

SMPTE ST2110 と OB トラックの相互接続性

はじめに

メディアおよびエンターテインメント(M&E)業界では、生中継される競技場でのスポーツ・イベントと、このスポーツ・イベントを視聴するリビング・ルームのテレビとの間にサプライチェーンとバリューチェーンが存在し、さまざまな関係者が関わっています。競技場での活動により近いところには、音声/動画コンテンツを取得して最終的にリビング・ルームに届けるための屋外中継(OB)トラック、フライバック、「ローリング・ラック」という形で、イベント制作会社の業界が存在します。

OB トラックの中には、音声や動画のエキスパートからなる熟練チームがいて、リビング・ルームのテレビ、スマートフォン、タブレット、その他多くの電子視聴機器に表示されるコンテンツの多くの要素を綿密に準備しています。番組を取り仕切るディレクターのほか、音声ミキシング担当者、カラー調整の専門家、リプレイ技術者、グラフィックとサウンド・エフェクトの達人や、各トラックに割り当てられ、トラックと一緒に会場から会場へと移動するエンジニアのチームがいます。

過去数年間にわたり、この業界は生中継の制作に SMPTE ST2110 のフレームワークを導入してきました。そして、この業界が SDI ベースのワークフローから IP ベースのワークフローへと移行を続けるにつれて、IP が展開されていることで、弾力的な環境を構築する必要性が突然生じた場合にも連携が容易になりました。優れたスポーツ・イベントのテレビ放送にもっと多くのカメラやリプレイ・オペレーター、その他の能力が必要な場合、何をすべきでしょうか。もっと多くの OB トラック、ローリング・ラック、フライバックを取り入れて、試合前、試合中、試合後の制作に必要なキャパシティ全体を増やすことです。

幸いなことに、先見の明がある知識豊富で賢明なシステム・アーキテクトは、新しい IP ベースの SMPTE ST2110 環境内のスイッチ・ファブリックとして、COTS ベース、オープン API、標準ベースの IP ソリューションを選択しました。COTS ベースの IP/イーサネット・スイッチング・ファブリックなら、標準ベースのコンピューター・ネットワークング・プロトコル、SDN コントローラ・ソリューション、またはその両方を使って、ファブリックを迅速に拡張できます。

よく知られたクラウド・サービス・プロバイダーの多くが提供するコンピューティング、ストレージ、サービスやワークフローをオンデマンドで利用するための「クラウド」や「従量課金制」もあります。現在では、現場、何千マイルも離れた場所にある各種中継スタジオ、あるいは前述のクラウド内にワークフローが存在することは珍しくありません。

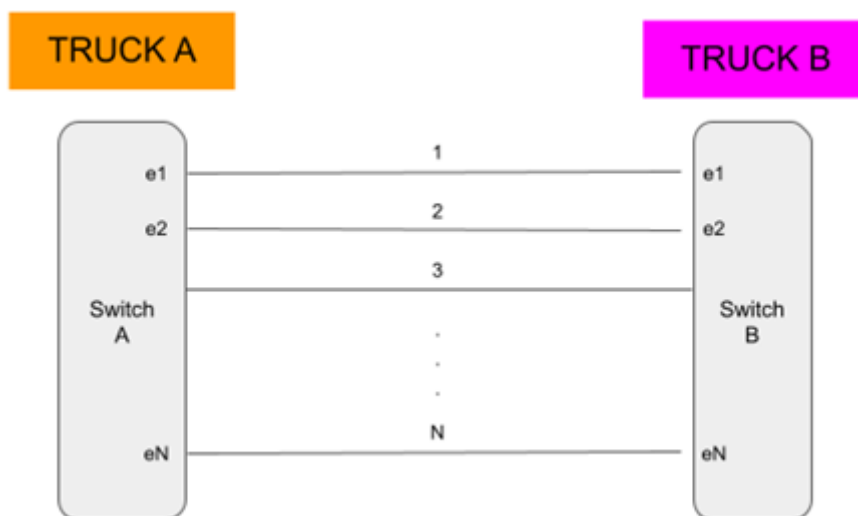
イベントのために増やす必要があるものが現場の OB トラックか、インターネットまたは専用回線経由のリモート・ワークフローか、クラウド内のコンピューティング能力とストレージ能力かを問わず、COTS ベースのソリューションで、絶えず変化するワークフローに必要なものをより俊敏、シームレス、堅牢に作成し、IP 環境で管理することができます。

SMPTE ST2110 ネットワークで創造力を発揮

この数年間、アリスタは何人かの OBトラックのトップ設計者たちと、世界中で協力してきました。その多くは、IP 設計の中心として Arista スイッチ・ファブリックを展開しました。先に述べたように、テレビ放送されるイベントに同じメーカーの OB トラックが複数台必要な場合や、競合する OB トラック・メーカーの多くが現地ですべてのトラックを相互接続し、SMPTE ST2110 ワークフロー、IP マルチキャスト・フロー、PTP などを共有する必要がある状況がしばしば発生します。既に、この 2110 IP ワークフロー共有戦略の頻度は高まり、必須となっています。

アリスタのメディア・エンターテインメントに関する展開とベスト・プラクティスのガイドをお読みになっている場合は、レイヤ 2(L2)とレイヤ 3(L3)のネットワーク設計の違いを熟知されているかもしれません。たとえば、SMPTE ST2110 環境には、帯域幅制御、パケット・フラッディング制御、障害ドメイン制御の拡大など多くのメリットがある L3 設計が好まれます。(単により多くの放送機器に接続するためにイーサネット・ポートを増やす必要があつて)技術者がイーサネット・スイッチを別のイーサネット・スイッチにランダムに接続すると、突然、生中継が長時間にわたって中断したり、通信リンクが短いながらも(パニックを誘発するような)許容できない時間ダウンすると聞いたことがあります。このような事態は、大規模な L2 ドメインでスパンニング・ツリーの再コンバージェンスやマルチキャスト・フラッディングが起きた場合に、L2 環境で発生する可能性があります。

ある大手 OBトラック・メーカーのお客様のため、アリスタは長年多くのトラックを設計し、SMPTE ST2110 ネットワーキングのベスト・プラクティスを順守してきました。このため、各トラックはそれぞれの L3 境界を越えることはありません。したがって、(前述の理由で)トラックを相互接続する必要がある場合は、トラック間にルーティング・インターフェイス(“Truck-to-Truck”または“T2T”)を構成することが最も理にかなっています。非常に基本的な IP 構成(今は、まだ IP マルチキャスト、ルーティング・プロトコル、PTP などを考慮する必要はありません)で、ベスト・プラクティスの観点から、以下に示すように N 個のリンクが必要だとしましょう。



上の図のような物理的な T2T 相互接続を考えると、この N 個のリンクのうち 1 つの基本的な L3 相互接続の設定は、次のようになります。

Truck A、Switch A、e1(基本的な T2T IP アドレス指定)

```
interface e1
  description Truck A T2T-1 going to Truck B T2T-1
  no switchport
  ip address 10.0.0.0/31
```

Truck B、Switch B、e1(基本的な T2T IP アドレス指定)

```
interface e1
  description Truck B T2T-1 going to Truck A T2T-1
  no switchport
  ip address 10.0.0.1/31
```

備考: IP アドレスは“.0”で終わらせることもできます。Arista スイッチは、IP アドレス空間を節約できるよう、サブネット・マスク“/31”をサポートしています。

ここでは、2 台のトラックを接続する Truck A と Truck B の間に単一のリンク(“T2T-1”)を構成しただけです。もちろん、これが単一障害点になります。複数のリンクが必要な場合はどうなるでしょうか。単一のリンクでは帯域幅が不十分な場合はどうでしょうか。本ガイドの執筆時点(2023 年)では、400GbE リンクを T2T-1 として簡単に使用できます。近い将来には、800GbE と 1.6TbE も使用できるようになります。

上の図が示すように、2 台の OB トラック間に N 個のリンクを構成することができます。提供するリンクが増えれば増えるほど、SMPTE ST2110 ワークフローに使用できる 2 台のトラック間の全体的な帯域幅も増えます。そしてもちろん、Switch A と B 両方の e2、e3、e4、…、eN インターフェイスの IP アドレス指定を構成する必要があります。両トラックの e2 は次のようになります(赤で示されている e1 との違いに注目してください)。

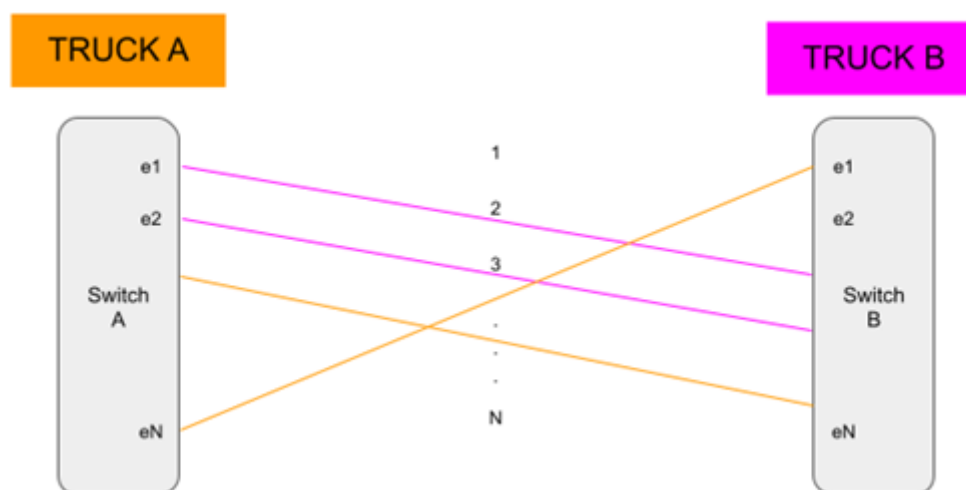
Truck A、Switch A、e2(基本的な T2T IP アドレス指定)

```
interface e2
    description Truck A T2T-2 going to Truck B T2T-2
    no switchport
    ip address 10.0.0.2/31
```

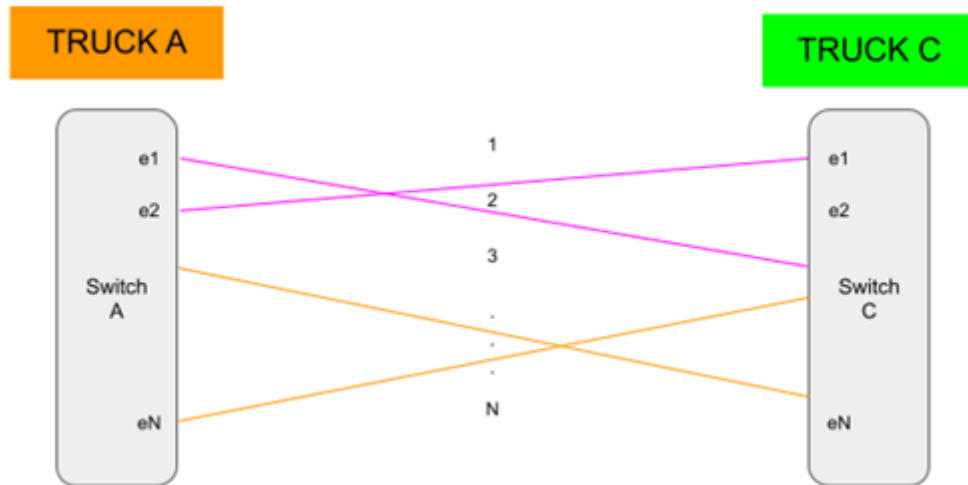
Truck B、Switch B、e2(基本的な T2T IP アドレス指定)

```
interface e2
    description Truck B T2T-2 going to Truck A T2T-2
    no switchport
    ip address 10.0.0.3/31
```

上記の各インターフェイス(e1、e2、…、eN)の構成をよく見ると、T2T-1 は必ず Truck A の e1 と Truck B の e1 の間を接続し、T2T-2 は必ず Truck A の e2 と Truck B の e2 の間を接続し、N 個のリンクすべてを同様に接続する必要があることがわかります。そうではなく、Truck A の e1 と Truck B の e2 を接続したい場合や、技術者がうっかり誤った T2T リンクを接続した場合などは、IP アドレス指定を変更する必要があります。e1 が e1 に、e2 が e2 に接続されているかどうかを気にかける必要がなく、下の図のように 2 台のトラックのルーティング・インターフェイスをランダムに接続するだけだったらいいのにと思いませんか。



あるいは、国内各地で来週行われるイベントのために、Truck A を Truck C に接続する必要がある場合はどうでしょうか。今すぐ Truck C の IP アドレスを指定し直して Truck A の IP アドレスと対にする(そうすることにより、すべての T2T リンクで Truck C が Truck B と同じ IP を持つようになる)必要があるでしょうか。今後、Trucks B と C が一緒になる場合はどうなるでしょうか。



すべての OBトラックがその SMPTE ST2110 ネットワークを他のトラックの SMPTE ST2110 ネットワークに簡単に接続でき、単なる「プラグアンドプレイ」にすることができたら素晴らしいのではないのでしょうか。この問題を解決する方法はたくさんあり、以下はその一部にすぎません。

- 作成済みの T2T 事前定義シナリオで Arista CloudVision を使用する
- 同じく作成済みの事前定義シナリオで Ansible プレイブックを使用する
- IP Unnumbered を使用して、以下の IETF RFC 準拠(RFC 1812)の「純粋な」ネットワーキング手法を採用する

IP Unnumbered とは

IP Unnumbered は、複数のインターフェイスで同じ IP アドレスを共有するネットワーク構成・設計方法です。限られたプールからポイントツーポイントのリンク(各リンクに/31 アドレスの一致するペアがある)などに専用の IP アドレスセットを割り当てて、その IP を管理したり追跡したりする代わりに、ループバック(または他の)アドレスの IP アドレスを再利用することができるので、設計エンジニアやアーキテクトの責任がいくらか軽減されます。この方法で、IP アドレス空間の利用効率を高めることができます。

前述のように、これらの T2T インターフェイスは、ルーティング(L3/routed)インターフェイスです。基本的には、両端で IP アドレスを割り当てる必要がありますが、インターフェイス上の IP アドレスを頻繁に再構成することなく、どのトラックでも(したがってどのスイッチでも)他のトラック(スイッチ)に接続できる柔軟性が求められています。テレビ放送されるさまざまなイベントのため、OBトラックは、毎週、全国あるいは全世界を絶えず移動しています。また、新しいイベントごとにネットワーク・トポロジを(基本的には)変更する必要があります。一般的なエンタープライズやクラウドのデータセンターと異なり、OBトラックのファブリックは、時間の経過とともに拡大したり縮小したりする可能性があります。ほとんどのデータセンターは、拡大する(規模が一貫して増加する)だけで、週によって縮小することはめったにありません。OBトラックは、いずれかの時点での地理的な位置に基づいて、世界中のさまざまなイベントに割り当てられます。そのため、より多くの OBトラックが必要なイベントでは、SMPTE ST2110 ワークフローを共有するために対にする必要があるトラックの割り当てが、どのトラック間の構成にも対応できるくらい柔軟でなければならない可能性が高くなります。

これらのルーティング/L3 T2T インターフェイスの背後には、各トラック内に膨大な数の IP サブネットが存在します。カメラ用、オーディオ機器用、リプレイ機器用、マルチビュー用、ゲートウェイ用、その他の放送機器用のサブネットがあるかもしれません。これらの IP サブネットについて、もう一方の(対になっている)OBトラックに情報を提供するにはどうすればよいでしょうか。トラック間の経路を静的に定義することも、動的ルーティング・プロトコルを通じて俊敏性と堅牢性の高い方法を用いることもできます。

ルーティング

特定の OBトラック内で、SMPTE ST2110 ファブリック上に L3 ネットワークがあり、そのトラック・ファブリック内のイーサネット/IP スwitchでルーティング・プロトコルとして OSPF を使用して、トラック内の IP サブネットをアドバタイズすることにしましょう。あるイベントで複数台のトラックが必要になったとき、ワークフローを広めるために 2 台のトラックを接続することは簡単です。

両方のトラックを所有している場合、各トラックの状況はおそらく信用できるでしょう。したがって、Truck A と Truck B の間の送受信を保護するために、セキュリティとポリシーに関して特別な対策を実施する必要はありません。対になっている OB トラックを異なるメーカーが所有または製造している異種環境では、ポリシーについて議論することがすべての関係者にメリットをもたらす可能性があります。幸いなことに、COTS ベースのソリューション (Arista Networks など) で、ポリシーを柔軟にインスタンス化できます。

そのためには Truck A と B を接続する必要があり、ルーティング/L3 インターフェイスで明示的な IP アドレスを不要にすることが目標になります。また、選択したルーティング・プロトコル (OSPF) を実行して、2 台のトラック間で IP サブネットをアドバタイズすることも必要です。前述の例の 2 台のスイッチについて、考えられる構成を見てみましょう。

Truck A、Switch A (IP Unnumbered)

```
interface lo100
    description OSPF-IP-unnumbered
    ip address 10.99.99.99/32
    ip ospf area 0.0.0.0

interface e1
    description Truck A T2T-1 going to other Truck T2T-1
    no switchport
    ip address unnumbered lo100
    ip ospf network point-to-point
    ip ospf area 0.0.0.0

interface e2
    description Truck A T2T-2 going to other Truck T2T-2 no switchport
    ip address unnumbered lo100
    ip ospf network point-to-point
    ip ospf area 0.0.0.0
    .
    .
    .

interface eN
    description Truck A T2T-N going to other Truck T2T-N
    no switchport
    ip address unnumbered lo100
    ip ospf network point-to-point
    ip ospf area 0.0.0.0
```

Truck B、Switch B (IP Unnumbered)

```
interface lo100
    description OSPF-IP-unnumbered
    ip address 10.199.199.199/32
    ip ospf area 0.0.0.0

interface e1
    description Truck B T2T-1 going to other Truck T2T-1
    no switchport
    ip address unnumbered lo100
    ip ospf network point-to-point
    ip ospf area 0.0.0.0
```

```

interface e2
    description Truck B T2T-2 going to other Truck T2T-2
    no switchport
    ip address unnumbered lo100
    ip ospf network point-to-point
    ip ospf area 0.0.0.0
    .
    .
    .

interface eN
    description Truck B T2T-N going to other Truck T2T-N
    no switchport
    ip address unnumbered lo100
    ip ospf network point-to-point
    ip ospf area 0.0.0.0

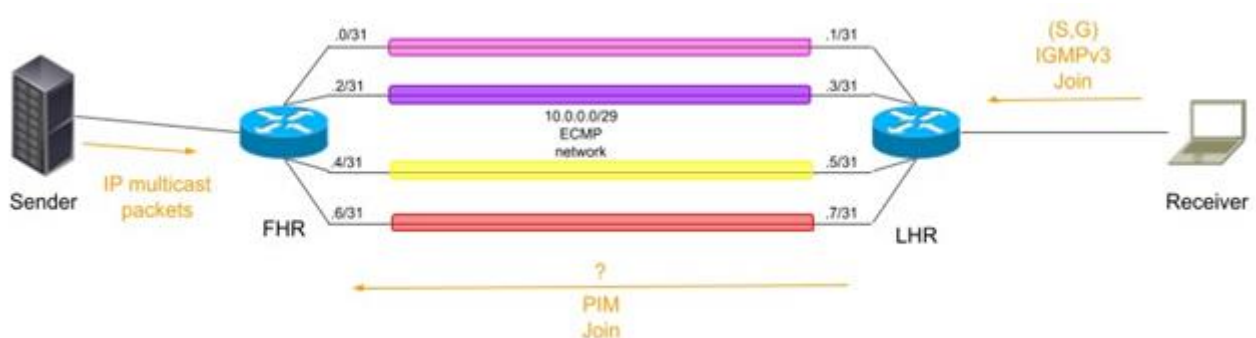
```

興味深いことに、ループバック 100 (“lo100”) のアドレスは「同じ」IP サブネット上にある必要はありません (Truck A は 10.99.99.99/32 で Truck B は 10.199.199.199/32)。また、各 T2T インターフェイスについて、N 個のリンクすべてで同じループバック・アドレス (“lo100”) を再利用することによって、IP アドレスを節約し、構成を簡単にすることもわかります。このことが IP ユニキャストまたは IP マルチキャスト・フローの N 個のリンクでのフロー分散に与える影響を、立ち止まって自問自答してみる人もいるかもしれません。

ECMP、IP マルチキャスト、IP Unnumbered

(他に何もなければ冗長性を持たせる目的で)トラック間に複数の平行・インターフェイスがある場合は、選択メカニズムでこれら多数のパスからパケットが通過するパスを決定します。例として、下の新しい図を使ってみましょう。

FHR (First Hop Router) は、PIM-SM (Protocol Independent Multicast - Sparse Mode) を実行し、送信側 (Sender) に最も近い L3 ルーターです。LHR (Last Hop Router) は、PIM-SM を実行し、受信側 (Receiver) に最も近い L3 ルーターです。受信側が、特定の IP マルチキャスト・パケットを受信したい場合、IGMP Join メッセージを発行します。受信側が、IGMPv3 準拠で、特定の送信側 (“S”:Source) から IP マルチキャスト・フロー (“G”:Group) を受信したいとすると、このケースでは、IGMPv3 (S,G) Join を発行します。この IGMP Join が LHR に到達すると、LHR は、送信側 (“S”) の方向に向けて PIM Join を発行します。LHR は、自分のユニキャスト IP ルーティング・テーブルの “S” のエントリ (“S” へのパス) をもとに、その PIM Join を送信する方向を判断します。



上記のケースでは、LHR は 4 色のリンクからその PIM Join を送信するリンクを選択する必要があります。どのように決定するのでしょうか。PIM Join を送出する前に、LHR は (S, G, nextHopIP, interfaceID) の 4 つの属性 (「4 タプル」) に基づいてハッシュ計算を実行します。“S” と “G” が元の IGMP Join の (S,G) であることは一目瞭然です。“nextHop IP” は、/31 リンクの反対側 (上の図では FHR 側) の IP アドレスの値です。“nextHop” の 4 つの入力候補 (リンクごとに 1 つ) について、各計算の “nextHopIP” の値はそれぞれ “10.0.0.0”、“10.0.0.2”、“10.0.0.4”、“10.0.0.6” になります。“interfaceID” は、LHR から PIM Join を送出するインターフェイスに割り当てられる一意の 32 ビット識別子です。結果的に、この LHR の (PIM Join を送出する) イグレス・インターフェイスは、送信側から始まる IP マルチキャスト・フローの IIF (Incoming Interface) になることに注目してください。同様に、FHR のマルチキャスト・ルーティング・テーブルをプログラミングする場合、送信側から受信側へのマルチキャスト・ツリーが作成されるとき

に、OIL (Output Interface List) にも (特定の (S,G) または (*,G) に対して前の PIM Join の段階で選択された) 同じ物理リンクが格納されます。

受信側が IGMP (*,G) Join を発行するときの状況はどうでしょうか。LHR でのハッシュ計算用に選択された “S” の値が、RP (ランデブー・ポイント) の IP アドレスになります。4 つのリンクの中で最も大きいハッシュによって、どのリンクを選択するかが決定されます。2 つ以上のハッシュ値が等しい場合は、最も大きい IP アドレスのリンクが選択されます。

図の T2T インターフェイスには、一意の /31 IP ルーティング・インターフェイス・アドレスが指定されていることもわかります。4 つのリンクすべてで IP Unnumbered を使用し、同じループバック IP アドレスを再利用すると、ハッシュ・アルゴリズムはどのように変化するでしょうか。その場合は、4 タプル・ハッシュではなく (S, G, interface ID) の 3 タプル・ハッシュになります。

PIM と PTP

SMPTE ST2110 では、これらのインターフェイス上で適切な SMPTE 2059-2:2015 PTP プロファイルとメッセージ・レートを使用して、PIM-SM と PTP を設定する必要があります。簡潔にするため、T2T リンクの 1 台のトラックの単一インターフェイスだけに注目して、全部まとめてみましょう。

任意のトラック、任意のスイッチ (IP Unnumbered、PIM、PTP)

```
interface eN
    description Truck B T2T-N going to other Truck T2T-N
    no switchport
    ip address unnumbered lo100
    ip ospf network point-to-point
    ip ospf area 0.0.0.0
    pim ipv4 sparse-mode
    ptp enable
    ptp sync-message interval -3
    ptp announce interval 0
    ptp delay-req interval -3
```

もちろん、設定全体を完成させてスイッチ・ファブリックを完全に機能させるには、グローバル設定 (PIM、PTP、ルーティング・プロトコル) が必要です。OSPF、PIM、IP ルーティング、PTP に関連するスイッチの設定の残りの部分が存在しており、正確で、堅牢性が高く動的な T2T ファブリックを構築している途中だと考えてください。

Truck A と B それぞれに PTP GM があり (これらのトラックは互いに独立して動作する可能性もあるため)、各トラックが同じ PTP ドメイン上で動作しているものとし、PTP の Priority1 と Priority2 の値が適切に選択されていると仮定すると、PTP BMCA (Best Master Clock Algorithm) では、結合したトラックからなるファブリック全体を同期させるための優先 GM を選択するだけです。基本的に、どちらかのトラックのどちらかの GM が、両方のトラックのタイミング・ソースになります。

RP 設計戦略

Truck A だけが存在するなどトラック 1 台の状況を考えた場合、PIM-SM や、IGMP (*,G) Join または IGMPv3 (S,G) Join に対応できないデバイスのケースを扱うには、トラック内に RP が必要になります。実際、各トラックは独立して動作することができるので、それぞれに RP が必要です。しかし、2 台以上のトラックがイベントのために集まる必要がある場合はどうなるでしょうか。

動的 PIM-SM 環境では、一部の IETF プロトコル、特に AnyCastRP と MSDP がここで役立つ可能性があります。どちらのプロトコルも、RP の状態を同期させたり、自トラック内のアクティブな送信側 (「ソース」) について他のトラックに伝達したりするために利用できます。SMPTE ST2110 環境では、IP マルチキャストの動画フローが毎秒何ギガビットも消費し、IP マルチキャストのマルチチャンネル音声フローが毎秒何百メガビットも消費するため、帯域幅の消費量、予測可能性、制御が重要になります。

一般的には、各トラック内で IP マルチキャストの送信側を RP の近くに配置するようにシステムを設計します。トラックは互いに独立して動作できるので、各トラックには既に RP があります。送信側の近くに RP を配置すると、共有ツリーである RPT (Root Path Tree) から最短ツリーである SPT (Shortest Path Tree) への切り替えが発生した場合に、IP マルチキャスト・ルーティング・テーブルを作成するために必要な PIM Register トラフィックが混乱したりバーストしたりする可能性を低下させることができます。

RP の観点からは、基本的には(1) RP が存在する場所を把握し、(2) すべての RP 間で必要な状態を同期させる必要があります。RP の場所は、手動で特定するように設定することも、BSR (Bootstrap Router) と呼ばれる別の IETF プロトコルを使用して自動的に特定するように設定することもできます。BSR は PIM ドメイン内の単一のアクティブな RP にのみ許可される(その他すべての RP 候補はパッシブなバックアップにすぎない)ので、SMPTE ST2110 環境で BSR を使用することはお勧めしません。大量の帯域幅が必要なうえ、当然のことながら、アクティブな RP は、すべてのアクティブなソースではなく一部のソースにとってのみ「最も近い」RP になるからです。

IP アドレス指定の観点からは、すべての RP が同じ IP アドレス、つまり AnyCastIP アドレスを持つことになります。次の場合はどうなるでしょうか。動的ルーティング・プロトコル(この場合は OSPF)を使用していると仮定すると、各 RP がこの同じ AnyCastIP アドレスを周囲のルーターにアドバタイズします。スイッチ・ファブリック内のその他すべてのルーター(RP 以外)は、この AnyCastIP アドレスを共有している最も近い RP への最短パスを探します。その後、AnyCastRP 経由で他の RP に状態が共有されます。

いくつかの AnyCastRP 構成例を見てみましょう。

Truck A、Switch A

```
interface lo0
  ip address 10.1.0.1/32
  ip address 10.0.0.1/32 secondary (これが AnyCastIP アドレスになる)
ip routing
router multicast
  ipv4
    routing
router pim sparse-mode
  ipv4
    ssm range standard
    rp address 10.0.0.1
    anycast-rp 10.0.0.1 10.1.0.1 (これが Truck A(このトラック)の RP になる)
    anycast-rp 10.0.0.1 10.2.0.1 (これが Truck B の RP になる)
    anycast-rp 10.0.0.1 10.3.0.1 (これが Truck C の RP になる)
```

Truck B、Switch B

```
interface lo0
  ip address 10.2.0.1/32
  ip address 10.0.0.1/32 secondary (これが仮想 AnyCastIP アドレスになる)
ip routing
router multicast
  ipv4
    routing
router pim sparse-mode
  ipv4
    ssm range standard
    rp address 10.0.0.1
    anycast-rp 10.0.0.1 10.1.0.1 (これが Truck A の RP になる)
    anycast-rp 10.0.0.1 10.2.0.1 (これが Truck B(このトラック)の RP になる)
    anycast-rp 10.0.0.1 10.3.0.1 (これが Truck C の RP になる)
```

たとえば、Truck A がいつの日か接続する可能性があるトラックについては、接続している T2T システム内の他の RP 候補ごとに、上記のコーディングに `anycast-rp` の行を追加することができます。すべての RP 間の状態同期は、トンネル化されたユニキャスト UDP/IP PIM Register パケットを介して行われるため、非 PIM インターフェイスまでユニキャスト・フォワーディング・パスをたどることができます。したがって、トラックが存在せず、構成にデフォルトの経路がある場合は、不注意からこの UDP トラフィックをブラックホール(おそらくは境界ファイアウォール)に送信していないか注意してください。

上記の状況に対策を講じたい場合は、多くの選択肢があります。物理的に存在せず、接続されていない、特定のトラックの RP 設定をコメントアウトする(特定のトラックの anycast-rp 設定行をコメントアウトする)ことができます。要約可能な null0 の静的ルート、またはトラックあたりの管理コストが高いルートを使用して、上記で使用されているループバック・アドレスにルーティングすることができます。(AnyCastRP リストの)別のトラックが物理的に存在し、L3 ルーティング・プロトコル経由でループバック・アドレスを動的にアドバタイズしている場合は、(動的ルーティング・プロトコルからの)アドミニストレーティブ・ディスタンス値が低い経路がアドミニストレーティブ・ディスタンス値が 255 の経路よりも優先されます。

トラックの他の(RP 以外)スイッチに必要なものは、この RP アドレス 10.0.0.1(スイッチ・ファブリック全体の AnyCastIP アドレス)の設定行だけで、anycast-rp の設定行は必要ないことに注目してください。すべてのルーターは、最も近い AnyCastIP アドレスまで最短経路を選択し、自身の RP が別のトラックへのイグレス・ポイントであると仮定して、まず自身の RP に到達します。

もちろん、RP に関してはさまざまな戦略があり、RP の配置、RP の数、特定の IP マルチキャスト範囲に対する特定の RP の使用などを検討することができます。設計ごとに求められる要件は異なります。COTS 製品を使用する真の強みは、このようなオープン標準ベースのプロトコルを非常に高い柔軟性、拡張性、俊敏性で利用できることです。

まとめ

これらは、さまざまなイベント制作会社が、2 台以上の OB トラック、2 台以上のローリング・ラックまたはフライバック、あるいはローリング・ラックやフライバックと対になっているトラックなど、2 つ以上の SMPTE ST2110 エンティティを統合する場合に検討すべき事項の一部にすぎません。オープン標準のネットワーキング・プロトコル IETF および IEEE を基盤とし、純粋な「プラグアンドプレイ」のオープン標準に基づく動的環境から、SDN(Software Defined Networking)手法まで、幅広いアプローチが可能です。

プラグアンドプレイ手法は、帯域幅、制御、信頼が保証されている場合に条件を満たすことができます。トラック、ローリング・ラック、フライバックを同じ組織が所有・運用している場合、多くのケースではこれら 3 つの属性が暗黙のうちに存在します。後者の SDN 手法では、Arista MCS(Media Control Service)の使用を検討することができます。これは、放送制御ソフトウェアと Arista スイッチ・ファブリックの間で堅牢性、耐障害性、俊敏性に優れたソフトウェア連携を実現するものです。ワークフロー全体の制御、ワークフローとサルボのパフォーマンス、帯域幅の制御を強化し、任意のトポロジ内で IP マルチキャスト・フロー・パスを明確に設計する必要があるお客様には、アリスタの Web サイトで Arista MCS の詳細についてお読みいただくことをお勧めします。

SMPTE ST2110 の観点から、競合する OB トラック(またはローリング・ラック/フライバック)のベンダーが生中継の制作のために協力して共同作業する必要がある場合、すべてのベンダーが標準的なネットワーキング・プロトコルを使用してオープン標準の観点から協力することはまったく妥当であると思われます(2023 年の大規模な世界的スポーツ・イベントで実証済みです)。前述した暗黙の信頼が常に存在するとは限らないと考えると、このようなプロトコルを使用して、ポリシーやルールセットを追加することもできます。これは、複数の ISP が協力して情報やトラフィックのフローを共有する方法とほぼ同じです。SDN 手法とそれ以外の手法を併用して、ハイブリッドな SMPTE ST2110 システムを構築することもできます。Arista MCS 環境と非 MCS 環境を統合する方法については、以下のリンクをご覧ください。

COTS、オープン標準、オープン API のスイッチ・ファブリック(Arista Networks など)は柔軟性が高いので、非 COTS ベンダーや独自のレガシーから始まっている IP ベースのベンダーとの堅牢な接続やピアリングのニーズに対応することもできます。

そのため、このような非 COTS ベンダーが、とりわけ大規模なマルチベンダー・マルチ OB トラックまたはクラウド・ワークフロー環境において、SMPTE ST2110 で相互運用できるようになります。このトピックについては、本シリーズで今後取り上げます。

さらに、今後の本シリーズでは、前述した IETF/IEEE プロトコルについても詳しく説明します。また、SMPTE ST2110 ネットワークの補完ネットワークについても説明します。これは、GUI アクセス、Web インターフェイス・アクセス、ソフトウェア/ファームウェア・アップデート、インターネットと VPN の接続、ログイン、テレメトリ、ローカルおよびリモート VPN ユーザー用の WiFi など、あらゆるものを管理するための管理(または「帯域外」)ネットワークです。

アーキテクチャ面でどのようなアプローチを採用するにせよ、多くの関係者で制作されるテレビの生中継ではリスクが高くなることを忘れないようにしてください。稼働率と MTBF(平均故障間隔)は、信頼性や安定性を表すハードウェア・エレクトロニクス面の運用指標です。バグ数とセキュリティ脆弱性は、ソフトウェア面で評価される運用指標です。現在、そして今後も、これらの指標を組み合わせてビジネスに影響を及ぼすことができます。

Arista Networks を SMPTE ST2110 スイッチ・ファブリックとして選ぶ前に、独自のハードウェアおよびソフトウェアの設計や自社文化の中で、アリスタが製品の品質と安定性を優先していることを理解してください。それが、イーサネット/IP スwitchング・インフラストラクチャ・ビジネスにおけるリーダーとしてアナリストによる毎年の評価に反映されたり、世界レベルのネット・プロモーター・スコア (NPS) の評価に反映されたりしているのです。最後に、メディアおよびエンターテインメント業界のお客様には、SMPTE ST2110 環境の中心となるイーサネット/IP スイッチ・ファブリックを気にかけていただきたいと思いますと考えています。実際、アリスタの共同創業者である Ken Duda は、お客様の成功と Arista 製品の品質に尽力しているため、お会いしたすべてのお客様に個人の携帯電話番号を渡して、乗り越えられないような問題が起きたら直接電話してほしいと話しています。

アリスタネットワークスジャパン合同会社

〒100-0004 東京都千代田区大手町 1-7-2 東京サンケイビル 27F
Tel: 03-3242-6401

西日本営業本部
〒530-0001 大阪市北区梅田 2-2 ヒルトンプラザウエストオフィスタワー 19F
Tel: 06-6133-5681

お問い合わせ先

Japan-sales@arista.com

Copyright © 2024 Arista Networks, Inc.
Arista のロゴ、および EOS は、Arista Networks の商標です。その他の製品名またはサービス名は、他社の商標またはサービス商標である可能性があります。

www.arista.com/jp

ARISTA

2024 年 4 月 8 日