



概要

コントロールプレーンとユーザプレーンの分離（CUPS）は、3GPP Evolved Packet Core（EPC）の進化型アーキテクチャであり、S-GW と P-GW が構成要素のユーザプレーン機能とコントロールプレーン機能に分離されます。CUPSにより、ソフトウェア定義ネットワーキング（SDN）とネットワーク機能の仮想化（NFV）の実装に適した、より高い柔軟性と独立した拡張性が可能になります。CUPSは、進化したノード間で保持されるGPRS トンネリングプロトコル（GTP）によって提供されるモビリティ制御の維持にも役立ちます。

CUPS を備えた Cisco Ultra Services Platform（USP）

Cisco Ultra Packet Core（UPC）は、シスコの UPC と Service Functioning Chaining（SFC）テクノロジーを単一の統合仮想ネットワーク機能（VNF）にまとめた仮想パケットコア（VPC）ソリューションです。また、この緊密に結合された一群のテクノロジーのオンボーディング、インスタンス化、動作を自動化および簡素化する一連のツールも提供します。

3GPP 標準アーキテクチャの拡張に準拠し、シスコはコントロールプレーンとユーザプレーンの機能を分離することにより、EPC の動作を強化しました。CUPS の一環として、パケットゲートウェイアプリケーションは独立したコンポーネント（コントロールプレーンとユーザプレーン）に分割されます。Cisco CUPS ソリューションは、S-GW と P-GW の最適化された組み合わせである SAEGW を活用します。SAEGW-C は Cisco UPC CUPS のコントロールプレーン（CP）であり、SAEGW-U は Cisco UPC CUPS のユーザプレーン（UP）です。

- [CUPS の利点と使用例（1 ページ）](#)
- [プラットフォーム要件（2 ページ）](#)
- [VNF テナントネットワーク（3 ページ）](#)
- [ライセンス要件（4 ページ）](#)
- [標準準拠（4 ページ）](#)
- [アーキテクチャ（4 ページ）](#)
- [展開シナリオ（13 ページ）](#)

CUPS の利点と使用例

Cisco UPC CUPS の利点と使用例は次のとおりです。

- モバイルネットワークの要件ごとにコントロールプレーンとユーザプレーンを個別にスケーリングする機能。
- データセンターのコストは、CPとUPの特定のSLAニーズにそれぞれ対応する異なるデータセンターでコントロールプレーンとユーザプレーンをホストすることで最適化が可能。
- エッジでデータを終端することで、バックホールコストを節減。
- さまざまなアプリケーション用に特化したUPを持てる柔軟性。
- PDNあたりのマルチギガビットのスループット。
- 超低遅延の使用例に対応する機能。
- モバイル エッジ コンピューティングの有効化。
- 3GPP 準拠の CUPS ソリューション。
- CUPS UP の任意の組み合わせを処理できる柔軟な CUPS CP。
- 5G データレートと調整済みの CUPS アーキテクチャをサポートする機能を備えた 5G 対応ソリューション。
- 本格的なインライン SPI/DPI 機能。
- CUPS CP がすべての設定、統計、ログ、合法的傍受管理のワンストップ機能である、簡素化された CUPS 管理。
- CUPS CP、CUPS UP、または独立した機能のいずれかで X3 アグリゲータ機能を見つけるオプションを備えた、柔軟な CUPS 合法的傍受ソリューション。
- さまざまな冗長性モデルと異なる使用例、および APN (VoLTE/インターネット) の IP プール管理を実行するための自動化された方法。

プラットフォーム要件

Cisco UPC CUPS ソリューションは、StarOS ベースの VPC プラットフォームに基づいています。

- CUPS CP : VPC 分散型インスタンス (VPC-DI) または VPC 単一インスタンス (VPC-SI) のいずれかに展開できます。
- CUPS UP : VPC-SI に展開可能

次の表に、VPC-DI または VPC-SI のどちらが使用されているかに関係なく CUPS 展開に含まれる各コンピューティングノードの最小ハードウェア要件に関する情報を示します。

表 1:ハードウェアの最小要件

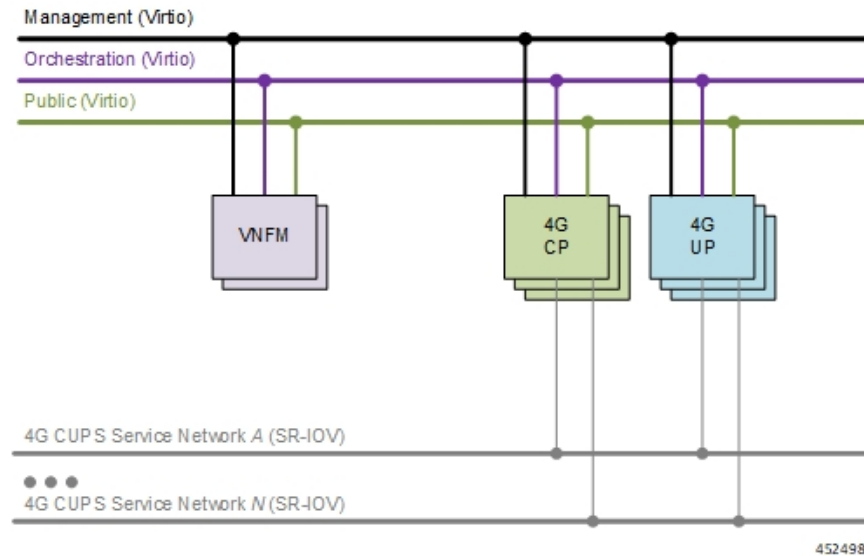
ハードウェア	
[ホスト サーバ (Host Server)]	UCS C220 M5
プロセッサ	2 × Intel® Xeon® Gold 6148 (20 コア @ 2.4GHz)
NIC	2 × Intel® XL710 デュアルポート 40G QSFP+
RAM	384GB
ローカルディスクストレージ	2 × 1.6TB SSD RAID-1



(注) CUPS の展開については、シスコのアカウント担当者にお問い合わせください。

VNF テナントネットワーク

次の図に、CUPS に通常必要なネットワークのタイプを示します。



次に、VNFM ネットワーキングの要件と特定の役割について説明します。

- **パブリックネットワーク** : VM への外部接続を提供します。パブリックネットワークからのフローティング IP は、通常、HA VIP に関連付けられます。パブリックネットワークからのフローティング IP は、仮想リンクに割り当てるか、または関連付けることができます。
- **管理ネットワーク** : VM への管理アクセスに使用される VIRTIO/VLAN ネットワーク。

- **オーケストレーション ネットワーク** : 自動化、監視、およびオーケストレーションのために VNFM コンポーネントと VNF コンポーネントで使用される VIRTIO/VLAN ネットワーク。
- **UP 冗長性ネットワーク** : CUPS で使用される SR-IOV フラットネットワークは、ICSR 冗長性での CP と UP を可能にします。
- **追加ネットワーク** : 4G VNF サービスインターフェイスに必要な SR-IOV フラットネットワーク。

ライセンス要件

Cisco UPC CUPS ソリューションには、特定のライセンスが必要です。特定のライセンス要件の詳細については、シスコのアカウト担当者にお問い合わせください。ライセンスのインストールと確認の詳細については、『システム管理ガイド』の「ソフトウェア管理操作」の「ライセンスキーの管理」の項を参照してください。

標準準拠

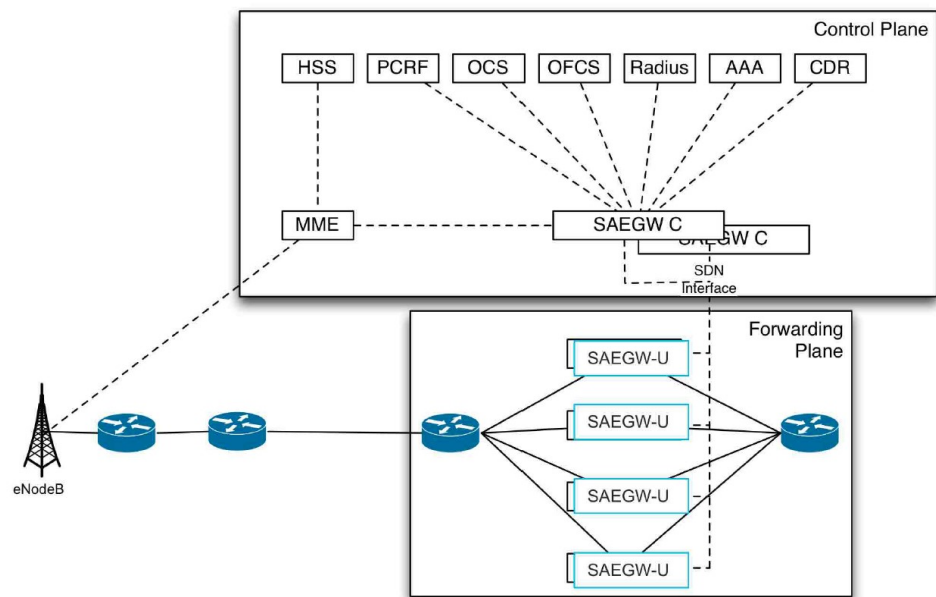
Cisco UPC CUPS ソリューションは、次の標準に準拠しています。

- 3GPP TS 23.401 : General Packet Radio Service (GPRS) enhancements for Evolved Universal Terrestrial Radio Access Network (E-UTRAN) access。
- 3GPP TS 23.214 : 「Architecture enhancements for control and user plane separation of EPC nodes; Stage 2」。
- 3GPP TS 29.244 : Interface between the Control Plane and the User Plane of EPC - Stage 3。

アーキテクチャ

次の図に、Cisco UPC CUPS アーキテクチャを示します。

図 1: CUPS アーキテクチャ



Cisco UPC CUPS ソリューションの CP と UP は、必要に応じて個別にスケールアップまたはスケールダウンできる独立した VNF として動作します。

CUPS CP (SAEGW-C)

SAEGW-C は、「プラットフォームの要件」の項で特定されている最小要件を満たすハードウェア上の Cisco USP プラットフォームでホストできます。SAEGW-C は、どこに配置されているか、およびどのプラットフォームでホストされているかを問わず複数のユーザープレーンを制御できます。したがって、SAEGW-C は異なるタイプが混在していても SAEGW-U を制御できます。SAEGW-C は、制御対象となるすべての SAEGW-U に応じて、統計/バルク統計、ロギング、LI インターセプトを集約/統合し、必要なノード設定（事前定義済み/静的ルール、APN プロファイル情報、ACL 情報などを含む）をプッシュします。したがって、SAEGW-C は、オペレータの CUPS ソリューション管理の複雑さを簡素化するのに役立ちます。

SAEGW-C は、ユーザープレーンとやり取りするために、3GPP 標準ベースの Sx プロトコルをサポートします。標準形式の 3GPP Sx は、ゲートウェイが必要とするすべての機能を対象としているわけではありません。そのため、CUPS でカスタム機能をサポートするために、プライベート拡張機能が追加されています。プライベート拡張については、『*Ultra Packet Core CUPS Sx インターフェイス管理およびリファレンスガイド*』を参照してください。

CUPS CP 機能

CUPS CP には次の機能があります。

- セッションサブシステム

- IP プールサブシステム
- AAA および冗長サブシステム

セッションサブシステム

機能	説明
UP の関連付け	Sx ノードレベルの関連付け手順をサポートします。
パケットフローの記述 (PFD) の管理	現在、PFD の管理にはカスタム情報要素 (IE) が使用されています。パケットフィルタ検出は、拡張課金サービス (ECS) の静的で事前定義されたルールを使用して UP をプログラムする Sx ノードレベルの手順です。 この手順は、アクセス制御リスト (ACL) など、他の設定をプッシュして UP をプログラムするためにも使用されます。
セッション管理	Sx セッションレベルの手順の統合と、Sx パラメータを使用した UP のプログラミングをサポートします。セッション管理では、UP からの Sx レポートも処理されます。
UP の選択とグループ化	特定のセッションに対する UP の選択、適用可能な UP のデフォルトまたは特定のグループへのグループ化、IP プールの割り当て、さまざまなグループのさまざまな冗長性スキーム (VoLTE/IMS の 1:1 の冗長性、インターネットの N:M の冗長性など) をサポートします。
課金/アカウントティング	Sx からの使用状況レポートの処理をサポートし、Gz/CDR、Gy などの課金インターフェイスに合わせられるようにします。
LI	X1 および X2 の CP での LI 機能と UP LI (X3) の Sx インターフェイスを介した UP のプログラミングをサポートします。
CP の冗長性	CP のセッションリカバリと ICSR をサポートします。
Diameter、GTP	Diameter スタックおよび GTP スタック機能を提供します。
Sx-C	3GPP TS 29.244 で説明されているノードレベルおよびセッションレベルの手順である Sx CP 機能を提供します。
Sx-U	CP と UP 間のトンネルを提供します。Sx-U 機能は、IPv6 のルータアドバタイズメント (RA) /ルータ要求 (RS) の交換に使用されます。
負荷/過負荷	Sx インターフェイス経由で受信した負荷/過負荷情報の検出と処理をサポートします。

IP プールサブシステム

機能	説明
IP プールの管理	UP 全体に IP チャンクを分散するアルゴリズムをサポートし、リソースとしての IP プールに関して発生するアドレスの無駄を最小限に抑えます。このアルゴリズムは、複数の UP にまたがる IP チャンクを自動的に管理します。

AAA および冗長サブシステム

機能	説明
AAA	認証およびアカウントングのために AAA システムとやり取りする機能を提供します。
冗長性	CP 冗長性、特に CP 間で使用される Inter-chassis Session Redundancy Protocol (ICSR) の使用をサポートします。
UP 冗長性	UP からのチェックポイントの保存と、1:1 および N:M の UP 冗長性のロジックの処理をサポートします。

CUPS CP (SAEGW-C) とサポートされている機能の詳細については、『*Ultra Packet Core CUPS* コントロールプレーン管理ガイド』を参照してください。

CUPS UP (SAEGW-U)

SAEGW-U VNF は、「プラットフォーム要件」の項で特定された最小要件を満たすハードウェア上の Cisco USP プラットフォームでホストできます。SAEGW-U は、同じデータセンター内の SAEGW-C と同じ場所に配置することも、離れた別のデータセンターに配置することもできます。詳細については、『*Ultra Packet Core CUPS* ユーザープレーン管理ガイド』を参照してください。

CUPS UP の機能

CUPS UP には次の機能があります。

- セッションサブシステム
- IP プールサブシステム
- 冗長サブシステム

セッションサブシステム

機能	説明
Session Manager_User Plane (SM_U)	SM_U は、CP からの Sx セッションレベルのプログラミング命令をサポートしており、ユーザーセッションを作成および管理します。また、SM_U はフローからの初期パケットを分類し、フローを SM_P/VPP にオフロードする前に、命令を使用して SM_P/VPP をプログラムします。

機能	説明
Session Manager_Plugin (SM_P)	SM_PはVPP (マルチスレッド) で実行され、オフロードされたフローをサポートします。高スループットを提供するために、SM_Pはフロー/ストリームの形式で命令をインストールし、SM_Uによって提供されるそれぞれのQoS、課金、および転送のアクションを実行します。
FastPath 実行エンジンと VPP OS	これらは、VPPに必要なプラットフォームフレームワークと、SM_Pがアプリケーションロジックで適合するモビリティ機能を提供します。

IP サブシステム

機能	説明
IP プールの管理	IP プール管理アルゴリズムから受信した IP チャンクの BGP ルートのアドバタイズをサポートします。また、他の機能の中でも IP アドレスを検証します。

冗長サブシステム

機能	説明
冗長性	UP セッションリカバリ機能と UP の 1:1 および N:M 冗長性をサポートします。

CUPS UP イベントデータレコード (EDR)

CUPS UP ノードは、EDR を生成するように設定できます。有効にすると、UP インスタンスはサブスライバの IP フローごとに個別のレコードを生成します。これらは、トランザクションの終了時 (HTTP GET/POST 要求など) または IP フローの終了時に生成されるように設定できます。これらのレコードに含まれる情報も設定可能です。生成されたレコードは UP のローカルストレージに一時的に保存され、後で SFTP を使用して、生成されたレコードを設定に従って外部ストレージ/サーバーにプッシュします。詳細については、『*Ultra Packet Core CUPS ユーザープレーン管理ガイド*』の「CUPS のイベントデータレコード」の章を参照してください。

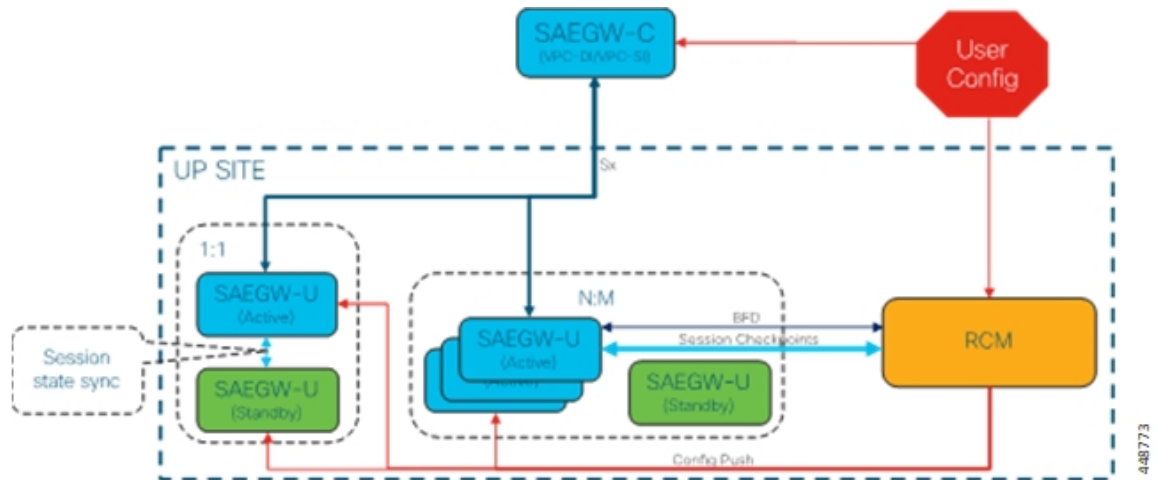
CUPS UP 冗長性

CUPS UP では、次の 2 種類の冗長性がサポートされています。

- 1:1 の UP 冗長性
- N:M の UP 冗長性

次の図に、UP ノードをネットワークに冗長性を持たせて展開する方法を示します。

図 2: CUPS UP 冗長性展開アーキテクチャ



Redundancy and Configuration Manager

Redundancy and Configuration Manager (RCM) は、次の機能を提供するシスコ独自のノードです。

- UP の設定管理
- RCM がサービスを提供するすべての UP からの情報のセッション状態ストレージ
- N:M 冗長モードで展開される UP モニタリング
- スタンバイ UP の障害検知とセッション状態の復元

RCM の詳細については、『*Redundancy and Configuration Manager Configuration and Administration Guide*』を参照してください。

1:1 の UP 冗長性

1:1 展開モードでは、UP はホットスタンバイモードで展開されます。このモードでは、UP の設定にのみ RCM が必要です。TCP 上の独自のプロトコル (Session Redundancy Protocol (SRP) という) が 2 つの UP 間で使用され、アクティブ/スタンバイ状態をネゴシエートし、相互に監視します。

状態のネゴシエーションが完了すると、セッション状態情報を交換するために、アクティブ UP のセッションマネージャとスタンバイ UP のセッションマネージャとの間でピアツーピア TCP 接続が確立されます。セッション状態の一部として渡される情報には、次のものが含まれます。

- 通話/セッション ID
- ピア CP アドレス
- ユーザー ID 情報 (IMSI、MSISDN)
- トラフィック エンドポイントアドレス (QCI、eNodeB アドレスなど)
- APN-MBR

- サブスクリバにインストールされたルール
- アカウンティング/使用状況情報
- 統計情報

1:1 の UP 冗長性の詳細については、『*Ultra Packet Core CUPS ユーザープレーン管理ガイド*』の「*4G CUPS の 1:1 のユーザープレーン冗長性*」の章を参照してください。



(注) 現在、VoLTE/IMS トラフィックをサポートする UP には 1:1 UP 冗長性を使用することをお勧めしますが、VoLTE/IMS 以外のデータトラフィックをサポートする UP は 1:1 または N:M の UP 冗長性を実装できます。

N:M の UP 冗長性

N:M 展開モードでは、UP はコールドスタンバイモードで展開されます。このモードでは、UP の設定と監視、UP インスタンスの状態管理、アクティブな UP が失敗した場合のセッション状態の保存と復元に RCM が必要です。

UP インスタンスと RCM 間のインターフェイスは TCP 上の独自のプロトコルで、1:1 の冗長性で使用されるものと同じです。Bidirectional Forwarding Detection (BFD) プロトコルは、UP インスタンスの障害を監視および検出するために使用されます。セッション状態情報を交換するために、アクティブな UP インスタンスのセッションマネージャと RCM の対応するチェックポイントマネージャの間でピアツーピア TCP 接続が確立されます。

UP と RCM の間で交換されるセッション状態情報は、1:1 冗長モードで交換される情報と同じです。チェックポイントマネージャは、受信したセッション状態情報をメモリに保存します。アクティブ UP の障害が検出されると、保存されているチェックポイント情報がスタンバイ UP のセッションマネージャにプッシュされ、セッション状態の復元に使用されます。

N:M の UP 冗長性の詳細については、『*Ultra Packet Core CUPS ユーザープレーン管理ガイド*』の「*N:M の冗長性*」の章を参照してください。

UPC CUPS Sx インターフェイス

Sx は、分割された P-GW のコントロールプレーンとユーザープレーンと、パケット転送制御プロトコル (PFCP) サービスを提供する Evolved Packet Core (EPC) の S-GW アーキテクチャとの間のインターフェイスです。Sx インターフェイスの主なタスクの 1 つは、コントロールプレーン機能を有効にし、ユーザーデータトラフィックの転送方法についてユーザープレーン機能に指示することです。

Sx の一部である機能には次のものが含まれます。

- ハートビート手順
- パケット検出情報 (PDI) の最適化
- Sx over IPsec

詳細については、『*Ultra Packet Core CUPS Sx* インターフェイス管理およびリファレンスガイド』を参照してください。

UPC CUPS VPP for Mobility

Vector Packet Processor for Mobility (VPPMOB) は、FD.io (高速データ：入力/出力) VPP に基づくモビリティ中心のソリューションです。Cisco Vector Packet Processing テクノロジーを利用して、仮想化された展開に高性能のパケット処理エンジン (転送プレーン) を提供します。

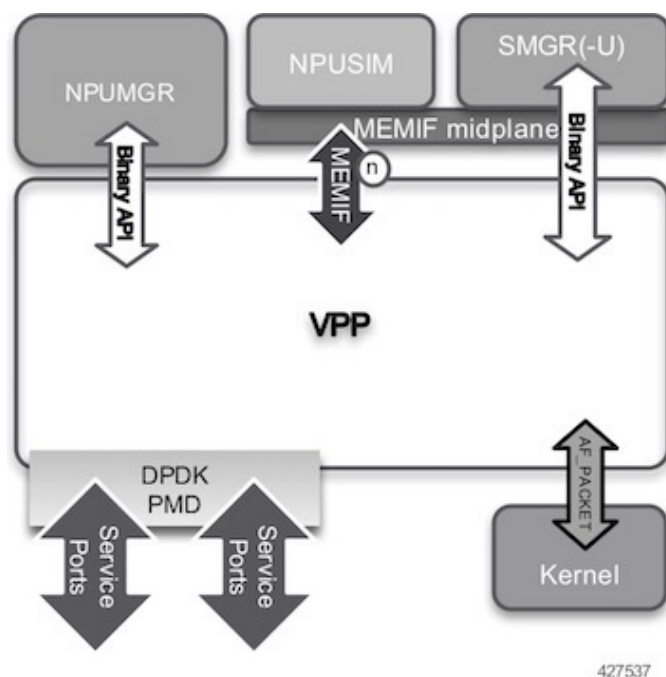
VPP は、ソフトウェアベースのネットワーク処理ユニット (NPU) であり、すぐに使用できる生產品質のスイッチおよびルータ機能を提供する拡張可能なフレームワークをサポートします。これは、市販の CPU で実行できる高性能のパケット処理スタックです。

アーキテクチャ

VPP は、有向グラフノードのセットです。グラフ内の各ノードは、パケット処理の特定のステップを実行します。各ノードは、1つの関数に対して最適化されています。たとえば、IP 転送情報ベース (FIB) ルックアップ、イーサネット処理などのためのグラフノードがあります。そのため、パケット処理関数は一連のグラフノードに対して分割されます。VPP のユニークな機能は、一度に最大 256 パケットのベクトル (「フレーム」ともいう) を処理することです。これは、つまりベクトルに 256 個のパケットがある場合、これらの 256 個のパケットが IP FIB ルックアップを通じて実行され、256 個のパケットがユーザーデータグラムプロトコル (UDP) 処理を通じて実行されることを示します。

処理の開始時に、ドライバ (通常、データプレーン開発キット (DPDK)) は回線をポーリングし、すべてのパケットをベクトルにグループ化し、それを処理の最初のステップである最初のグラフノードに渡します。たとえば、イーサネット処理は、IPv4/IPv6 などと同様に、最初のグラフノードになることがあります。処理パスに基づいて、パケットは次の処理段階に移動します。パケットは、処理状態に応じてパイプラインが分割されている場合にそのパイプライン内を移動します。これにより、パイプラインアーキテクチャに従います。

VPP をコアとし、VPPMOB を一連の VPP プラグインとして使用すると、ソリューションは利用可能なコアのサブセット上の単一の VM で実行されます。パケット処理は、サービスポートからの着信パケットで実行され、一部のサブセットはカーネルと StarOs (NPUSIM、SM_U など) との間で中継されます。



図に示すように、サービスポートは DPDK ドライバに接続され、カーネルは「AF_Packet」と呼ばれるインターフェイスを介して接続され、これら（サービスポートとカーネル）は VPP に接続されます。

他のサブシステムは、バイナリ API インターフェイスと MEMIF インターフェイスを使用して VPP と通信します。NPUMGR は VPP を制御し、NPUSIM は VPP の機能を強化するための補助処理レイヤとなり、セッションマネージャはサブスクリバを管理します。

バイナリ API は、コンポーネントと VPP 間の通信をサポートするだけでなく、通信に使用されるメッセージング形式である 16 進数データの交換も可能にします。

MEMIF は、NPUSIM と SM_U が VPP とパケットを交換するために使用する共有メモリエースのメモリパケットインターフェイスです。各セッションマネージャアプリケーションインスタンスには、MEMIF インターフェイスがあります。

VPC-SI 上の CUPS

コントロールプレーン（CP）には、VPC-DI/VPC-SI インスタンスで実行されているサブスクリバポリシー、トラフィック分類ルールなどのすべての設定が含まれています。

UP は 1 つ以上の VPC-SI インスタンスで構成され、CP と同じ場所に配置することも、ネットワークのエッジにリモートで展開することもできます。各 VPC-SI インスタンスには、VPP と SM_U のソフトウェアタスクを使用してサブスクリバデータセッションを処理する転送要素が含まれています。SM_U はトラフィックを分類し、データ処理をオフロードする前に、サブスクリバに適用する必要があるポリシーを識別し、転送要素をプログラムします。

このモデルでは、VPPMOB は、NPU スタイルのフロー処理と IP 転送機能の両方を備えたモビリティ転送ソリューションを提供する VPC-SI システム上で実行されます。また、SM_P Fastpath

を実行して、SM_Uをオフロードします。NPUMGRとSM_Uの両方がVPPMOBの設定と管理の責任を共有し、SM_UはFastpath関連の設定を担います。

詳細については、『*Ultra Packet Core CUPS* コントロールプレーン管理ガイド』または『*Ultra Packet Core CUPS* ユーザープレーン管理ガイド』の「VPPサポート」の章を参照してください。

展開シナリオ

Cisco UPC CUPS SAEGW-C および SAEGW-U は、次のいずれかとして展開できます。

- P-GW のみ
- S-GW のみ
- SAEGW

SAEGW-C および SAEGW-U は、次のタイプのセッションの任意の組み合わせを固定できます。

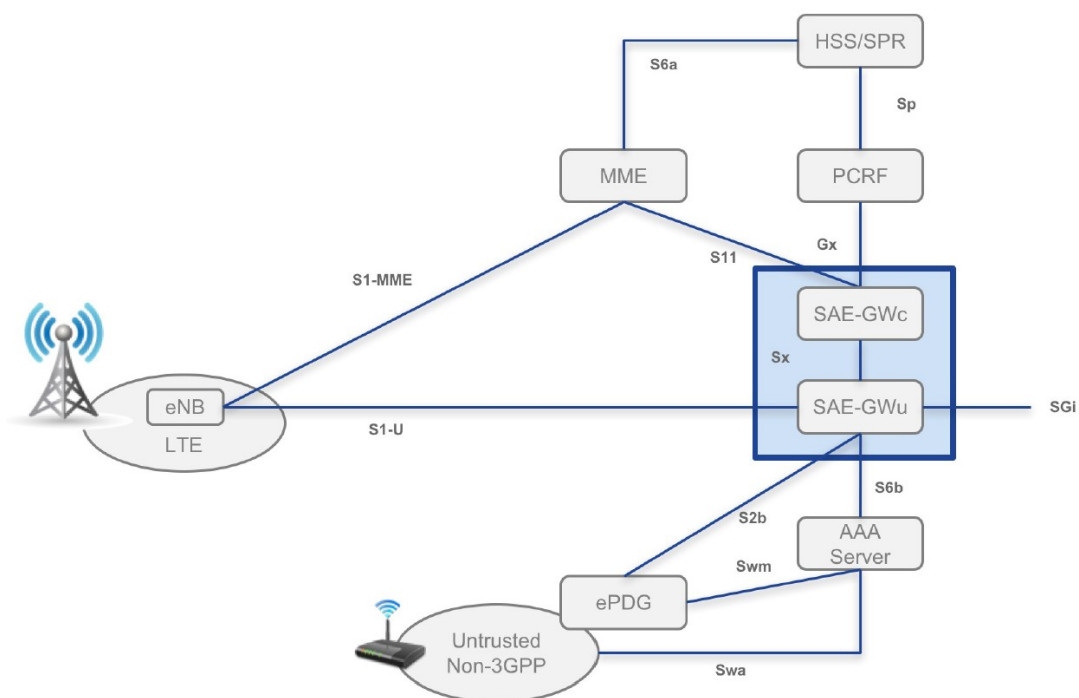
- 純粋な S-GW (Pure-S) : UE で SAEGW の S-GW 部分を使用し、PDN 接続が外部 P-GW (SAEGW の一部ではない) で終端する場合。
- 純粋な P-GW (Pure-P) : UE で外部 S-GW (SAEGW の一部ではない) を使用し、PDN 接続が SAEGW の P-GW 部分内で終端する場合。
- S-GW と P-GW の組み合わせ : UE が同じ SAEGW サービスの S-GW と P-GW の両方の部分を使用する場合。

Cisco UPC CUPS は、次の方法で展開できます。

- CUPS の共存
- リモート CUPS

CUPS の共存

CUPS の共存では、SAEGW-C VNF と SAEGW-U (複数) VNF の両方が同じデータセンターに配置され、同じ展開インスタンスの一部になります。

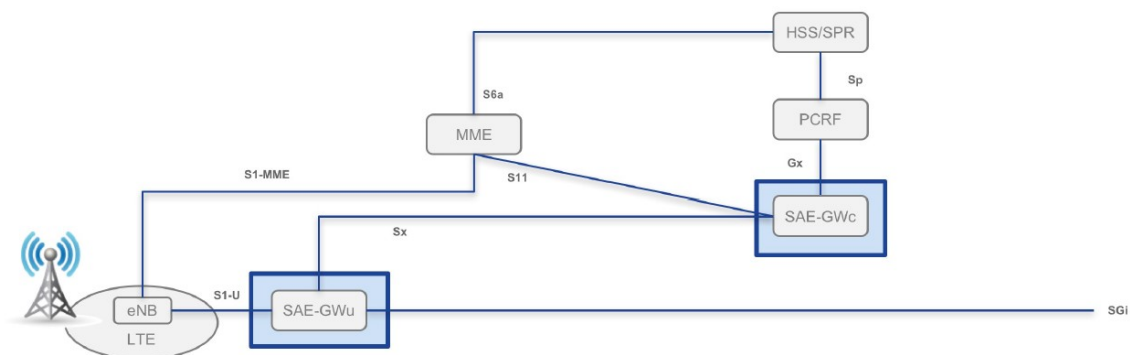


リモート CUPS

リモート CUPS では、コントロールプレーンとユーザプレーンが地理的に離れたデータセンターに展開されます。UPC CUPS アーキテクチャのユーザプレーン機能をリモートで展開することで、携帯電話事業者は、それを単一の EPC ゲートウェイとして運用し続けることができる一方で、UP の機能をトラフィック終端ポイントのすぐ近くに配置できます。EPC ゲートウェイのユーザプレーンを主要な集約ポイントまたは終端ポイントに配置することで、携帯電話事業者が中央の場所にバックホールする必要があるトラフィックの量が大幅に変わります。この利点は、企業、ビデオコンテンツ配信、および大量のトラフィックが特定の顧客ロケーションで終端できる IoT の使用例で特に重要になります。

CUPS CP は、同じ場所にある CUPS UP とリモートにある CUPS UP の両方を同時に制御できるため、同じ CUPS CP によって制御されるさまざまなタイプの CUPS UP の展開を混在させる柔軟性がもたらされます。そのため、モバイルエッジコンピューティング (MEC) の要件は、リモート CUPS で対処されます。

次の図に、リモートで展開されたユーザプレーンの使用例におけるパケットコア機能の分布を示します。



リモート CUPS の利点と使用例

リモート CUPS の利点と使用例は次のとおりです。

- バックホールのコスト削減
- 遅延の短縮とユーザーエクスペリエンスの向上
- エンタープライズ/企業強化の使用例
- モバイルエッジコンピューティングの使用例
- 運用の効率化

翻訳について

このドキュメントは、米国シスコ発行ドキュメントの参考和訳です。リンク情報につきましては、日本語版掲載時点で、英語版にアップデートがあり、リンク先のページが移動/変更されている場合がありますことをご了承ください。あくまでも参考和訳となりますので、正式な内容については米国サイトのドキュメントを参照ください。