

メトロ IP テクノロジとアーキテクチャ

要約

著しいテクノロジーの発展は、MAN（メトロポリタンエリアネットワーク）の分野に大きな影響を与えています。たとえば、LAN（ローカルエリアネットワーク）における帯域幅の増加、ギガビットイーサネットの低価格化、長距離のWAN（ワイドエリアネットワーク）におけるDWDMの利用増加などがあげられます。このような発展が、MANでのサービスを提供するサービスプロバイダにとって刺激的な新しい収益機会をもたらしています。

ただしサービスプロバイダは、これらの機会をいかにうまく利用するかという問題に直面しています。既存のメトロネットワークのほとんどは、SONET/SDH（同期光ファイバネットワーク/同期デジタルハイアラーキ）装置を使って構築されています。従来のSONET/SDH装置は、TDM（時分割多重）ベースの音声を中心としたトラフィックに最適化されているので、IPベースのデータトラフィックに特有な要求を効率的には処理できないからです。

メトロポリタンIP用に最適化されたネットワークの要求を満たすために、シスコシステムズは、Cisco IP+オプティカルソリューションの一部としてDPT（Dynamic Packet Transport）を開発しました。DPTは、シスコが開発したSRP（Spatial Reuse Protocol）に基づいたRPR（Resilient Packet Ring）テクノロジーであり、光ファイバリングの帯域幅効率と復旧要件をIPルーティングのインテリジェンスとともに利用することができます。DPTをベースにしたネットワークは、ISR（インターネットサービスプロバイダ）のPoP（Points of Presence）地域のメトロネットワーク、およびメトロアクセスネットワークなどのさまざまな環境に導入されています。この技術は、サービスプロバイダにとって次のような利点があります。

- 高いコスト効率
- 従来のIPサービスと拡張したIPサービスのサポート
- ネットワークの堅牢性
- 将来のマイグレーションパス

高いコスト効率

サービスプロバイダは、パケットリングを採用することにより、次のような新しいコスト構造を実現できます。

- SONET ADM（Add Drop Multiplexer）などのように高価でパケットの帯域幅を有効利用できないTDM装置に対する資本支出の削減
- パケットリングソリューションでは帯域幅を増大させる機能（大きなトランスポートパイプ上での統計的多重化およびスペース再利用など）を利用するため、帯域幅効率が大幅に向上
- 新しい「プラグアンドプレイ」機能と統合型ネットワーク管理機能により、スイッチングおよびトランスポートネットワークのプロビジョニング、コンフィギュレーション、および管理にかかる時間と費用を削減

従来のIPサービスと拡張したIPサービス

サービスプロバイダは、パケットリングテクノロジーを使用することで、Voice/Video over IP、VPN、インターネット-アクセス、広域イーサネットサービスなどの収益を生む低コストなサービスの範囲を、MANおよびWANにまで拡張することができます。



ネットワークの堅牢性

パケットリングテクノロジーは、さらに次の機能を提供することにより、ネットワークの信頼性と可用性を最大限にします。

- パフォーマンスと障害の予防的モニタリングと障害隔離機能
- IP サービスの迅速な復旧を可能にするマルチレイヤ認識を備えたインテリジェントな保護スイッチング

将来の移行

DPT テクノロジーは、IP 用に最適化されたネットワークアーキテクチャを定め、設計するための主なコンポーネントであり、次の機能を備えています。

- 埋め込みベースのトランスポート機能を利用する SONET フレーミングなどの構造を提供する一方で、新しいアーキテクチャへの効率的な移行が可能な柔軟性
- パケット トラフィックとサービス要件の連続的な急増に対応できるスケーラビリティ

イントロダクション

IP トラフィックの急激な増加は、次のような傾向に関係しています。

- インターネットおよび企業イントラネットによるネットワークの利用が大幅に増え続けています。
- 広域イーサネット サービスなどの大規模なイーサネットサービスの導入が続いています。
- VoIP Voice over IP とマルチキャストをベースにした高度な IP サービスが急速に出現しています。
- xDSL とケーブル モデム テクノロジーによる、コスト効率の高いブロードバンドの家庭向けサービスの加入者が増えています。

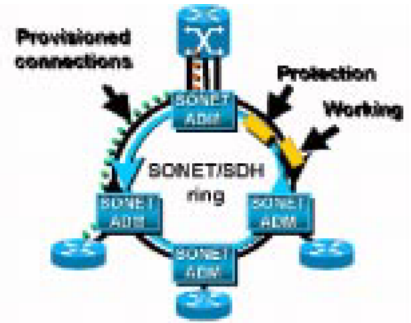
このような傾向により、サービスプロバイダの PoP、地域メトロポリタンエリアネットワーク、およびメトロアクセス環境に対して、柔軟性と信頼性を備えた IP ベースの広帯域接続の要求が高まっています。

同時に、SONET/SDH テクノロジーとリングアーキテクチャは、サービスプロバイダ環境に広範囲に導入され、ハイエンドなエンタープライズ市場での関心も高まっています。SONET/SDH リングは、トランスポート市場に大きな革新をもたらし、OC-48/STM-16 および OC-192/STM-64 の回線速度の光ファイバキャパシティの利用、プロアクティブなパフォーマンスモニタリング、APS(自動保護スイッチング)による自動復旧といった重要な機能を実装しています。また、高速データ転送の分野における大きな革新のための基盤、つまり 155 Mbps 以上のデータ速度で動作する POS(Packet-over-SONET)SDH 端末を提供しています。

しかし、ありとあらゆる場で高速の IP 接続とサービスが発展する一方で、SONET/SDH 装置経由の IP ルータの相互接続において重要な問題が多数発生しています。

帯域幅の効率の点 - SONET/SDH リングには、常にリング帯域幅の半分を予備として確保する専用の保護タイムスロットがあります(図1参照)。また SONET/SDH リングは、TDM テクノロジーをベースとし、実際に利用するかどうかに関わらず、帯域幅を消費するポイントツーポイント接続を準備します(たとえばルータ間を 155 Mbps で接続した場合、利用率が時間によって大きく変化するにも関わらず、常に 155 Mbps を固定で確保します)。

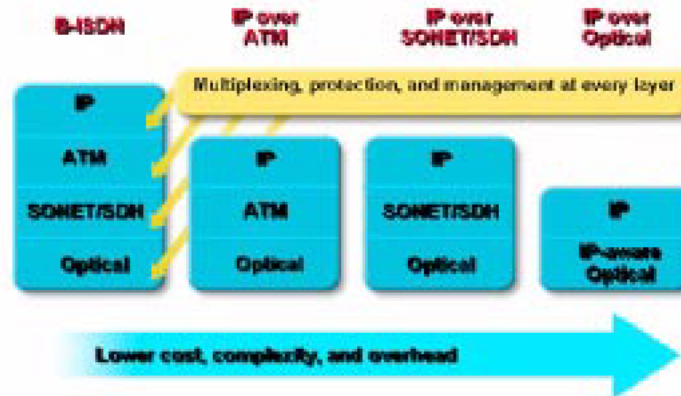
図1: SONET/SDH の帯域幅の割り当て



コストと複雑性 - 光ファイバを介した高速の IP トランスポート用として、さまざまなプロトコルスタックが利用または提案されています(図2参照)。スタックのレイヤ数を減らすことにより、設備投資を最小限に抑え、利用できる転送帯域幅を最大限にするためにかかる経費を削減することができます。また、これによりプロビジョニング、運用、障害検出と復旧、ネットワークプランニングとエンジニアリング、およびネットワークの復旧が容易になります。従来の 4 レイヤモデルの TDM 装置には、コンテンツを含むトラフィック用の IP レイヤ、トラフィックエンジニアリング用の ATM、SONET/SDH トランスポートネットワーク、およびオプティカルレイヤが含まれます。このモデルでは、各レイヤに多重化、保護、および管理の機能が必要です。このように機能が重複していると、帯域幅の効率が悪いばかりでなく、かなり複雑になってしまいます。したがって各分野のスペシャリストが数人必要になり、ネットワークの運用コストが大幅に高くなります。市場調査会社 Probe Research 社によれば、運用、経理、管理、およびプロビジョニング(OAM&P)はサービスプロバイダのネットワークコストの 49% を占めるということです。



図2:IP トランスポートの例



IP の世界では、ずっと前からリングベースのアーキテクチャの価値が認められており、トークンリングや FDDI などのソリューションを開発するために、広範囲にわたって尽力してきました。しかしこれらのソリューションでは、次に説明するような急速に発展する IP トランスポートとサービス配信の問題を解決することはできませんでした。

- IP トラフィック量とファイバ帯域幅の増大への対応
- 輻輳のある状況下でも広帯域の利用を維持し、変化するトラフィックパターンにも迅速に対応
- 建物内だけでなくメトロポリタンおよびワイドエリアのリングなどといった大規模なリングトポロジを、ノード数の面でもノード間の距離の面でもサポート
- ノード間の公平な帯域幅の割り当てを保持し、帯域幅の不足を回避
- 複数のトラフィッククラスのままさまざまな帯域幅と遅延時間の要件に対応
- トランスポート メディアおよびノードの障害などを迅速に復旧
- コンフィギュレーションとプロビジョニングの要件が最小限のリングノードを、プラグアンドプレイ モードで追加、削除、および復旧

市場のニーズと上述の技術的な問題を解決するために、シスコでは、パケット用に最適化された革新的なオプティカル トランスポート テクノロジーである DPT を提供しています。DPT では、SRP という新しい MAC レイヤ プロトコルと次の2つの新しいアルゴリズムを利用しています。

- SRP-fa (SRP フェアネスアルゴリズム)
- IPS (Intelligent Protection Switching)

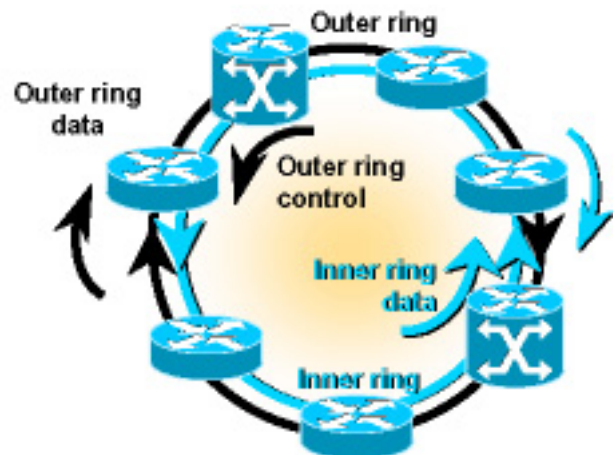
DPT は、新世代のオプティカル インターネットワーキングを可能にします。つまり、ファイバリングを、スケラブルでサバイバブルなギガビット速度の IP パケット トランスポート用に最適化します。

DPT テクノロジーと特徴

DPT リングの基本

DPT リングは、反対方向に回転する 2 つのファイバで構成されます。各ファイバを同時に使用してデータパケットおよび制御パケットを送信します (図3 参照)。

図3: DPT リングの基本



2つのリングを区別するため、一方を「内側」リング、もう一方を「外側」リングといいます。DPTは、1つの方向(ダウンストリーム)でデータパケットを送信し、もう1つの方向(アップストリーム)で対応する制御パケットを送信します。保護のためリングの半分を確保する SONET/SDH ネットワークと違って、DPT は両方の光ファイバを同時に使用してサービスプロバイダが実装された帯域幅の各単位を最大限に活用できるようにします。



トランスポートの柔軟性と進化

DPT は、SONET/SDH フレーミングを使用し、あらゆる主要なファイバトランスポート インフラストラクチャで透過的に実行されます。そのなかには、次のようなオプションがあります。

- ダークファイバ
- WDM(波長分割多重)
- SONET/SDH のポイントツーポイント接続とリング

このインフラストラクチャの透過性は、DPT のハイブリッド環境での実行も可能にします。たとえば DPT リングでは、いくつかのノードをダークファイバで接続し、同時に他のいくつかのノードを SONET/SDH または WDM 装置経由で接続することができます。さらに、DPT リング全体を SONET/SDH または WDM のトランスポートによって運用することもできます。この場合、DPT の機能は、伝送装置の帯域幅の有効利用と IP 機能を最大限に活用します。

このような透過性により、サービスプロバイダの戦略的なマイグレーションパスとして、SONET/SDH 装置の拡張埋め込みベースが提供されます。IP サービスは、最初は SONET/SDH 装置上の予備キャパシティを使って導入できます。そして IP トラフィックが増加したら、そのトラフィックをパケット用に最適化されたダークファイバまたは WDM 装置によるトランスポートに迅速かつ効率的に移行できます。さらに DPT は、顧客が現在持っている SONET/SDH に関する知識ベースとネットワーク装置のテストツールを利用します。これにより、ネットワーク管理の観点から簡単でコスト効率の高い DPT 導入が可能になります。

DPT が SONET/SDH フレーミングを利用するもう 1 つの大きな利点は、SONET と SDH では、OAM&P(運用、管理、保守、およびプロビジョニング)の要件としきい値がよく理解され標準化されているということです。たとえば、B1、B2、および B3 などのエラーしきい値、IP の DCC(Data Communication Channel)、および SONET/SDH の階層(ロックアウト、強制的なラップ、信号エラー、信号劣化など)がすべてサポートされ、これらに SNMP(Simple Network Management Protocol)トラップが関連付けられています。また、すべての DPT システムで SONET MIB(Management Information Base)の RFC 1595/2558 がサポートされているうえ、適切なタイミングと同期化を確実にするために高精度の Stratum[®] クロックが採用されています。

155 Mb 以上の IP トラフィックを伝送するトランスポートクロスセクションについては、IP 用に最適化されたインフラストラクチャへの移行を慎重に評価する必要があります。その場合、前述した最高の経済的価値と機能を考慮すべきです。最終的には、サービスプロバイダが増大した TDM トラフィックを埋め込みベースのインフラストラクチャ(SONET/SDH など)上で統合してこの装置に対する設備投資の限度を設定します。さらに、IP トラフィックを IP 用

に最適化されたインフラストラクチャに迅速に移行し、将来の収益の伸びに大きく関わってくる IP トラフィックとサービスに対する将来の設備投資に焦点を絞る必要があります。

光ファイバのオプション

DPT 製品は、主なアプリケーション要件を満たす光ファイバオプションを提供します。

- PoP 内接続用のマルチモードおよび VSR(Very Short Range)
- MAN と WAN の PoP 内接続および地域接続アプリケーション用のシングルモードの IR(Intermediate Reach)と LR(Long Reach)
- ノード間距離 80 km 以上が延長されているリング アプリケーションでは、DPT リング製品は Cisco ONS 15104 の OC-48/STM-16 双方向光リジェネレータと統合され、同様にサードパーティ製の SONET/SDH リジェネレータとも統合されます。

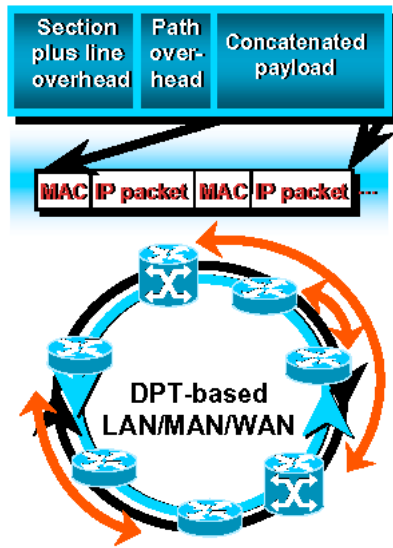
リング帯域幅の増大

DPT リングのコスト効率を高める主な要素の 1 つとして、帯域幅の効率があります。DPT リングでは、次に説明するいくつかの洗練された機能を使って、利用可能なパケット帯域幅を増やし、サービスプロバイダの初期資本と拡張コストを最小限に抑えます。

スペース再利用 - SRP の名前は、プロトコルの宛先ノードでのパケット排除操作に由来します。FDDI(Fiber Distributed Data Interface) トークンリングなど、従来のデータリングテクノロジーでは、送信元でパケット排除が行われていました。たとえば、パケットを転送するとき、そのパケットは帯域幅を使用してリング全体を一周し、そのあとで送信元がパケットを排除するという方式になっています。これに対して、SRP では宛先ノードでパケットが排除されます。宛先ノードでパケットがリングから排除されるので、リングの他のセグメントでは他のパケットが帯域幅全体を使用できます。このように、各リングノードが同時にパケットをリングに送出できるので、ネットワークはリング帯域幅を最大限にすることができます。図4は、スペース再利用の利点の一例です。たとえば、トラフィックの大部分がルータ 4、5、6、および A に流れ、個別にルータ 1、2、3、および B に流れる集約アプリケーションでは、スペース再利用により、容易に帯域幅を倍増させることができます。また、トラフィックの局所性の高いアプリケーションやコミュニティ(分散VPNサービスなど)では、特に高い効率性が得られます。



図4: スペース再利用



SRPフェアネスアルゴリズム - DPTリング上の各ノードでは、それぞれSRP-faと呼ばれるアルゴリズムの分散コピーを実行しています。SRP-faは、次に説明するグローバルフェアネス、ローカルの帯域幅最適化、および帯域幅のスケーラビリティをDPTリングのすべてのセグメント上で実現するように設計されています。

- グローバルフェアネス - パケットをアップストリームソースからリング上に転送する速度を、リングノードがパケットを送出する速度と対比させて制御することにより、各ノードに平等にリング帯域幅が与えられるようにします。その目的は、隣接するノードが帯域幅を独占して帯域幅不足や著しい遅延を引き起こさないようにすることです。
- ローカル最適化 - リングノードがリングのスペース再利用の特性を最大限に活用できるようにし、トラフィックの局所性によって他のリングノードが悪影響を受けないかぎり、ローカルセグメントでの公平な配分以上の帯域幅を利用できるようにします。
- スケーラビリティ - SRP-faは、広い地域に分散し、高速(OC-48c/STM-16c および OC-192c/STM-64c)で動作する大量のルータで構成されるリング(最大128ノード)に対応するために、高度に効率的でスケーラブルな帯域幅制御機能を提供します。

デュアルファイバ - DPTリングは、2つのファイバリングで構成され、両方のファイバリングを同時に使用してトラフィックを転送できます(専用の保護帯域幅を持つSONETリングとは異なります)。その結果、帯域幅が2倍に増大します。

統計的多重化 - TDMリングと違って、タイムスロットおよび専用の帯域幅または割り当てられた接続はありません。その代わりにDPTは、統計的な超過要求のためにバーストトラフィックを処理できる柔軟性の高い機能を

提供することにより、リングのトラフィック伝送容量を最大化します。また、サービスプロバイダも柔軟に超過要求の要因を処理してリングアプリケーション(バックボーンリングに対するアクセスリングなど)に対応できます。

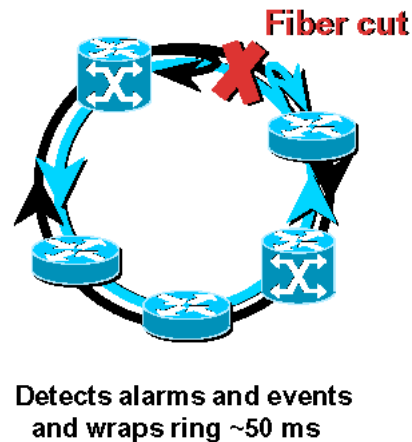
堅牢な耐障害性と復旧

DPTリングは、プロアクティブなパフォーマンスモニタリング、迅速な自動復旧、およびリングノードまたは光ファイバ設備におけるイベント/障害発生後の迅速なIPサービス復旧を可能にするため、IPS(Intelligent Protection Switching)を採用しています

SONET/SDHリングでは、APS(Automatic Protection Switching)というパフォーマンスモニタリングと自動復旧機能のセットを提供しています。IPSは、APSと同様に次の機能を提供します。

- SONET/SDHオーバーヘッドバイトによるプロアクティブなパフォーマンスモニタリングおよび障害検出/切り離し
- レイヤ1で障害/イベントを検出した場合、リングラップにより50ミリ秒以内に自動復旧
- 複数の障害またはイベントが同時に発生した場合に対処する保護スイッチング階層

図5: IPSの自動復旧





さらに IPS では、APS と違って次のようなパケット最適化機能も提供しています。

- SONET/SDH オーバーヘッド バイトに依存せず、SONET/SDH 以外のインフラストラクチャ(ダークファイバおよび WDM など)上でも運用できます。
- レイヤ 3 ルーティング プロトコルの再コンバージェンスなしで、50 ミリ秒以内に IP サービスを復旧します(16 以上のノードで構成される大規模なリングも含む)。
- 専用の保護帯域幅を必要とせず(したがって保護用にリング帯域幅の半分を取っておく必要はありません)リングラップ後に最適リホーミング パケット パスを選択します。
- レイヤ 1 だけでなく、レイヤ 1、2、3 でのイベントをモニタおよび処理し、パケットパススルーモード(サービスに影響を及ぼすレイヤ 3 イベントが発生した場合にリングラップを防止する)など、その他のパケット最適化機能を提供することにより、マルチレイヤ認識を提供します。
- プラグアンドプレイ動作により、リングノード名 / アドレスおよびトポロジマップ作成に関連する細かいプロビジョニングやコンフィギュレーションを必要としません。

IP サービス イネーブラ

DPT のいくつかの主な機能により、既存および開発段階の IP サービスを MAN および WAN にまで透過的に拡張できます。

- パケット優先度 - データパケットは、高優先度パケットまたは低優先度パケットとして分類およびスケジューリングされます。低優先度パケットは、リング上でベストエフォートの処理を受けます。高優先度パケットは、遅延時間およびジッタの制御または帯域幅の保証を要求するサービス(いくつかの代表的なサービスについて後で説明します)に合わせて優先的に処理されます。
- マルチキャスト - DPT リングは、ネイティブの IP マルチキャストをサポートしています。したがって、マルチポイントの情報分散および高品質ビデオのブロードキャストなど、現在および将来の収益を生む高度なサービスのホストを直接サポートします。
- 帯域幅のスケーラビリティ - DPT リングは、回線速度のパケット処理と帯域幅を増大させる機能を備えた BFP (Big, Fat Pipe) を提供し、パケットロスおよび遅延特性を最小限に抑えます。またリングは、初期の OC-12c/STM-4c 製品から OC-48c/STM-16c および OC-192c/STM-64c リングにまで容易に拡張できるように設計されています。

最終的には、SRP MAC レイヤはルータの豊富なレイヤ 3 IP CoS (Class of Service) 機能 (CAR [Committed Access Rate] の優先度設定と速度制御、DRR [Deficit Round Robin] のスケジューリングと帯域幅割り当て、および RED [Random Early Detection] の輻輳制御など) と連携してレイヤ 3 のサービスレベルの取決めを提供します。

プラグアンドプレイ動作

従来のデータリングまたはメトロリング テクノロジ (FDDI、SONET/SDH など) と違って、DPT では、プロビジョニングとコンフィギュレーションを実施するのに広範囲にわたるステーション管理や時間のかかる手動の手順を必要としません。それどころか、DPT 機能により、リングノードを追加したり削除するためのプロビジョニングやコンフィギュレーションの要件が最小限に抑えられ、進行中の操作は自動手順により処理されます。これには、次の機能が含まれます。

- グローバルにユニークな永久的に割り当てられた MAC レイヤアドレス
- 迅速に新しいノードを追加したり、既存のノードをリングから削除するための IPS 手順
- サービスに影響を及ぼすイベントが発生した場合に自動復旧(リングラップとラップ解除)するための IPS 手順
- 自動トポロジディスカバリ、ARP (Address Resolution Protocol) および情報の分散とダイナミックなパケットパス選択のためのルーティング手順

ネットワーク管理

DPT では、パケットスイッチング (ルータ) およびパケットトランスポート (ルータと IP リジェネレータ) のネットワーク要素に対して、包括的な統合型 SNMP ベースの管理パラダイムを適用できます。これとは対照的に、現在のネットワークでは、ルータとトランスポートのネットワークに対して、広範囲にわたる高価な個別の管理テクノロジーと手順が必要です。

DPT のネットワーク要素は、次のネットワーク管理機能を提供します。

- イベント、警告、およびニアエンドとファーエンドのパフォーマンス モニタリングに関する現在の情報と履歴情報のための RFC 1595 SONET/SDH MIB
- モニタリング、デバッグ、およびリング トラフィック処理のための MAC レイヤパケット カウンタ
- リングのルーティングおよびステータス情報をノード単位で参照できるようにするトポロジ MIB



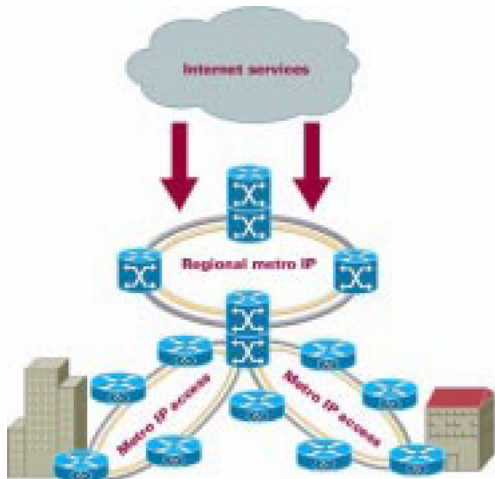
DPT アプリケーション

DPT テクノロジーは、収益性が高く、コスト効率に優れた PoP 内、地域メトロ、およびメトロアクセスのアプリケーション導入を可能にします。これらのアプリケーションについては、以降のセクションで説明します。

ビルの階層

DPTリングは、リング階層を通じて、ローカルアクセス集約および MAN/WAN 接続を強力にサポートします。アクセス集約リングを利用して大量のカスタムアクセスパイプを終端させ、トラフィックの統合/分散ポイントとして動作する高速ルータにこれらを集めます。各ルータは高速分散リングによって相互接続され、インターネットバックボーンへのメッシュ接続を提供します(図6 参照)。

図6: DPTリング階層



PoP 内アプリケーション

大規模 IP サービスプロバイダの主な課題は、堅牢でパフォーマンスの高い PoP 内接続です。IP トラフィックの大幅な増加が続き、DPT テクノロジーが出現したことにより、SONET/SDH のアプローチは、経済面でも機能面でも最適とは言えなくなりました。図7に POS インターフェイスを使った従来の PoP 内メッシュ アーキテクチャを示します。

図7: SONET/SDH の PoP 内接続

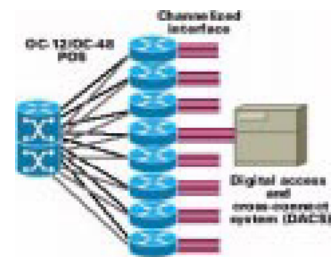


図8 は、上記と同じ PoP を DPT テクノロジーを使って再設計した例です。この例では、DPT カードを備えた Cisco 12000 シリーズのインターネット ルータがファイバ上に直接配置されています。

図8: DPT の PoP 内接続

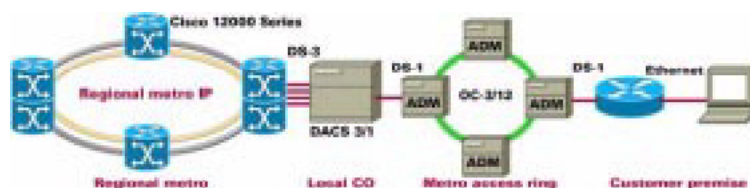


PoP のトポロジは、DPT アーキテクチャによってずっとシンプルになっていることが分かります。そしてネットワーク管理者が管理すべきリングは 1 つだけであり、設定するサブネットも少なくなっています。さらに、ルータの相互接続ポートが減ったため、コストと設備関連のメンテナンスが大幅に軽減されます。

地域メトロアプリケーション

図9 は、地域メトロで DPT を使ったサービスプロバイダのネットワークを示しています。この例では、DPT カードを備えた Cisco 12000 シリーズのインターネット ルータがファイバ上に直接配置されています。(地域メトロ エリアでは、DPT カードを備えた Cisco 7200 および 7500 シリーズのルータも利用できます。) これにより、フラットなネットワークが構築され、従来の TDM インフラストラクチャにおける複数の不必要なレイヤ、DACCS、および ADM が排除されています。

図9: 地域メトロにおける DPT





さらに PoP 内では、地域メトロで DPT アーキテクチャを利用することにより、ネットワーク管理者が管理すべきリングは 1 つだけとなり、設定するサブネットも少なくなります。したがって、コストと設備関連のメンテナンスが軽減されます。

PoP および地域メトロ アーキテクチャの主な課題は、次のとおりです。

- より広い帯域幅へのスケーリング(2.5 Gbps、それからさらに 10 Gbps へ)
- プロアクティブなパフォーマンス モニタリング、およびサービスに影響を及ぼす障害が発生した場合の迅速な自動復旧
- デュアル ホーミング要件およびアクセス ルータ数の増大に起因する ポート カウントの急増
- 複数のテクノロジーの並存、ネットワーク要素(中間スイッチなど)の増加、および帯域幅効率の悪い負荷分散による複雑性

DPT リングは、次に示す特性により、この環境に対する理想的なソリューションを提供します。

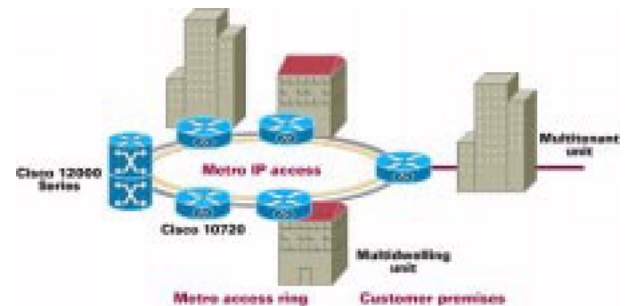
- 帯域幅のスケーラビリティ - DPT リングは、最初は 622 Mb(統計的多重化およびスペース再利用の要素を組み込む前)から始めて、2.5 Gb および 10 Gb ソリューションまで簡単に拡張することができます。また DPT リングを使用することで、リングの拡張に応じてポイントツーポイントの接続を作成する場合の大きな管理コストを削減することができます。たとえば、Cisco 12000 インターネットルータ上で DPT が運用されていれば、ルータがキャパシティの限界に達した場合、サービスプロバイダは Cisco 12000 インターネットルータをもう 1 つ DPT リングに追加します。各カードはすでにリングに接続されているので、これにより他のルータ上のラインカードに対する影響を抑えることができます。したがって、すべてのラインカードと新しいルータ間をメッシュ接続するのに手動でコンフィギュレーションする必要がなく、運用コストは大幅に削減され、簡単に拡張できるようになります。
- ポート カウントの削減 - 各ルータに必要なのは 1 つの DPT リングカードのみです。既存の集約ルータ上の影響を受ける各ラインカード間を新しいルータと接続する必要はありません。接続すれば管理がわずらわしく、拡張も困難になります。典型的な PoP の場合、集約ルータが 50 ~ 100 以上存在する場合があります。PoP では、各集約ルータ上に OC-3 ~ OC-192 の複数の POS リングを作り、それらを複数のルータに接続するように設定できます。そして帯域幅要求の増加に応じて、サービスプロバイダはインターフェイスカードを POS ルータに随時追加する必要があります。
- 中間的なレイヤ 2 スイッチングソリューションに伴う複雑性の解消

- プロアクティブなパフォーマンス モニタリング、デュアル ホーミング、自動復旧、および負荷分散機能を提供します。
- 50 ミリ秒以内の復旧、OAM&P 機能のための SONET/SDH フレーミングにより、キャリアクラスのパフォーマンスを提供します。
- SONET/SDH ネットワークがすでにインストールされている場合にも、将来の立証済みのマイグレーションパスを提供します。これにより、顧客はデータサービスに新しいアプローチを適用する一方で、従来の TDM サービスも実行できます。そして後で、データトラフィックを SONET/SDH 装置上から DPT ネットワーク上に移行して並列処理することができます。したがって、このソリューションは、SONET/SDH を使用する現行のプロバイダだけでなく、ダークファイバまたは WDM を使用する新しいプロバイダにも適しています。

メトロ IP アクセス リング

DPT テクノロジーのもう 1 つの重要な用途として、共有型のメトロ/近郊 IP アクセス リングが挙げられます(図 10 参照)。

図 10: メトロアクセスリング



これらのリングは、事業用/居住用高層ビルおよび近郊産業地区にある複数のテナントへのアクセスを提供します。建物の地階に設置したルータにより、TLS および大規模なイーサネットサービスだけでなく、VPN、インターネットアクセス、IP サービスプロバイダが販売している低コストな Voice/Video over IP サービスなど、さまざまな堅牢な広帯域 IP サービスに、複数の建物内のテナントからアクセスできます。

メトロ アクセス エリアにおいてプロバイダがますます心配していることは、減少コストにより設備コストを低く維持したり、メトロ エリアにおけるイーサネットと IP サービスの可能性を高めたりしながら、さまざまな接続オプションと高度な IP 管理サービスを提供することです。



エンハンスド IP サービスの例

DPTテクノロジーは、エンハンスド IP サービスをメトロエリアにまで透過的に拡張します。主な例を以下に示します。

- VoIP および Video over IP サービス - DPT リングは、広帯域で回線速度の packets 処理、優先度スケジューリング、およびレイヤ 3 IP CoS インターネットワーキングを連携させることにより、遅延時間とジッタの厳しい制御を要求する音声およびビデオなどのリアルタイムサービスを強力にサポートしています。
- サービス保護 - サービスプロバイダは、IPS の優れたプロアクティブなパフォーマンスモニタリング、保護スイッチング、および迅速なサービス復旧機能を、優先度スケジューリングと組み合わせて利用できます。これにより、T1/E1 および T3/E3 アクセス サービスに対して高い速度を保持するなど、コスト効率の高い帯域幅保護サービスが提供されます。
- IP VPN と帯域幅管理サービス - DPT リングは、広帯域の建物内接続、ミッションクリティカルなアプリケーションと高速インターネット アクセス サービスのためのスケジューリング サポート、およびセキュリティのための MAC レイヤベースのアドレスフィルタリングなど、マルチサイトの IP VPN サービスを強力にサポートします。また、サービスプロバイダにはインフラストラクチャを低コストで提供し、大規模な法人顧客にはコスト効率と柔軟性の高い広帯域幅の packets トランスポートをサポートすることにより、SONET/SDH ベースの帯域幅管理サービスからの優れたアップグレードを提供します。

サービスプロバイダはますますスケーラブルなトランスポート ソリューションの導入を必要とし、その結果、オプティカル テクノロジーはワイドエリアに幅広く導入されるようになりました。そして現在では、メトロエリアのオプティカル ソリューションと IP リングトポロジが広まりつつあります。

MAN つまりメトロベースのアクセス リングは、ISP および CLEC (Competitive Local Exchange Carrier) にとってますます一般的になっています。それは、これらの企業が IP ベースのトランスポート サービスを提供し始めたからです。ISP やキャリア サービス会社では、典型的な MAN は既存のメトロ SONET/SDH と DWDM ベースのトランスポート インフラストラクチャにより接続されます。これは、CAR (Competitive Access Provider) および CLEC によってメトロエリアにすでに実装されているリング ネットワークに最適です。

新しいプロバイダは、SONET/SDH インフラストラクチャを経由せずに DPT を使ってルータをファイバに直接接続し始めています。これは、SONET レベルの信頼性を保持したまま顧客に究極のサービス、つまりインテリジェントなエッジ ルータ経由のイーサネット アクセスを提供したいというさらに新しい IP トランスポート プロバイダにとって、コスト効率の高いソリューションです。

現在の運用企業にとって代わろうとしている新興キャリアは、IP インフラストラクチャに完全に焦点をしばっています。彼らは、インフラストラクチャの面で極めて有能である必要があります。そのためには、ネットワーク要素数を最小限に抑え、ネットワークの運用を最適化する必要があります。これらの企業がこの目的を達成できる唯一の方法は、IP をネットワークのエッジまで、またはファイバインフラストラクチャを介してビルにまで延長することです。もちろん DPT ソリューションは、ダークファイバまたは WDM を使用する新しいキャリアだけでなく、SONET/SDH を使用する現行のキャリアにも適しています。DPT は、すでにインストールされている SONET/SDH 装置に対するマイグレーション パスを提供し、これによりプロバイダはデータサービスに新しいアプローチを適用しながら従来の TDM サービスを引き続き実行できます。そして後でデータ部分を SONET/SDH 上での運用から並列運用へと移行できます。

まとめ

SONET/SDH およびスイッチドギガビット イーサネットには必ず制限があるため、IP サービスをメトロ エリアに配信するためのトランスポート インフラストラクチャとしてのソリューションには、新しい IP トランスポート テクノロジーの導入が必要です。そのソリューションが DPT です。DPT は、TLS および大規模なイーサネットだけでなく、IP VPN、VoIP、Video over IP といった IP サービスのために最もスケーラブルで信頼性の高いシンプルアーキテクチャを提供します。DPT では大掛かりなアップグレードは必要ありません。それどころか、サービスプロバイダは、TDM の費用を抑えて packets ベースの投資に移行できます。その場合、既存のアーキテクチャおよびビジネス モデルへの影響は最小限に抑えられます。将来、音声はメトロ IP ネットワークにおけるアプリケーションの 1 つとなったときに、TDM を排除していくことができます。テクノロジーとサービスプロバイダのビジネスモデルでは、そのような抜本的な移行のタイミングを判断する必要があります。将来はなくなるかもしれないという状態の間に、DPT によってメトロ IP ネットワークは、確実に迫っている packets 転送への完全な移行に向けて最適化されます。

DPT 製品

Cisco 7200 および 7500 シリーズの DPT ラインカード

インターネット ルーティング プラットフォーム用の業界初の OC-12c/STM-4c RPR ソリューションである DPT ポート アダプタは、デュアル幅の OC-12c ポートアダプタであり、Cisco 7200 シリーズ、Cisco 7200 VXR、または Cisco uBR7200 シリーズのルータに、SONET 上での共有 IP 機能を提供します。DPT ポート アダプタには、PA-SRP-OC12MM (マルチモードファイバ)、PA-SRP-OC12SI (シングルモードファイバ、中距離) および PA-SRP-OC12SL (シングルモードファイバ、長距離)

離)という3つのモデルがあります。また、Cisco 7200 シリーズ、Cisco 7200 VXR、および Cisco uBR7200 シリーズのルータに、2つのSC二重ポートを提供します。これらのSC二重ポートを使用して、ルータをDPTリング上の隣接装置に物理的に接続します。このアダプタは、SONET OC-12 DPT リングに導入することを前提に設計されています。DPT リングは SONET ADM にも接続することができ、これにより小規模から非常に大規模なDPTリングの作成が可能になります。

Cisco 7500 シリーズルータ用の DPT リング インターフェイス プロセッサは、1つのルータシャーシ スロットを完全に占有し、インターフェイスポートを1つ提供します。このインターフェイス プロセッサは、マルチモードまたはシングルモードのどちらかの光ファイバを選択して利用することもできます。また、受信側のペイロード バッファリングおよび優先度ベースのキューイングといった強力なハードウェア ベースの速度不一致と適応の機能を提供します。DRR アルゴリズムの採用により、高優先度パケットを優先的に処理します。DPT インターフェイス プロセッサは、プロアクティブな輻輳管理のためにハードウェア ベースの RED 機能も提供します。これらの強力な機能により、低速度の装置をそれよりも高速度、たとえば DPT-OC-12c/STM-4c、DPT-OC-48c/STM-16c などのリング上に配置することができます。

Cisco 12000 シリーズ インターネット ルータの DPT ラインカード

インターネット ルーティング プラットフォーム用の業界初の OC-12c/STM-4c および OC-48c/STM-16c RPR ソリューションである Cisco 12000 シリーズルータ用 DPT リング インターフェイス プロセッサは、1つのルータシャーシ スロットを使って、1つのインターフェイスポートを提供します。このインターフェイス プロセッサは、マルチモードまたはシングルモードの OC-12c/STM-4c または OC-48/STM-16c で利用できます。

Cisco 10720 インターネット ルータ

Cisco 10720 (図11 参照) は、メトロポリタン エリアにおける SONET/SDH、ダークファイバ、または DWDM に対応したインフラストラクチャ上での共有 IP 機能を提供し、主にオフィスビルなどに設置されます。通常は、インターネット ルータ (特に Cisco 12000 シリーズ ルータ) により、地域メトロとコア ネットワーク全体の残りの部分に接続されます。また、スケーラブルで信頼性があり、

シンプルでコスト効率の高い統一されたIPインフラストラクチャ上でのデータ、音声、およびビデオの統合などといった高速サービスを提供します。

図11: Cisco 10720 インターネット ルータ



Cisco ONS 15104 光リジェネレータ

Cisco ONS 15104は、双方向型 OC-48/STM-16 リジェネレータで、光信号をできるだけ遠くまで伝送します。Cisco 12000 シリーズのインターネット ルータに搭載された OC-48/STM-16 ラインカードに接続した場合、シングルモードの長距離光ファイバ伝送をサポートします。

Cisco ONS 15194 IP トランスポート コンセントレータ

Cisco ONS 15194 は、高密度でパフォーマンスの高い IP トランスポート管理プラットフォームです。この製品は、PoP、地域メトロ、およびメトロ アクセス リング内でのキャリア クラスの IP トランスポート サービスを提供します。OC-48/STM-16 をサポートするように設計されており、拡張性に優れ、RPR および POS ネットワークのための管理ソリューションとなります。

DPT 製品の発展

DPTは極めて重要な技術革新の一要素です。シスコは、顧客のニーズを満たすために、積極的にテクノロジーの発展に取り組み、機能面でもコスト効率の面でも大きな改善を続けて行きます。