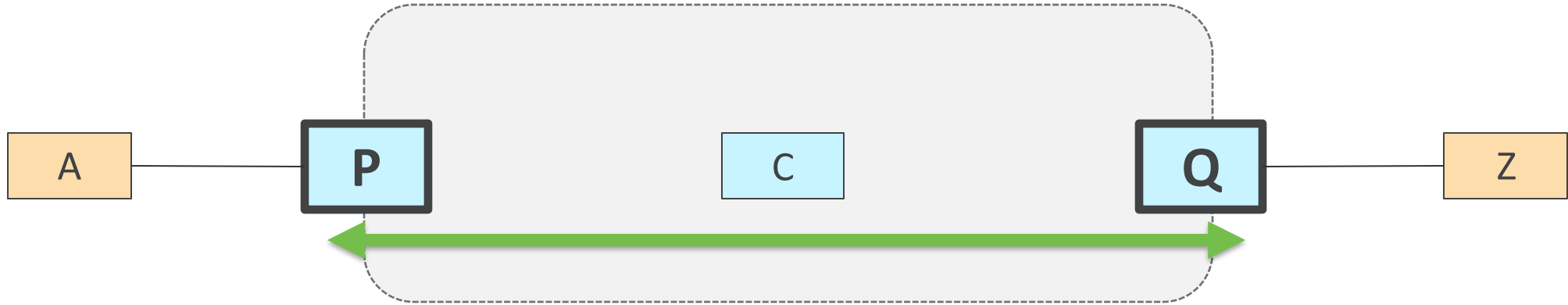
ネットワーク内に組み込まれたSLA MonitoringとIPM

簡素化され、スケールラブルで汎用性の高い、自律的なネットワーク

本日の内容

- IPを用いたIntegrated Performance Monitoringについて解説します
- IPMはProbeや各種プロトコルによって測定したデータをルーティング情報と相関させることで、より高度なネットワークのパフォーマンス計測をする手法
- GenAI/HPCネットワークのパフォーマンス計測とデバッグビリティというテーマですが、AIインフラ向けにCiscoが持っているパッケージソリューションの話はしません。
(もし聞きたい方がいましたら個別にお声がけください)

ECMPを含むAny Edge to Any EdgeでのSLA Measurement



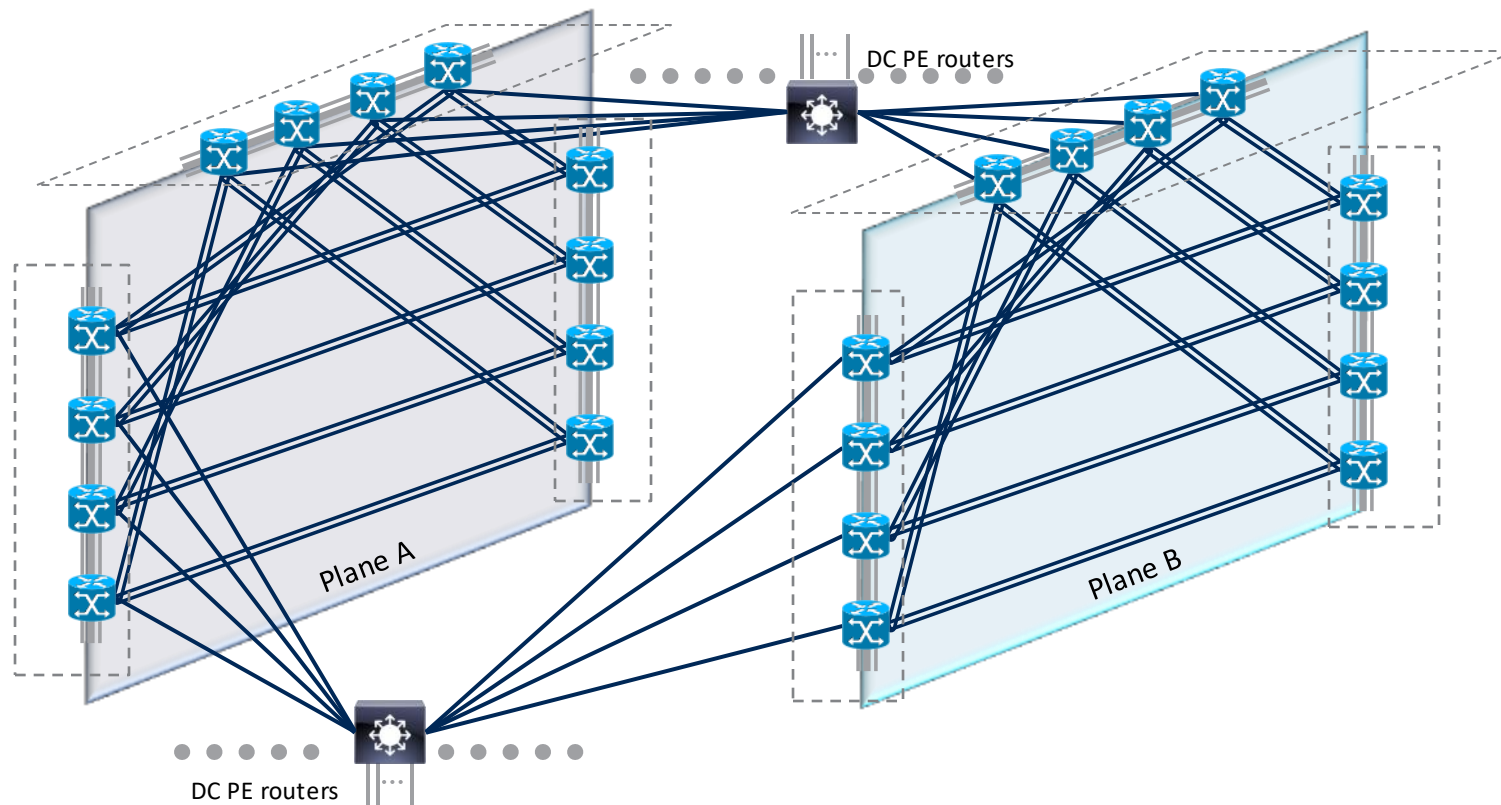
- ECMP Pathを含むPからQへの **Active probing**
- 継続的に **routing monitoring**
- **Analytics**
 - probe measurementとrouting dataの相関性を解析するソリューション

Problem and Solution Intuition

Network Assurance

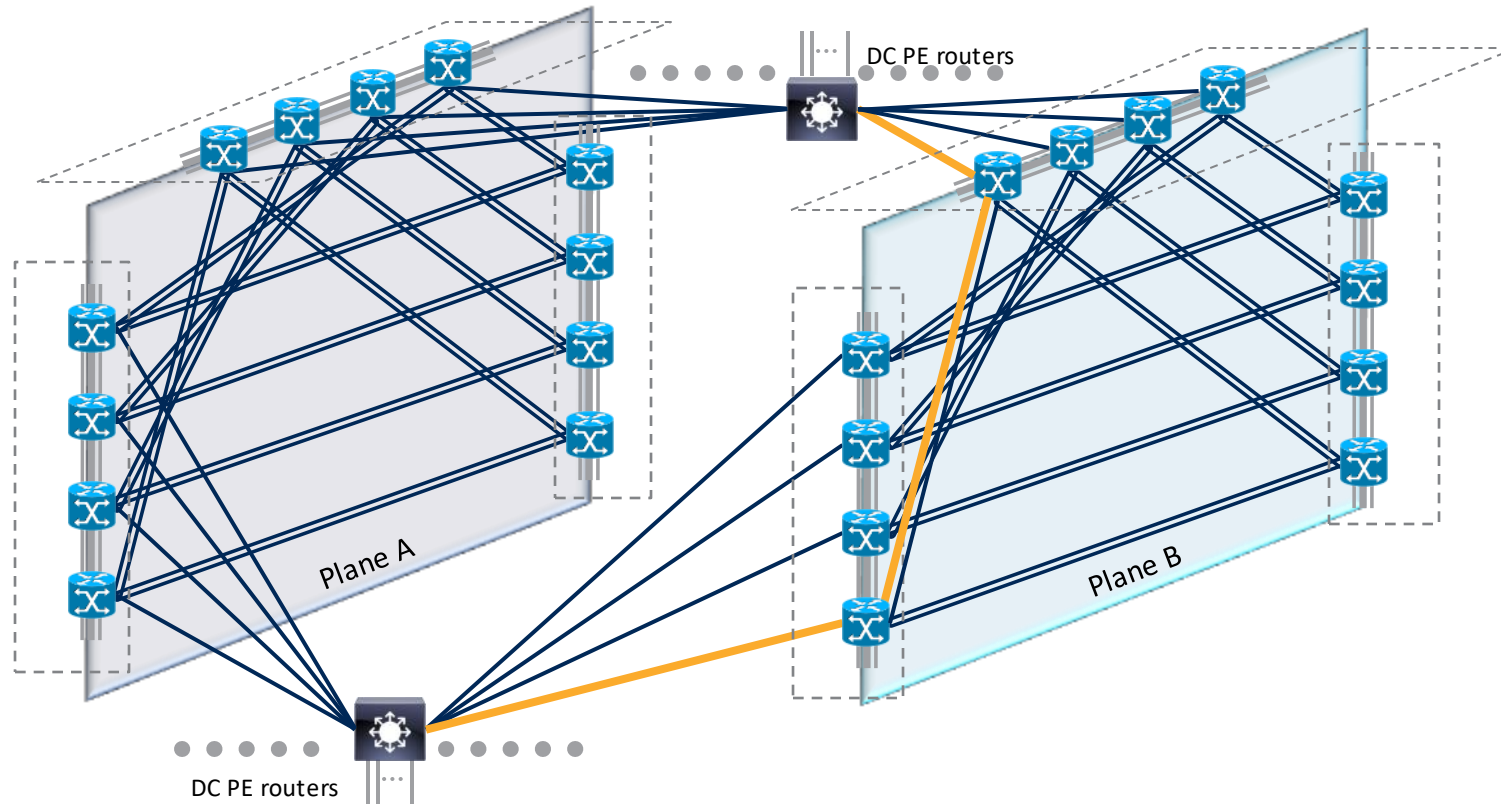
- High-investment, low detection
 - Probeのための外部アプライアンス(SP)や複雑なホストベースのアプリケーション(DC)の導入にはかなりの投資が必要となる
- Blind spots in network monitoring prevent detection of issues
 - Reactive, Not Proactive, Issue Resolution
- Why? The nature of IP is ECMP. The nature of Probing isn't ECMP.

The nature of IP is ECMP



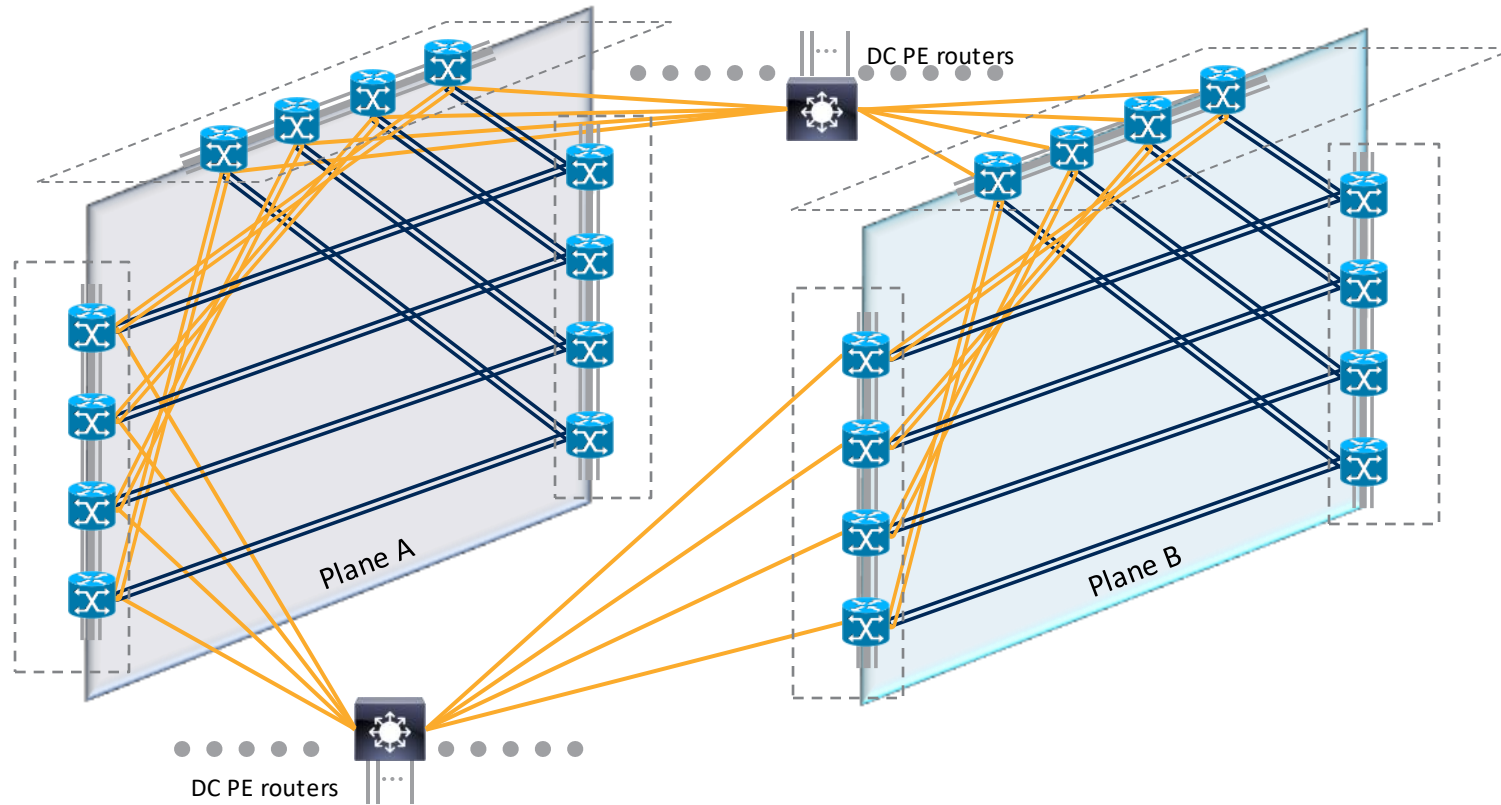
- これはシンプルなTopologyの例ですが、すでに 16 ECMPパスがあります
- ECMPパスの数は大きなトポロジになると大幅に増加します

Probing neglects the ECMP reality



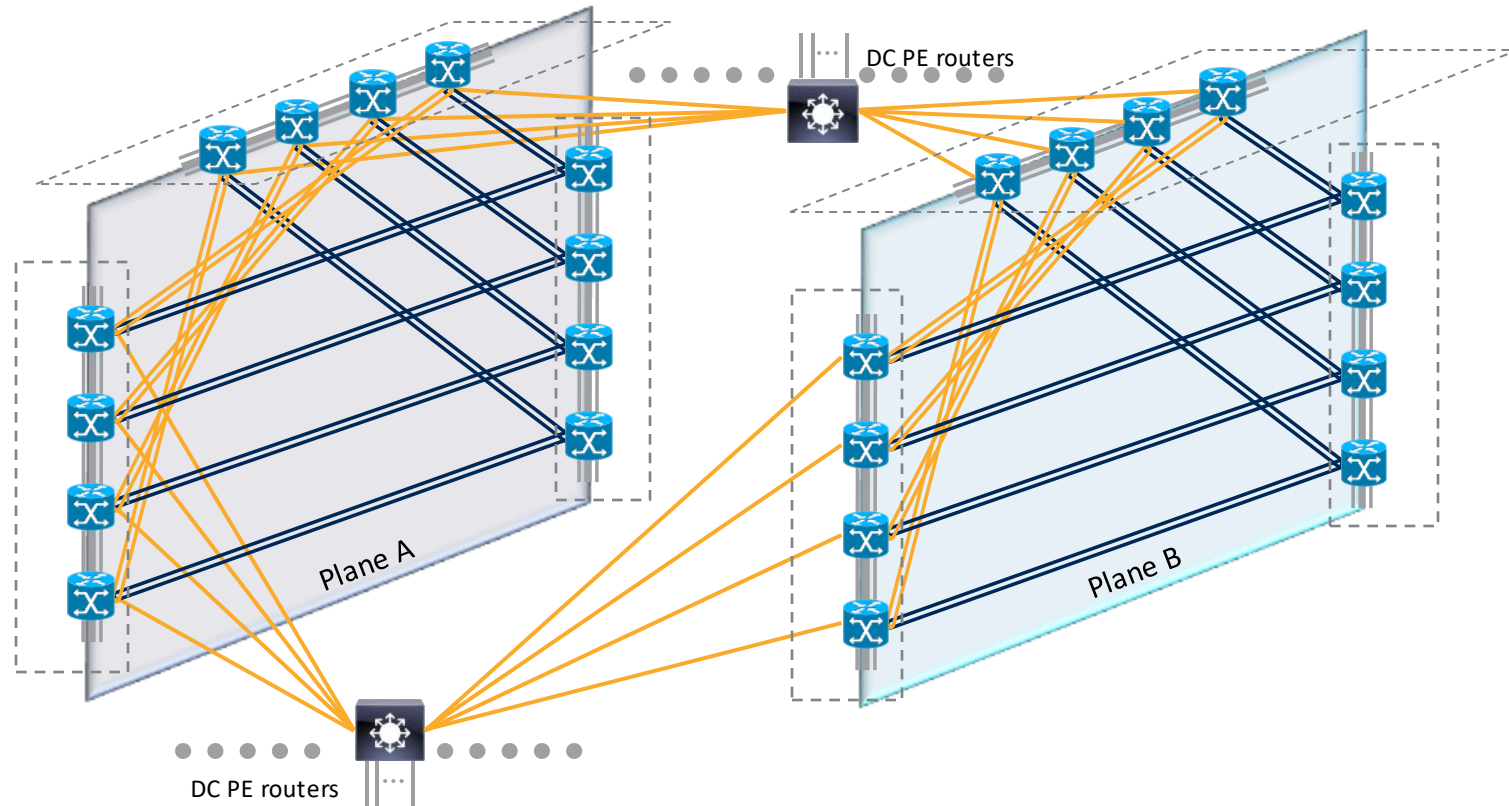
- 通常のProbingソリューションでは全ECMPパスを測定するのは難しい
- シンプルなprobeは送信元から宛先まで出す
 - A single 5-tuple. Whatever hashing may be.

A measurement solution MUST:



- 全てのECMPパスのモニタリング
- 全てのECMPパスを測定するための十分なPPS
- 全てのECMPパスに対する正確な測定

Much Higher Scale

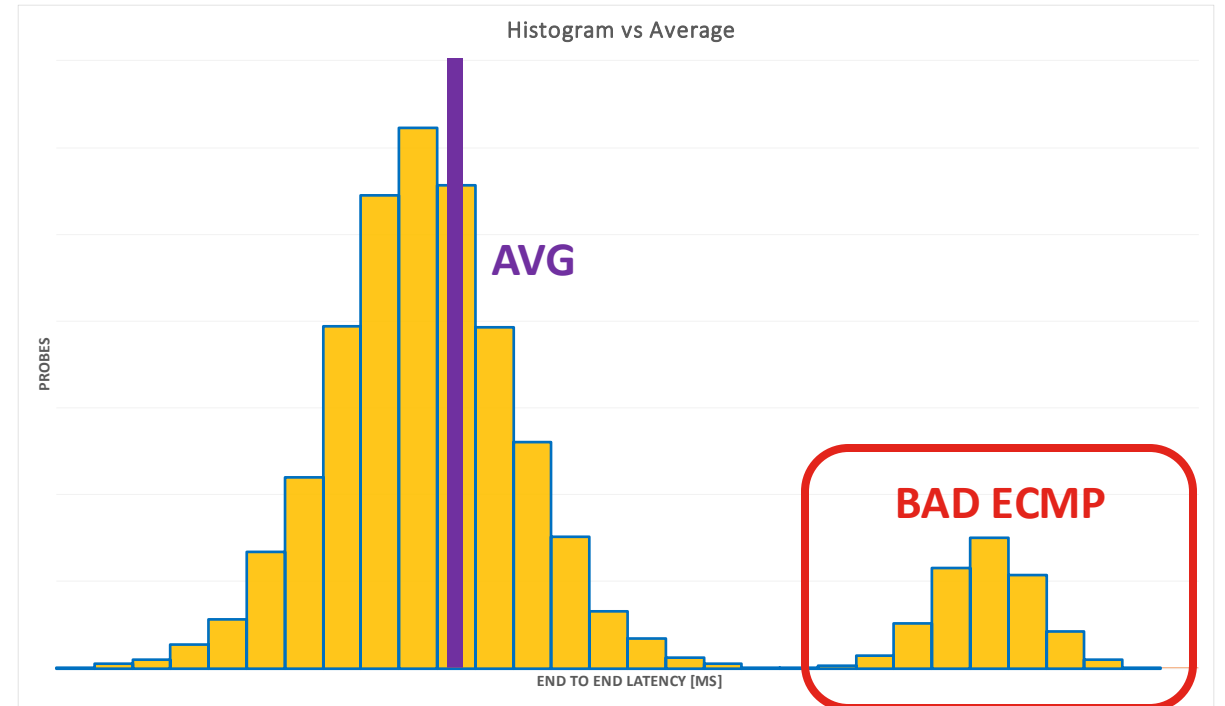


- 1 measurement every msec
- 500 edges
- 16 ECMP paths

8M probes per sec (57% of Silicon One capability)

Accurate Metrics

- ECMP 8パスのうち1本に障害
- 12.5%のトラフィックが影響を受ける
- 平均値を取ると気づきづらい
- IPMは母集団全体のExperienceをReportするのを目的としている



Solution: Accurate and Rich Metrics

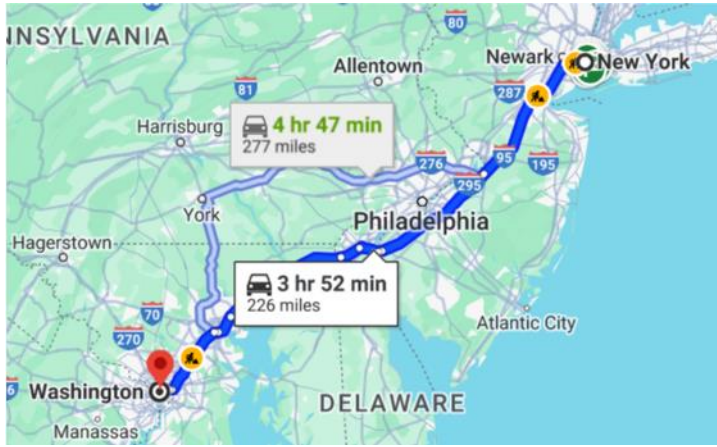
- 各probeでlatency, loss及びlivenessを測定する
- 2-wayではなく、One-way measurement用いる
- ECMP-path毎に測定
- min, avg, maxを示すのではなく Latency histogramを示す
- Loss approximationではなく Absolute loss
- Liveness detection (sub-2ms)

What to expected? How to grade?

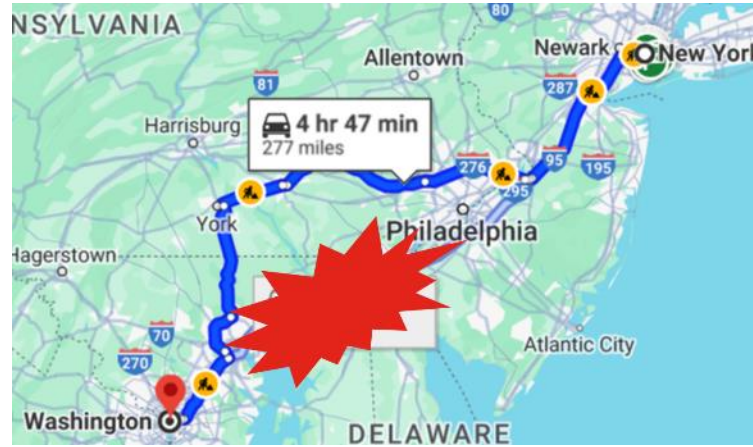
- NYC to DC, how long?
 - 地図がないと分からない
- NetworkでもトポロジなしでどうやってSLAを評価するのか?
- Routingとの相関を取ることには非常に重要



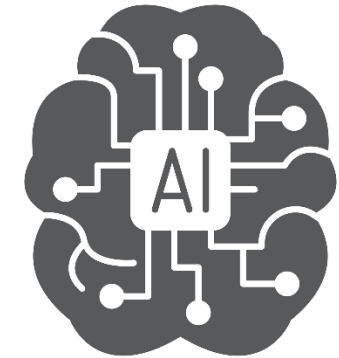
Continuous Correlation to Routing



Measured Latency
compared to best topology



Measured Latency
compared to current topology



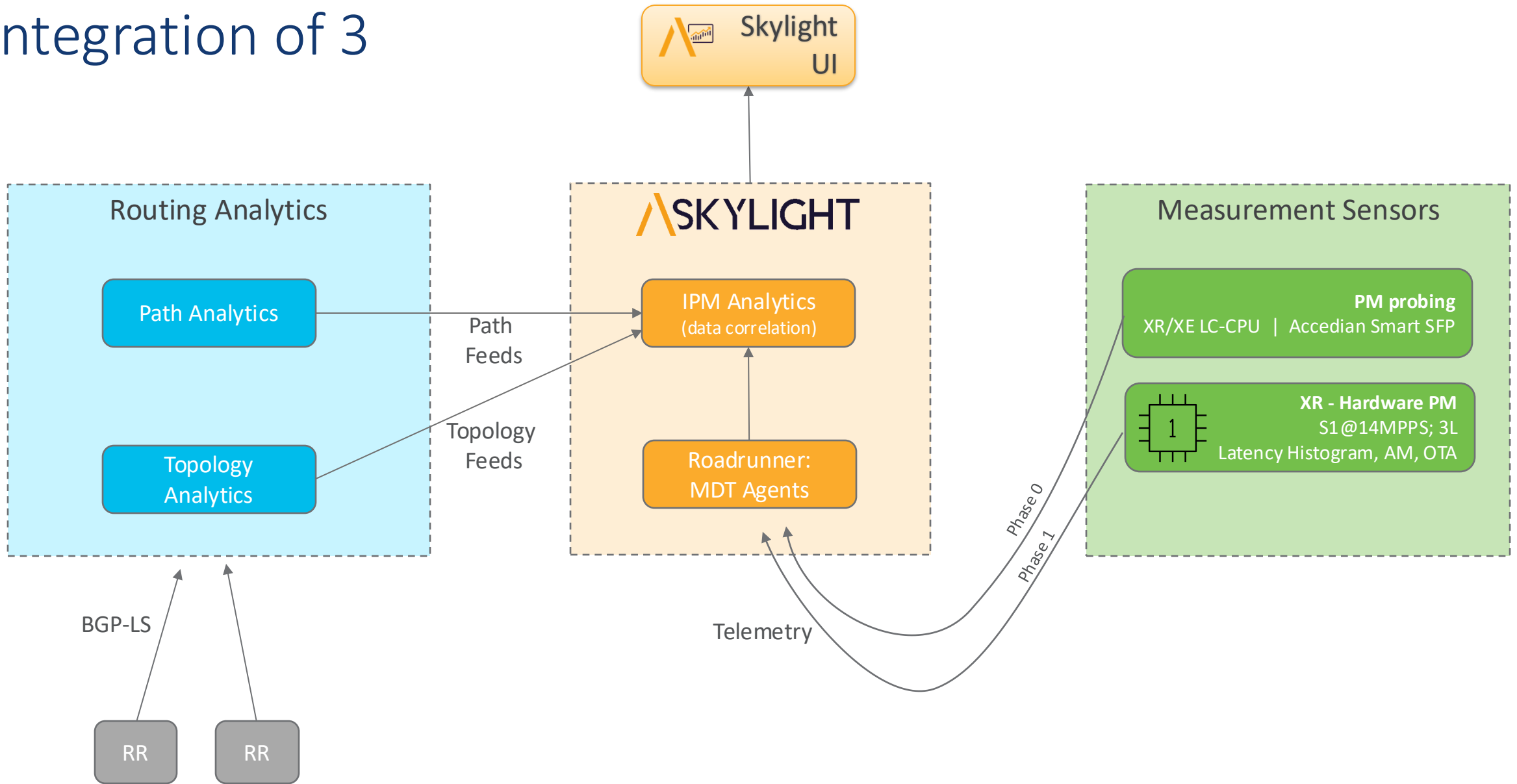
- 任意のPから任意のQへのECMP経路における計測の時系列データ
- 任意のPから任意のQへのECMP経路の時系列データ

Inference

- (PAR, MAD)間の測定でSLAの劣化(e.g., loss)を検知
- 追加の測定をしなくても, Routingの相関を取っていれば、他に影響を受けることが想定される他の(SRC, DST)のペアについても推測することができる
 - BRU to SEV is impacted
 - LON to LIS is impacted

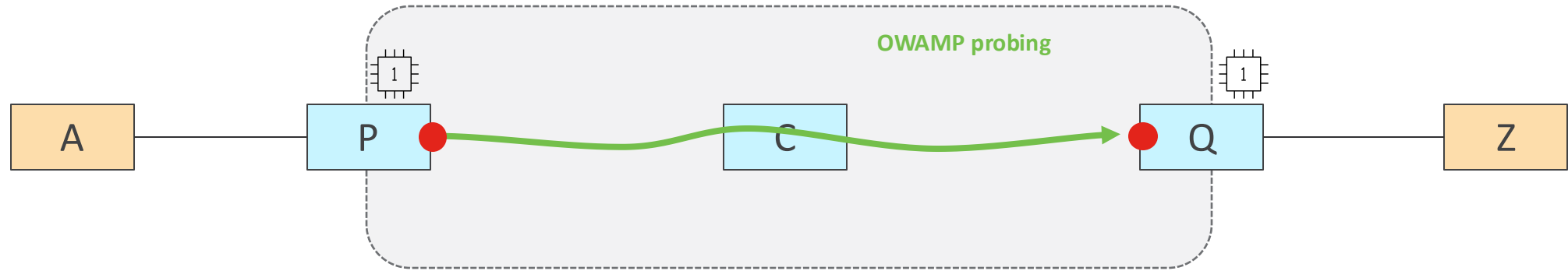


Integration of 3



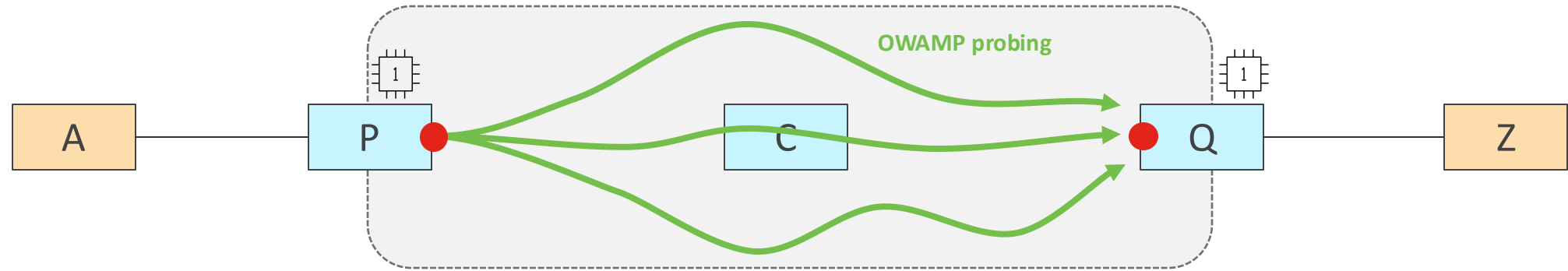
Measurements

One-Way Measurement



- STAMP: One-Way standard probe (P, Q)
- @P: Probe generation
- @Q: Probe processing/receival with 3Ls (Latency, Loss, Liveness)
- **One-Way Measurement**にすることでリターン・パスへの影響を除外することができます

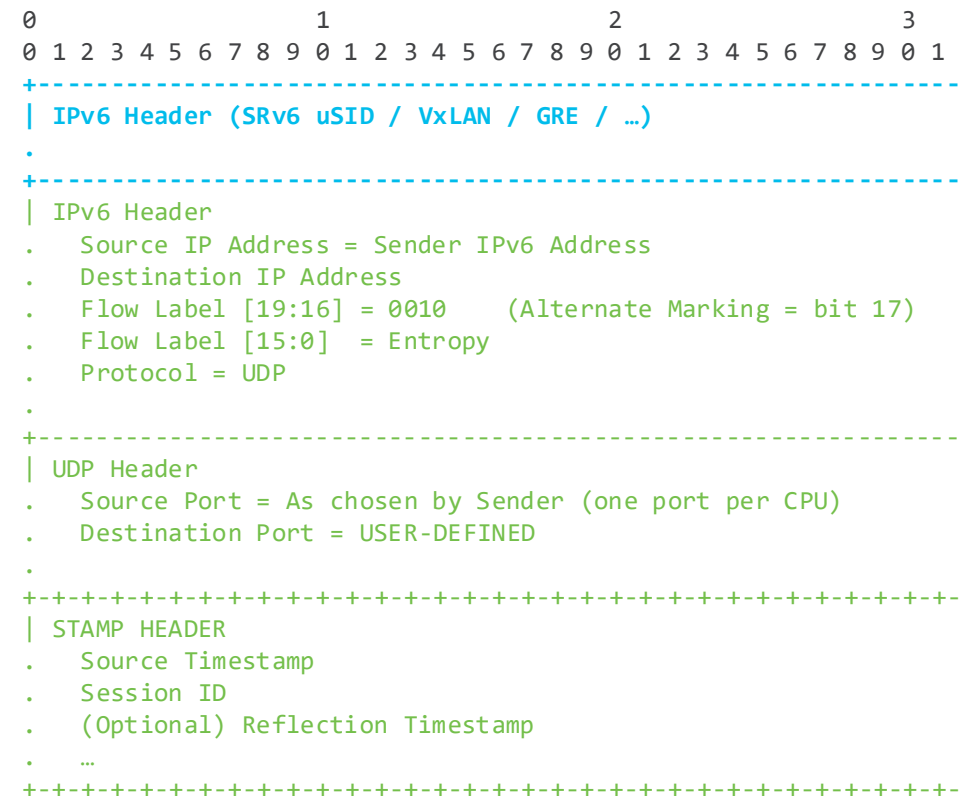
Measure ALL ECMP Paths



- 各probe packetはランダムなflow labelを使用する
- 毎秒1000ppsの測定パケットを送信
- すべてのECMPパスでの品質を測定することができる

Standard Based Measurement

- STAMP – RFC8762/RFC8972
- Packet Format:
 - Outer Encapsulating header:
 - > Any IP Encapsulation
 - > SRv6 uSID/GRE/VxLAN/...
 - STAMP measurement packet:
 - > Alternate Marking bit as part of Flow Label
- STAMP measurement packetはVRF上にて使うことも可能
- PE上でのUnderlayのTransportとVPN上のForwardingパスの両方をモニタリング可能



Probing Flexibility

- Configurable DSCP and Payload
- ECMP – 2つの動作モード:
 - **Spray**: すべてのprobeパッケージが異なるFlow Labelを使用.
 - **Dedicated-FL**: 各セッションすべてのProbeパッケージにdedicated Flow Labelを使用
- Traffic engineeringのポリシーと組み合わせてECMPパスベースの測定が可能

Routing Analytics

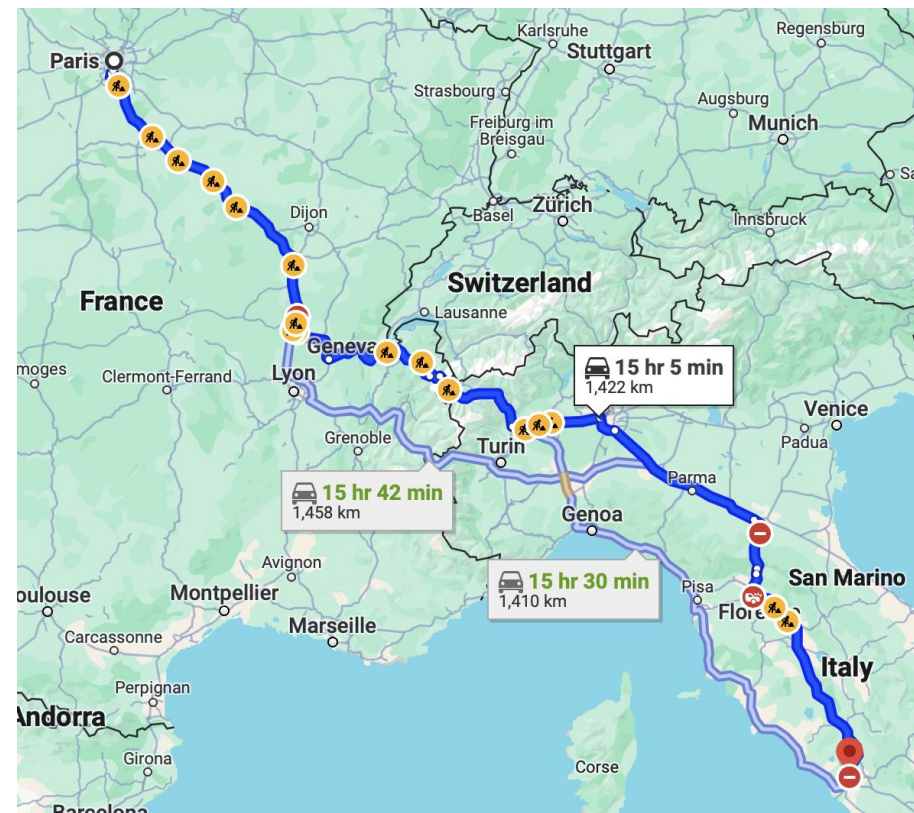
Defining a baseline



- これは本当に良い値ですか? 期待値は?
- 大まかな計算:

$$\frac{1422km}{\frac{2}{3} \times c} = 7.11ms$$

しかしこれは本当に正しい測定でしょうか?



Planned routing path

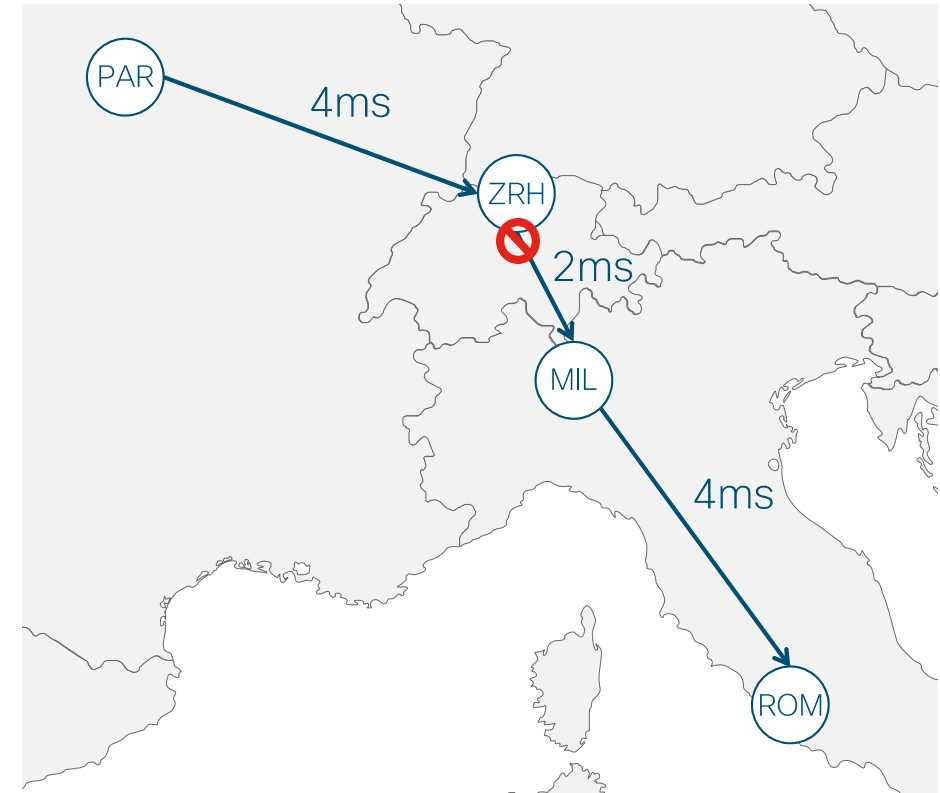


- PARからROMへの想定Routingパス:

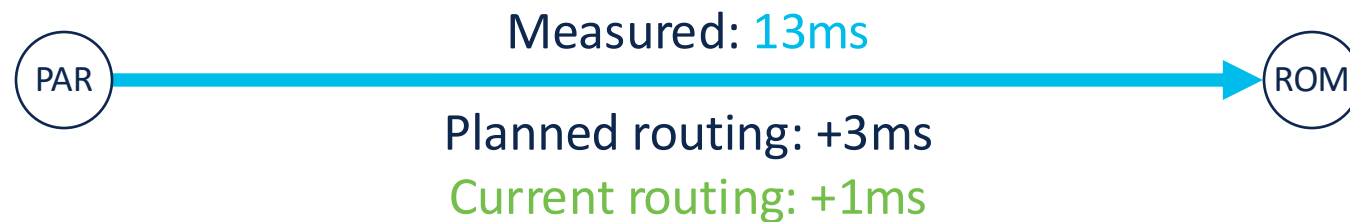
PAR – ZRH – MIL – ROM

- End-to-endの伝送遅延:

$$4 + 2 + 4 = 10ms$$



Current routing path

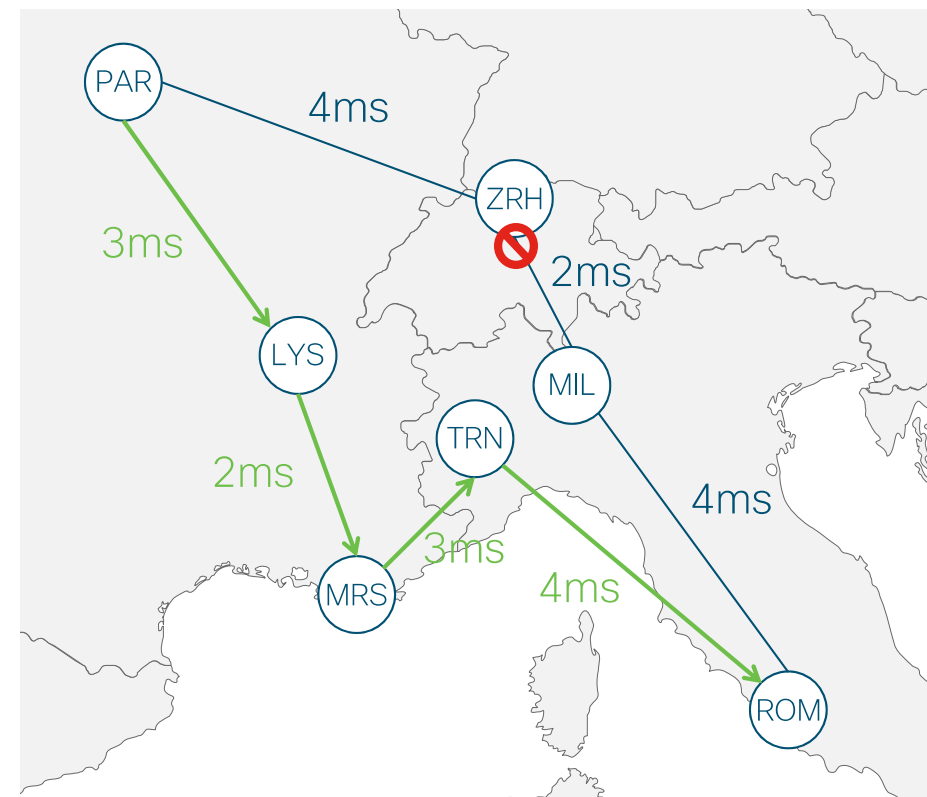


- PARからROMへの今のtopology:

PAR – LYS – MRS – TRN – ROM

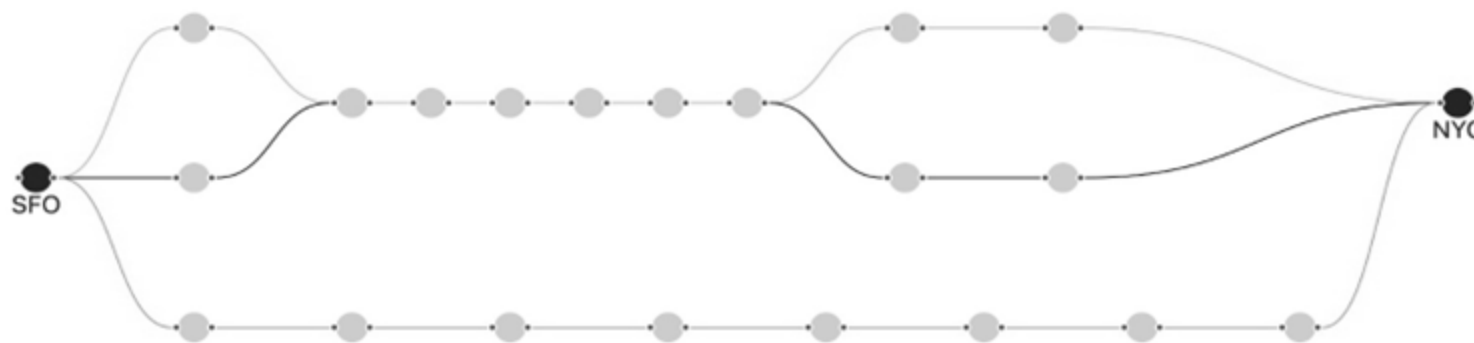
- End-to-endの伝送遅延:

$$3 + 2 + 3 + 4 = 12ms$$



Path Analytics (PA)

Real-time path monitoring



- スライス内の送信元から宛先までの各パスについて:
- パスが変わる際に常に以下をReport
 - 新しいECMP pathのセット
 - 各パスのEnd-to-endの伝送遅延
- 安定性に関するKPIのReport
 - Time stable
 - Time alive

Topology Analytics (TA)

How stable is the routing topology?

- 一日にどれくらいのイベントがありますか? 一週間では?
- Routingにどれくらいのインパクトがありますか?
- どれくらいの期間Topologyは安定していますか?

- TAはRoutingイベントを解析して、Metricをコントローラにフィードバックします

Identify relevant topologies

- What-if analysis (キャパシティプランニングなど) は実際のトポロジで実行しないと意味がありません
- TAは関連するトポロジを2つのタイプに分類します
 - Stable topologies, 一定期間使用され続けていた安定したトポロジ
 - Topology* (“topology star”), 実際にDeployされているトポロジ

Topology Analytics

- 実際にdeploされたtopologyは Network managementに必須の情報です
 - What-if analysis
 - Ideal baseline for IPM
 - Any network planning
- しかしチャレンジとなりやすいのは
 - 任意のtopology snapshotを取る場合 (very likely)理想的な状態じゃないものとなることが多い
 - 手動でplanning toolに入れている情報を更新し続けること

And even more...

Deterministic Demand Matrix (DDM)

- Automated and lightweight demand matrix calculation
- Leverages hardware accounting of every packet on a per-destination basis
 - Available across the portfolio: NCS family, Cisco 8000, ASR 9000

Automated Capacity Planning (ACP)

- Periodic what-if simulations based on routing topology and demand matrix
- Extracts capacity planning advice out of billions of data points

Routing Protocol Validation (RPV)

- Monitors compliance to best practices
- Proactively detects issues based on real-world scenarios encountered by our routing experts

Now



Now

UC 1

- Network latency Grid

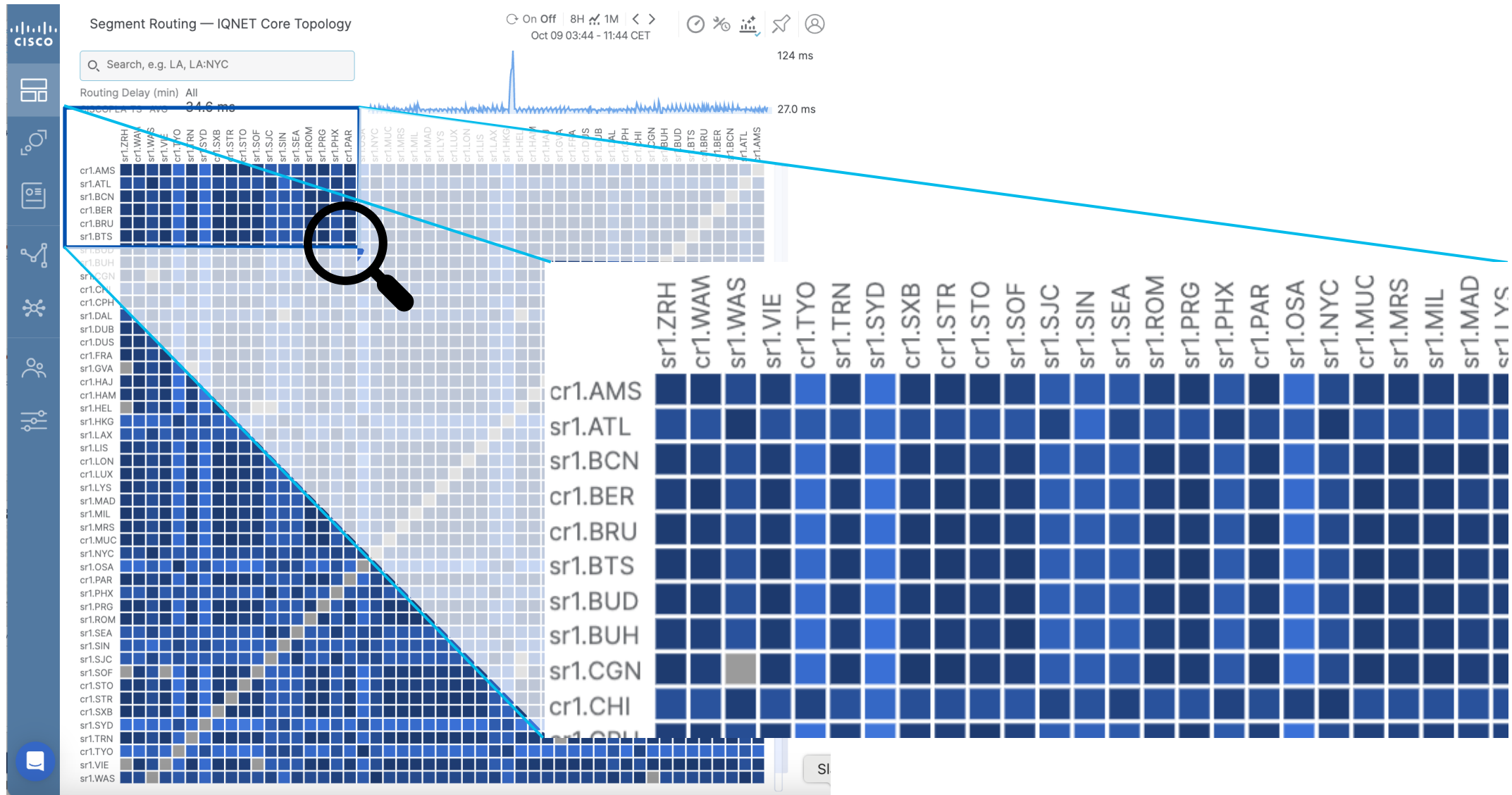
UC2

- Geo macro view of network edges

UC3

- Compare paths and details

Network Latency Grid



Stable Path Preview

Segment

A
03:47 Oct 09, 2024
111 ms - 8 hops
✓

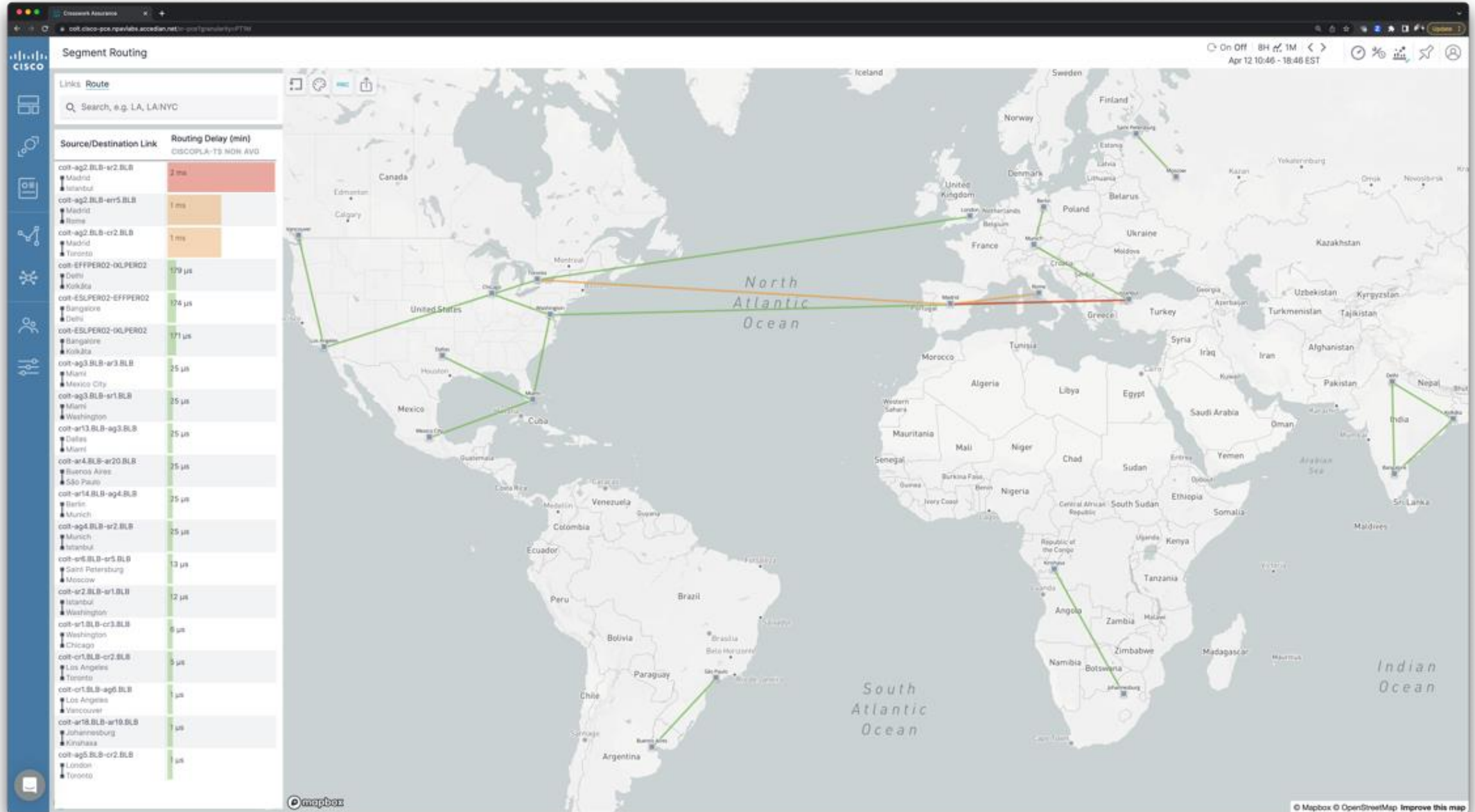
Open details

Routing Delay (min)	Node	Hops
	cr1.LON (cr1.LON)	●
52 μs	cr2.LON (cr2.LON)	
3.28 ms	cr1.PAR (cr1.PAR)	
183 μs	cr2.PAR (cr2.PAR)	
3.37 ms	cr1.LYS (cr1.LYS)	
1 μs	cr2.LYS (cr2.LYS)	
2.03 ms	cr2.MRS (cr2.MRS)	
68.6 ms	sr1.SIN (sr1.SIN)	
33.1 ms	cr1.TYO (cr1.TYO)	●

The map displays a network path starting in London (cr1.LON) and ending in Tokyo (cr1.TYO). The path includes intermediate nodes in Paris (cr1.PAR), Lyon (cr1.LYS), and Singapore (sr1.SIN). A blue line connects London to Singapore, and a red line connects Singapore to Tokyo. A sidebar on the right shows a list of nodes with their respective routing delays (111 ms).

© 2024 Cisco and/or its affiliates. All rights reserved. Cisco Confidential

Geo macro view heat map



Drill down for path details and comparison

Inventory Sessions

colt-prod-cr1.LON-cr1.TYO

Active CISCOPLA

Overview Routing Related

Measurements (6)

Q Search

Test date	Delay (min)	Hops
11:54 Sep 29, 2024	111 ms	8
05:28 Sep 29, 2024	67.6 ms	6
20:59 Sep 25, 2024	111 ms	8
20:48 Sep 25, 2024	*	8
B 20:43 Sep 25, 2024	1 ms	7
A 10:33 Sep 23, 2024	111 ms	8

A 10:33 Sep 23, 2024
111 ms - 8 hops

B 20:43 Sep 25, 2024
1 ms - 7 hops

Routing Delay (min)	Node	Hops	Node	Routing Delay (min)
52 μ s	cr1.LON		cr1.LON	34.4 ms
3.28 ms	cr2.LON (cr2.LON)		sr1.NYC (sr1.NYC)	8.47 ms
183 μ s	cr1.PAR (cr1.PAR)		cr2.CHI (cr2.CHI)	1 μ s
3.37 ms	cr2.PAR (cr2.PAR)		cr1.CHI (cr1.CHI)	21.0 ms
1 μ s	cr1.LYS		sr1.SEA (sr1.SEA)	0 μ s
2.03 ms	cr2.LYS		sr1.OSA (sr1.OSA)	1 ms
68.5 ms	sr1.SIN (sr1.SIN)		cr2.TYO	3.79 ms
33.1 ms	cr1.TYO (cr1.TYO)	cr1.TYO (cr1.TYO)		

Next



Enhancements for Limited Availability

Additional KPIs

- ECMP performance
- Min propagation delay

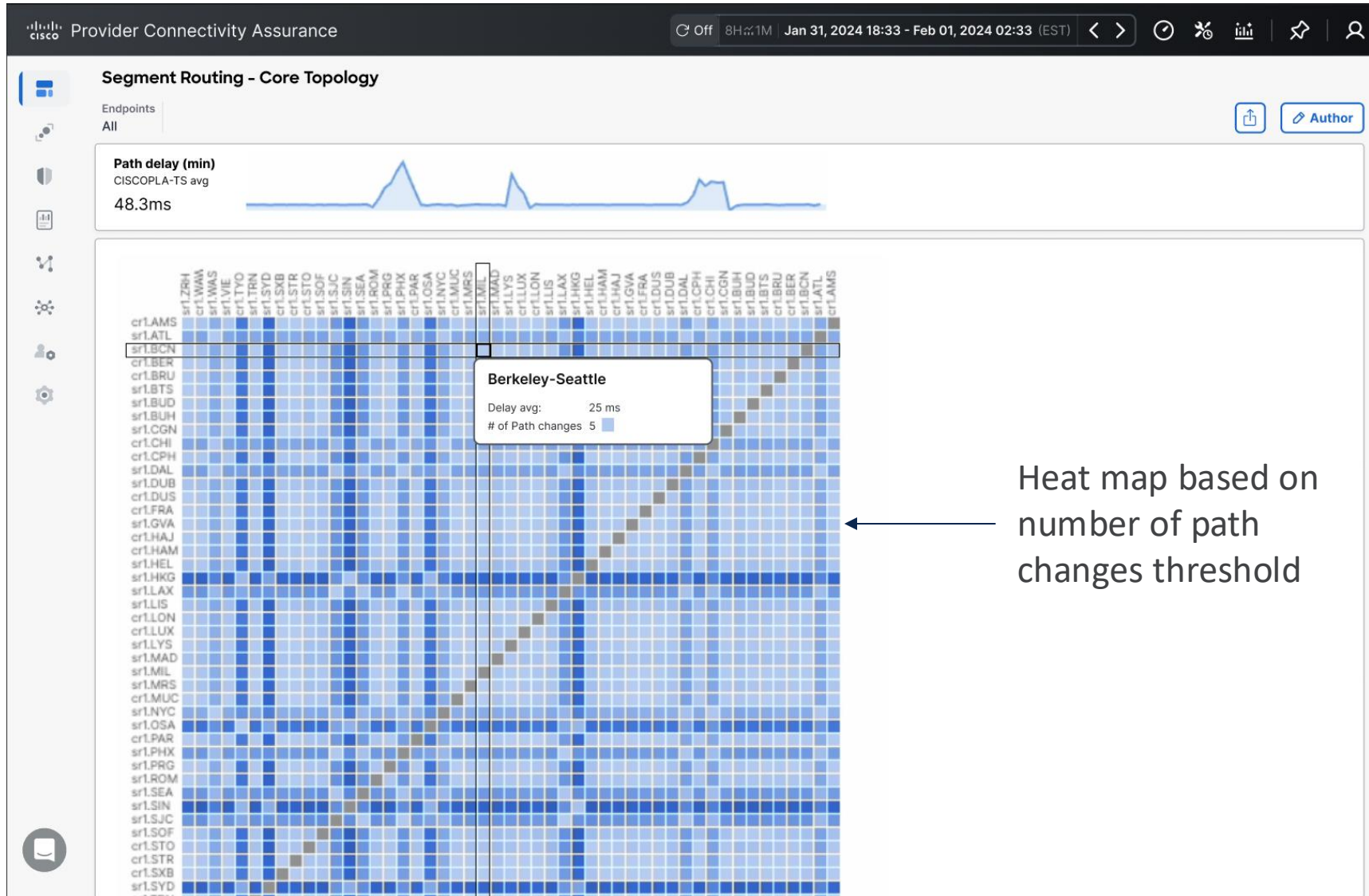
Additional path analytics

- Frequency of ECMP graph
- Heatmap based on latency grid

Correlation

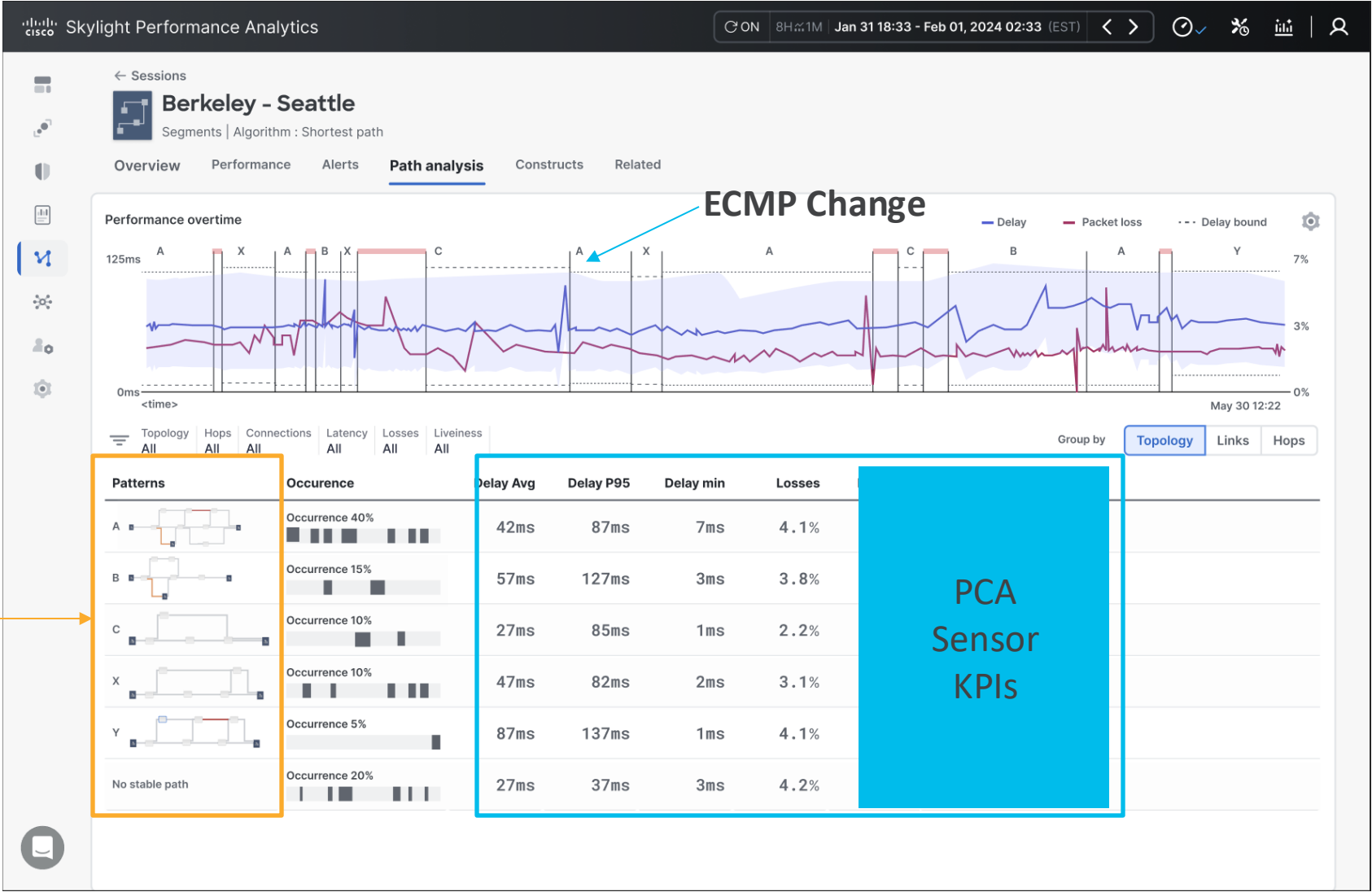
- Correlate RA and service overlay performance measurements

Network Latency Grid Enhancements



Heat map based on number of path changes threshold

Correlation of PCA sensor measurements and ECMP Graphs from RA



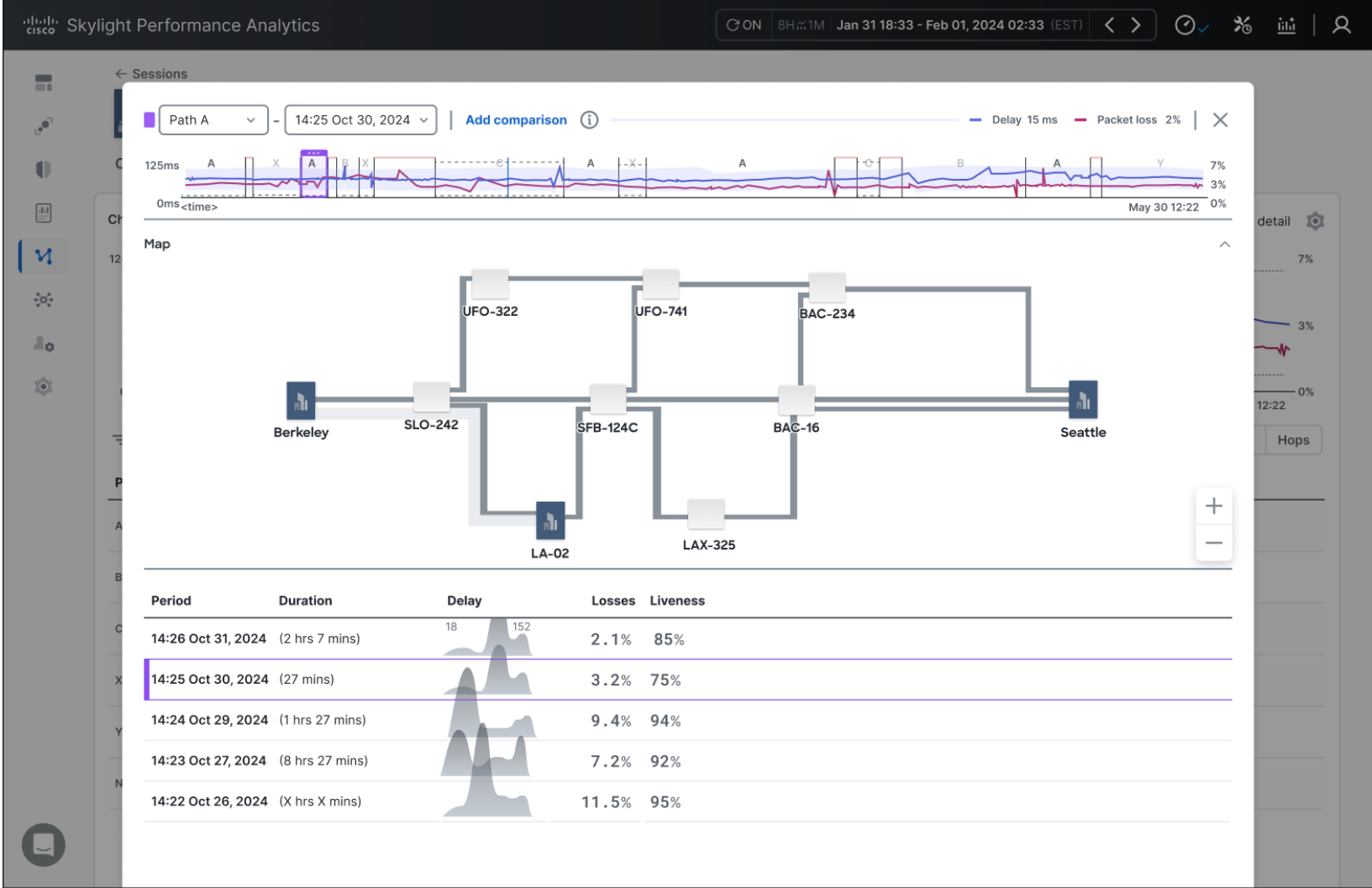
ECMP Graphs

PCA Sensor KPIs



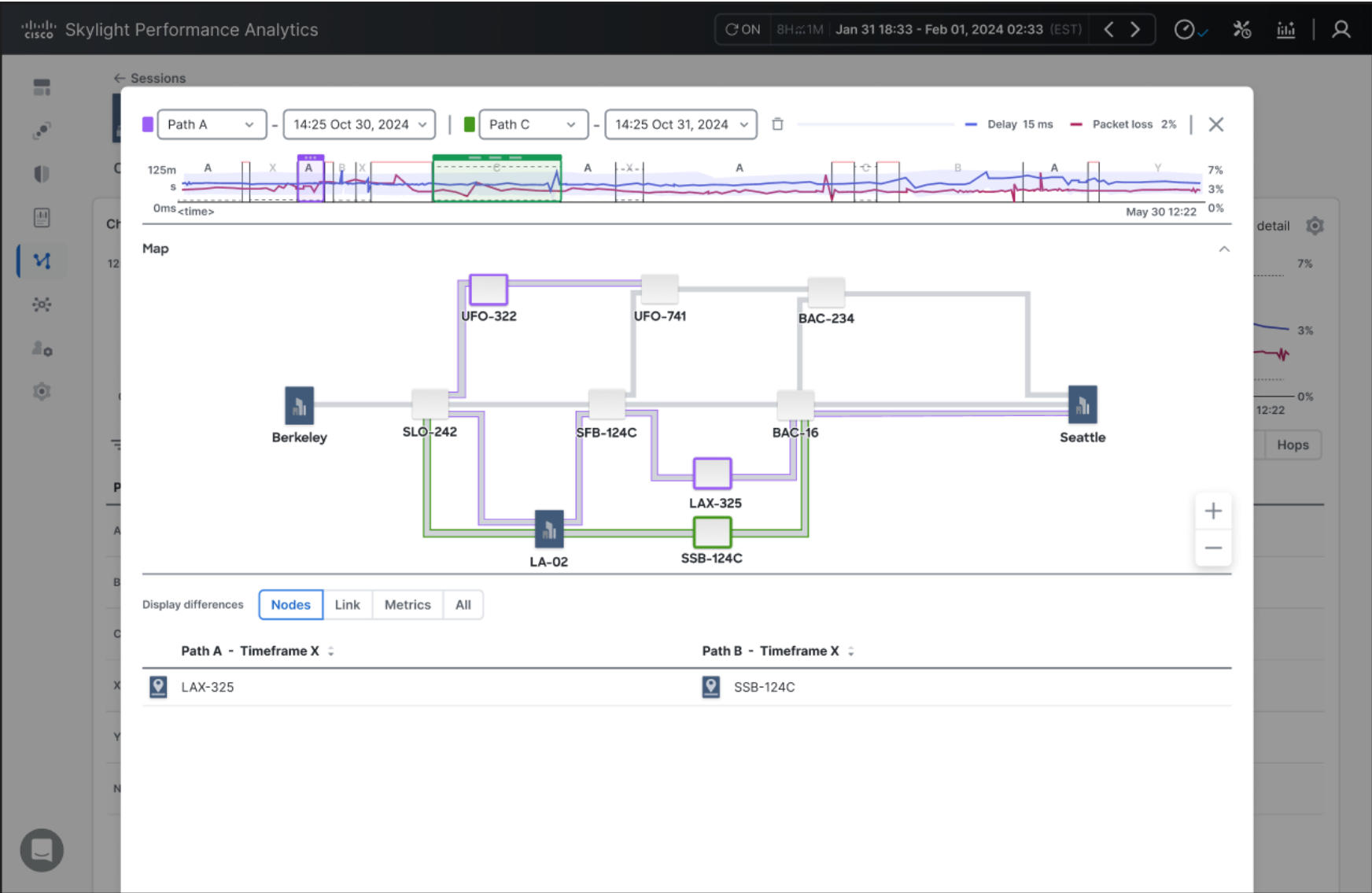
Concept

Graph Detail

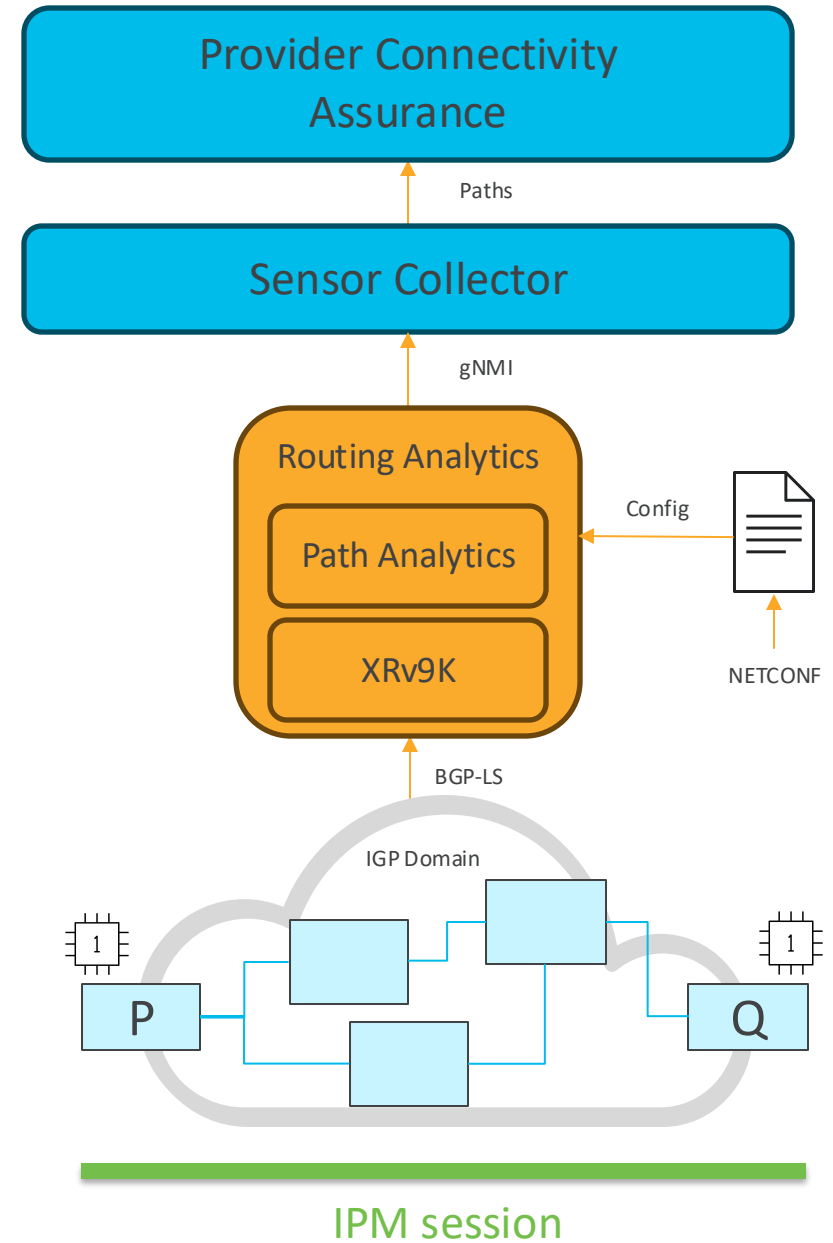
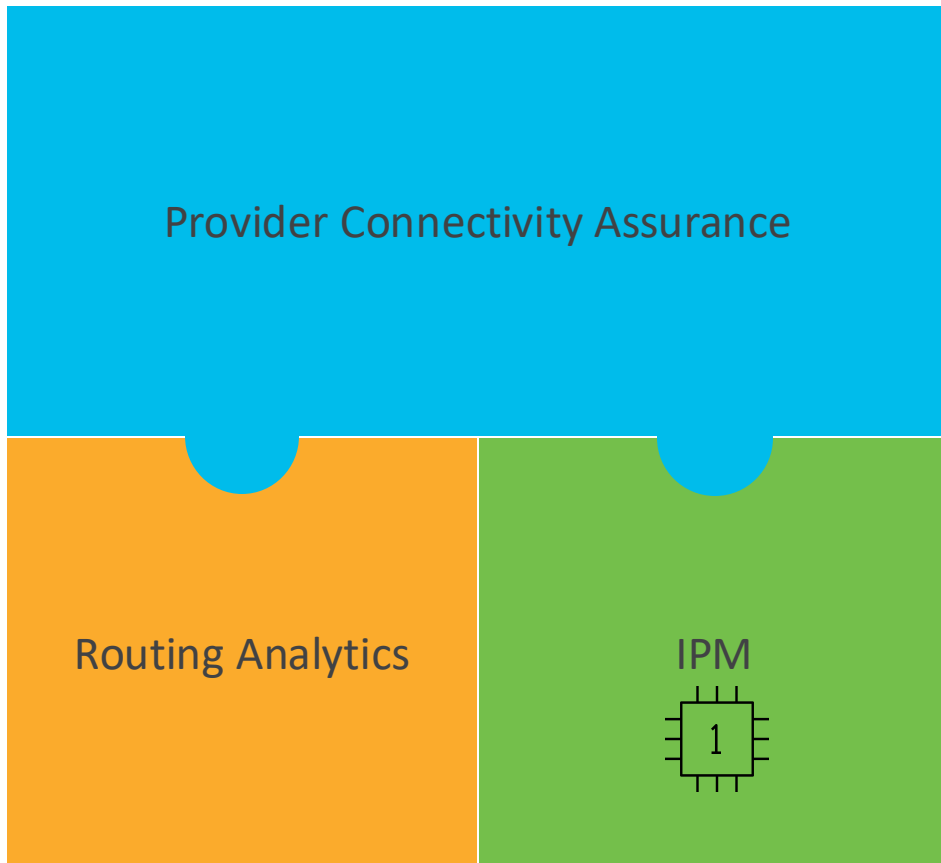


Concept

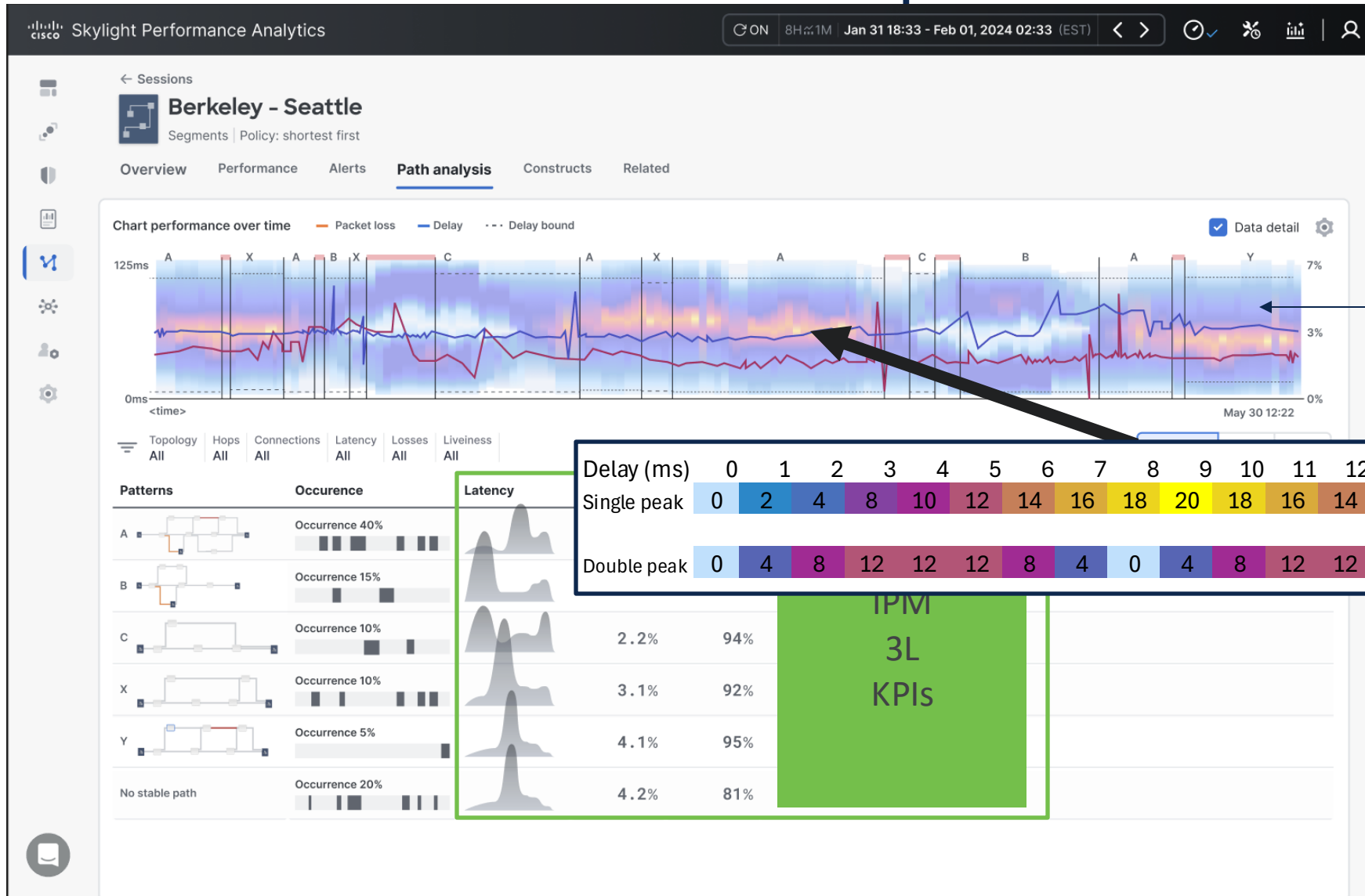
Graph Compare



PCA and RA and IPM



Correlation of IPM and ECMP Graphs from RA



IPM histogram heat map

IPM 3L KPIs



The bridge to possible