

不等コストロードシェアリングにおけるCEFのウェイト分布について

内容

[概要](#)

[前提条件](#)

[要件](#)

[使用するコンポーネント](#)

[UCMPの概要](#)

[初期設定](#)

[メトリックウェイト/ロード](#)

[UCMP分散判定](#)

[ウェイトについて](#)

[ウェイト値の決定](#)

[ウェイト](#)

[標準体重](#)

[CEFの重み/負荷比の操作](#)

[例 1：重量/負荷比26/5](#)

[例 2：重量/負荷比30/1](#)

概要

このドキュメントでは、IOS-XRにおける不等コストマルチパスの理解、設定、および確認の側面について説明します。また、重み付け操作の例を見て、宛先へのパスメトリックがリンクの負荷にどのように影響するかを示します。

前提条件

このドキュメントには前提条件はありません。

要件

次の例は、IOS-XR 6.4.1に基づいています。

使用するコンポーネント

このドキュメントの情報は、特定のラボ環境にあるデバイスに基づいて作成されました。このドキュメントで使用するすべてのデバイスは、初期（デフォルト）設定の状態から起動しています。対象のネットワークが稼働中である場合には、どのようなコマンドについても、その潜在的な影響について確実に理解しておく必要があります。

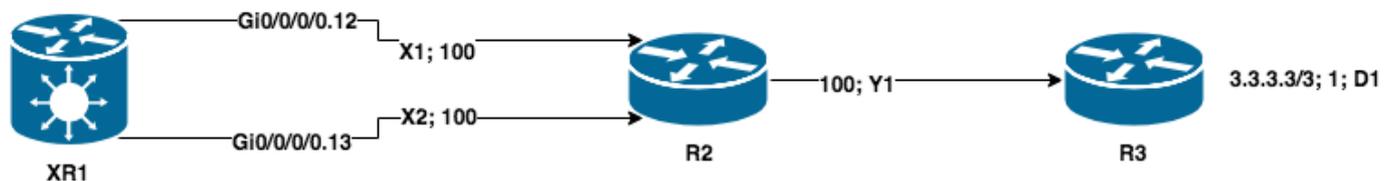
UCMPの概要

不等コストマルチパス(UCMP)ロードバランシングにより、複数のパスに分散したトラフィックを異なるコストでロードバランシングできます。一般に、帯域幅の高いパスでは、Interior Gateway Protocol(IGP)メトリックが低く設定されているため、最短のIGPパスが形成されます。

UCMPロードバランシングを有効にすると、プロトコルはトラフィックに対してさらに低い帯域幅パスや高いコストパスを使用でき、これらのパスを転送情報ベース(FIB)にインストールできます。これらのプロトコルは引き続きFIB内の同じ宛先への複数のパスをインストールしますが、各パスには「負荷メトリック/重み」が関連付けられます。FIBはこの負荷メトリック/重みを使用して、より高い帯域幅のパスで送信する必要があるトラフィックの量と、より低い帯域幅のパスで送信する必要があるトラフィックの量を決定します。

従来、EIGRPはUCMP機能をサポートする唯一のIGPでしたが、IOS-XR UMPでは、すべてのIGP、スタティックルーティング、およびBGPでサポートされています。このドキュメントでは、例のベースとしてOSPFを使用したUCMP機能について説明しますが、この情報はIS-ISおよびその他のUCMP対応プロトコルにも適用されます。

トポロジ ダイアグラム



初期設定

```
XR1
!
hostname XR1
!
interface GigabitEthernet0/0/0/0.12
description TO R2
ipv4 address 12.0.0.1 255.255.255.0
encapsulation dot1q 12
!
interface GigabitEthernet0/0/0/0.13
description TO R2
ipv4 address 13.0.0.1 255.255.255.0
encapsulation dot1q 13
! router ospf 1 address-family ipv4 area 0 ! interface GigabitEthernet0/0/0/0.12      cost 100
!
  interface GigabitEthernet0/0/0/0.13
    cost 100
!
!
end

R2
!
hostname R2
!
interface Ethernet0/0.12
description TO XR1
encapsulation dot1q 12
ip address 12.0.0.2 255.255.255.0
!
```

```

interface Ethernet0/0.13
  description TO XR1
  encapsulation dot1Q 13
  ip address 13.0.0.2 255.255.255.0
!
interface Ethernet0/1
  description TO R3
  ip address 172.16.23.2 255.255.255.0
  ip ospf cost 100
!
!
router ospf 1
  network 0.0.0.0 255.255.255.255 area 0
!
end

```

```

R3
!
hostname R3
!
interface Loopback0
  description FINAL_DESTINATION
  ip address 3.3.3.3 255.255.255.255
!
interface Ethernet0/0
  description TO R2
  ip address 172.16.23.3 255.255.255.0
!
router ospf 1
  network 0.0.0.0 255.255.255.255 area 0
!
end

```

メトリックウェイト/ロード

IOS-XRでは、宛先への複数のパスをインストールすると、宛先に特定のリンクの負荷の分散を示す重み値が割り当てられます。この値は、宛先へのパスメトリックに反比例し、コストが高いほど、割り当てられる重みが低くなります。これにより、宛先にルーティングする際に、CEFがリンクのロードシェアリングをインテリジェントに実行できます。

ECMPパスがインストールされている場合、割り当てられた重み値はすべてのパスに対して常に0に設定されます。これは、トラフィックが均等にロードシェアリングされることを意味します。CEFを確認すると、各パスに0の重みが割り当てられていることを確認できます。

```
RP/0/RP0/CPU0:XR1#show cef 3.3.3.3/32 detail
```

```

3.3.3.3/32, version 87, internal 0x1000001 0x0 (ptr 0xd689b50) [1], 0x0 (0xd820648), 0x0 (0x0)
Updated Nov 11 22:15:58.953
remote adjacency to GigabitEthernet0/0/0/0.12
Prefix Len 32, traffic index 0, precedence n/a, priority 1
gateway array (0xd6b32f8) reference count 2, flags 0x0, source rib (7), 0 backups
    [3 type 3 flags 0x8401 (0xd759758) ext 0x0 (0x0)]
LW-LDI[type=3, refc=1, ptr=0xd820648, sh-ldi=0xd759758]
gateway array update type-time 1 Nov 11 22:15:58.953
LDI Update time Nov 11 22:15:58.953
LW-LDI-TS Nov 11 22:15:58.953
  via 12.0.0.2/32, GigabitEthernet0/0/0/0.12, 4 dependencies, weight 0, class 0 [flags 0x0]
  path-idx 0 NHID 0x0 [0xe14b0a0 0x0]
  next hop 12.0.0.2/32
  remote adjacency

```

```
via 13.0.0.2/32, GigabitEthernet0/0/0/0.13, 4 dependencies, weight 0, class 0 [flags 0x0]
  path-idx 1 NHID 0x0 [0xe14b128 0x0]
  next hop 13.0.0.2/32
  remote adjacency
```

```
Load distribution: 0 1 (refcount 3)
```

Hash	OK	Interface	Address
0	Y	GigabitEthernet0/0/0/0.12	remote
1	Y	GigabitEthernet0/0/0/0.13	remote

UCMP分散判定

UCMPを有効にする場合は、まずXR1でコストを異なる方法で設定します。そのためには、次のようにコストを設定します。

```
router ospf 1
  address-family ipv4
  area 0
    interface Loopback0
    !
    interface GigabitEthernet0/0/0/0.12
      cost 50
    !
    interface GigabitEthernet0/0/0/0.13
      cost 100
    !
  !
end
```

```
RP/0/RP0/CPU0:XR1#show route 3.3.3.3/32
```

```
Routing entry for 3.3.3.3/32
  Known via "ospf 1", distance 110, metric 151, type intra area
  Installed Nov 11 22:32:48.289 for 00:00:32
  Routing Descriptor Blocks
    12.0.0.2, from 3.3.3.3, via GigabitEthernet0/0/0/0.12
    Route metric is 151
  No advertising protos.
```

UCMPの他のパスを検討するには、これらのパスが適格かどうかを判断する必要があります。IOS-XRでは、IS-ISおよびOSPFのパーセンテージ基準が使用されます。これは、`ucmp variance <value>` ルータプロセスコマンドに基づいています。次の2つのパスがあります。

パスメトリック1(pm1) = 151

パスメトリック2(pm2) = 201

ループフリーのネクストホップは、 $UCMP \leq (バリエーション * プライマリパスメトリック) / 100$ に基づいてインストールされます。

最悪のパスメトリック(pm2)に到達するためにプライマリパスを増やす必要がある割合は、151の134 %で、202になります。これは、パスを適格にするために設定する必要がある正確な分散値です。

```
!
router ospf 1
  ucmp variance 134
```

!

```
RP/0/RP0/CPU0:XR1#show route 3.3.3.3/32
```

```
Routing entry for 3.3.3.3/32
  Known via "ospf 1", distance 110, metric 151, type intra area
  Installed Nov 11 22:36:45.720 for 00:00:09
  Routing Descriptor Blocks
    12.0.0.2, from 3.3.3.3, via GigabitEthernet0/0/0/0.12
      Route metric is 151, Wt is 4294967295
    13.0.0.2, from 3.3.3.3, via GigabitEthernet0/0/0/0.13
      Route metric is 151, Wt is 3226567396
  No advertising protos.
```

スポイラー

注：variance値はweightの結果に影響しません。この場合、最小値134または最大値10000の分散（最大値）は同じ重み結果を生じますが、コスト値は互いに反比例するため、結果の重みに影響する値になります。

注：variance値はweightの結果に影響しません。この場合、最小値134または最大値10000の分散（最大値）は同じ重み結果を生じますが、コスト値は互いに反比例するため、結果の重みに影響する値になります。

ウェイトについて

IOS-XRのウェイトには、ウェイトとノーマライズされたウェイトの2つのタイプがあります。これらの使用法は、特定のプラットフォームでサポートされているハッシュバケットの数に基づいています。XRv9000では32のハッシュバケットが、ASR 9000では64のハッシュバケットがそれぞれサポートされます。つまり、ルータが重み値をプログラムする場合、重み付けは特定のプラットフォームのハッシュバケット制限を超えることはできません。show cef <prefix> detail location <location> コマンドを発行すると、プログラムされている正規化された重み付けを確認できます。設定されたコスト値に基づいて、18、13の負荷分散があります。これは、31のハッシュバケットが割り当てられたことを意味します(18+13)。

```
RP/0/RP0/CPU0:XR1#show cef 3.3.3.3/32 detail
```

```
3.3.3.3/32, version 23, internal 0x1000001 0x0 (ptr 0xd3ecb50) [1], 0x0 (0xd583610), 0x0 (0x0)
Updated Nov 11 22:36:45.723
remote adjacency to GigabitEthernet0/0/0/0.12
Prefix Len 32, traffic index 0, precedence n/a, priority 1
gateway array (0xd4163d8) reference count 1, flags 0x0, source rib (7), 0 backups
  [2 type 3 flags 0x8401 (0xd4bc7b8) ext 0x0 (0x0)]
LW-LDI[type=3, refc=1, ptr=0xd583610, sh-ldi=0xd4bc7b8]
gateway array update type-time 1 Nov 11 22:36:45.723
LDI Update time Nov 11 22:36:45.729
LW-LDI-TS Nov 11 22:36:45.729
  via 12.0.0.2/32, GigabitEthernet0/0/0/0.12, 6 dependencies, weight 4294967295, class 0 [flags 0x0]
    path-idx 0 NHID 0x0 [0xe14b1b0 0x0]
    next hop 12.0.0.2/32
    remote adjacency
  via 13.0.0.2/32, GigabitEthernet0/0/0/0.13, 6 dependencies, weight 3226567396, class 0 [flags 0x0]
    path-idx 1 NHID 0x0 [0xe14b128 0x0]
    next hop 13.0.0.2/32
    remote adjacency
```

Weight distribution:

slot 0, weight 4294967295, normalized_weight 18, class 0
slot 1, weight 3226567396, normalized_weight 13, class 0

Load distribution: 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 (refcount

2)

Hash	OK	Interface	Address
0	Y	GigabitEthernet0/0/0/0.12	remote
1	Y	GigabitEthernet0/0/0/0.12	remote
2	Y	GigabitEthernet0/0/0/0.12	remote
3	Y	GigabitEthernet0/0/0/0.12	remote
4	Y	GigabitEthernet0/0/0/0.12	remote
5	Y	GigabitEthernet0/0/0/0.12	remote
6	Y	GigabitEthernet0/0/0/0.12	remote
7	Y	GigabitEthernet0/0/0/0.12	remote
8	Y	GigabitEthernet0/0/0/0.12	remote
9	Y	GigabitEthernet0/0/0/0.12	remote
10	Y	GigabitEthernet0/0/0/0.12	remote
11	Y	GigabitEthernet0/0/0/0.12	remote
12	Y	GigabitEthernet0/0/0/0.12	remote
13	Y	GigabitEthernet0/0/0/0.12	remote
14	Y	GigabitEthernet0/0/0/0.12	remote
15	Y	GigabitEthernet0/0/0/0.12	remote
16	Y	GigabitEthernet0/0/0/0.12	remote
17	Y	GigabitEthernet0/0/0/0.12	remote
18	Y	GigabitEthernet0/0/0/0.13	remote
19	Y	GigabitEthernet0/0/0/0.13	remote
20	Y	GigabitEthernet0/0/0/0.13	remote
21	Y	GigabitEthernet0/0/0/0.13	remote
22	Y	GigabitEthernet0/0/0/0.13	remote
23	Y	GigabitEthernet0/0/0/0.13	remote
24	Y	GigabitEthernet0/0/0/0.13	remote
25	Y	GigabitEthernet0/0/0/0.13	remote
26	Y	GigabitEthernet0/0/0/0.13	remote
27	Y	GigabitEthernet0/0/0/0.13	remote
28	Y	GigabitEthernet0/0/0/0.13	remote
29	Y	GigabitEthernet0/0/0/0.13	remote
30	Y	GigabitEthernet0/0/0/0.13	remote

このように、正規化された重みの合計は、プラットフォームによって割り当てられたハッシュバケットの量を表します。この場合、この特定のプラットフォームの制限に従って、32のハッシュバケットを超えることはできません。プライマリパス(pm1)のウェイトは常に4294967295に設定されます。これは最大ウェイト($2^{32} - 1$)です。

ウェイト値の決定

ウェイト

式 $\text{weight} = \text{best cost} / \text{worst cost} * 4294967295$ を使用してウェイトを簡単に計算できます。たとえば、パス1とパス2のウェイトは次のように計算されます。

Weight_path_1 = 常に4294967295に設定

Weight_path_2 = $151 / 201 * 4294967295 = 3226567470$

[スポイラー](#)

注：浮動小数点計算を行う際に、値を計算するときに精度が失われる可能性があり、RIBとFIBに

整数をインストールする必要があります。

注：浮動小数点計算を行う際に、値を計算するときに精度が失われる可能性があり、RIBとFIBに整数をインストールする必要があります。

標準体重

前述したように、プラットフォームによってハッシュバケットの量を超えるCEFテーブルの重み付け値をインストールすることはできません。これは、ハードウェアにプログラミングする前に重み付けを正規化する必要があります。プラットフォームは、正規化された重み付けを計算します(Normalized Weight = (Path weight/Total weight) * Maximum bucket size)。この例に基づいて、次のように計算できます。

$$\text{normalized_weight_1} = (4294967295 * 32) / (3226567396 + 4294967295) = 18$$

$$\text{normalized_weight_2} = (3226567396 * 32) / (3226567396 + 4294967295) = 13$$

スポイラー

注：G.C.Dが1の場合は上記の方法が使用され、それ以外の場合はG.C.D !=1、ノーマライズウェイトは、結果のG.C.Dをウェイト値で除算します。

注：G.C.Dが1の場合は上記の方法が使用され、それ以外の場合はG.C.D !=1を指定すると、ウェイトの正規化は、結果のG.C.Dをウェイト値で除算します。

CEFの重み/負荷比の操作

シナリオによっては、ウェイト/ロードディストリビューションを実現するために設定する必要がある特定のパスメトリック値を決定する必要があります。リンクのコストを変更し、必要な値に到達するか概算するまで基づいて、適切なパスメトリックを決定できます。必要な重みがすべて正確に可能であるわけではありませんが、必要な分布を概算できます。

続行する前に、次の制限事項を考慮してください。

- a.) すべての重み/荷重分布が正確に可能なわけではありませんが、近似を行うことができます。
- b.) ハッシュバケットの制限を超えないようにしてください。 – これは、すべてのパス重みの合計がハッシュバケットを超えないことを意味します。これが発生した場合、重みは正規化する必要があります。つまり、すべての重み付けを加算する際に、ハッシュバケットの制限を超えないということです。
- c.) ASR 9000およびCRS-Xには64のハッシュバケット制限があり、XRv9000には32のハッシュバケット制限があります。
- d.) 6.4.1より前のパスを使用する場合、重みの分布は異なり、重みの最小のパスは常に1に設定され、他のパスはこのパスの倍数になります。これは、1より大きくできることを意味します。

例 1：重量/負荷比26/5

前と同じトポロジに従って、2つのリンク間に26/5の重み付けを行います。

- i) 最初は、コストはすべてのパス(100 + 100 + 1) = 201で等しく設定されます。

ii.) UCMP varianceを最大値に設定して、すべてのネクストホップを考慮します。

iii) RIBをチェックすると、XR1がECMPを実行しているデフォルトの状態が表示されます。

```
RP/0/RP0/CPU0:XR1#show cef 3.3.3.3/32 detail
```

```
3.3.3.3/32, version 27, internal 0x1000001 0x0 (ptr 0xd3ecb50) [1], 0x0 (0xd583610), 0x0 (0x0)
Updated Nov 11 23:08:25.290
remote adjacency to GigabitEthernet0/0/0/0.12
Prefix Len 32, traffic index 0, precedence n/a, priority 1
gateway array (0xd416218) reference count 2, flags 0x0, source rib (7), 0 backups
    [3 type 3 flags 0x8401 (0xd4bc6f8) ext 0x0 (0x0)]
LW-LDI[type=3, refc=1, ptr=0xd583610, sh-ldi=0xd4bc6f8]
gateway array update type-time 1 Nov 11 23:08:25.290
LDI Update time Nov 11 23:08:25.297
LW-LDI-TS Nov 11 23:08:25.297
  via 12.0.0.2/32, GigabitEthernet0/0/0/0.12, 4 dependencies, weight 4294967295, class 0 [flags
0x0]
    path-idx 0 NHID 0x0 [0xe14b1b0 0x0]
    next hop 12.0.0.2/32
    remote adjacency
  via 13.0.0.2/32, GigabitEthernet0/0/0/0.13, 4 dependencies, weight 4294967295, class 0 [flags
0x0]
    path-idx 1 NHID 0x0 [0xe14b128 0x0]
    next hop 13.0.0.2/32
    remote adjacency

Weight distribution:
slot 0, weight 4294967295, normalized_weight 1, class 0
slot 1, weight 4294967295, normalized_weight 1, class 0
```

```
Load distribution: 0 1 (refcount 3)
```

Hash	OK	Interface	Address
0	Y	GigabitEthernet0/0/0/0.12	remote
1	Y	GigabitEthernet0/0/0/0.13	remote

この例では、次のウェイトを必要とするケースを使用します。

W1 = 26 (プライマリベストコスト)

W2 = 5 (セカンダリベストコスト)

レッグパスを使用する必要があります。このパスの場合、コストは既知です。この場合、リファレンスパスはGi0/0/0/0.12を経由するパスになります。レッグパスはエンドツーエンドのコストで事前に計算されます。パスメトリックと重みは次のとおりです。

i) $X1+Y1+D1 = 100 + 100 + 1 = 201$ (トポロジ内の各リンクに接続されている変数に注意してください)。

ii.) 重量1 = 26

iii) 重量2 = 5

iv.) pm1 = 201 (プライマリレッグパス);重量= 26

v.) pm2 = unknown yet (セカンダリパス);重量= 5


```

6      Y      GigabitEthernet0/0/0/0.12 remote
7      Y      GigabitEthernet0/0/0/0.12 remote
8      Y      GigabitEthernet0/0/0/0.12 remote
9      Y      GigabitEthernet0/0/0/0.12 remote
10     Y      GigabitEthernet0/0/0/0.12 remote
11     Y      GigabitEthernet0/0/0/0.12 remote
12     Y      GigabitEthernet0/0/0/0.12 remote
13     Y      GigabitEthernet0/0/0/0.12 remote
14     Y      GigabitEthernet0/0/0/0.12 remote
15     Y      GigabitEthernet0/0/0/0.12 remote
16     Y      GigabitEthernet0/0/0/0.12 remote
17     Y      GigabitEthernet0/0/0/0.12 remote
18     Y      GigabitEthernet0/0/0/0.12 remote
19     Y      GigabitEthernet0/0/0/0.12 remote
20     Y      GigabitEthernet0/0/0/0.12 remote
21     Y      GigabitEthernet0/0/0/0.12 remote
22     Y      GigabitEthernet0/0/0/0.12 remote
23     Y      GigabitEthernet0/0/0/0.12 remote
24     Y      GigabitEthernet0/0/0/0.12 remote
25     Y      GigabitEthernet0/0/0/0.12 remote
26     Y      GigabitEthernet0/0/0/0.13 remote
27     Y      GigabitEthernet0/0/0/0.13 remote
28     Y      GigabitEthernet0/0/0/0.13 remote
29     Y      GigabitEthernet0/0/0/0.13 remote
30     Y      GigabitEthernet0/0/0/0.13 remote

```

例 2 : 重量/負荷比30/1

以前と同様に、両方のXR1インターフェイスのデフォルトコストは100です。

$W1 = 30$ (プライマリベストコスト)

$W2 = 1$ (セカンダリベストコスト)

i) $X1+Y1+D1 = 100 + 100 + 1 = 201$ (トポロジ内の各リンクに接続されている変数に注意してください)。

ii.) 重量1 = 30

iii) 重量2 = 1

iv.) $pm1 = 201$ (プライマリレッグパス); 重量= 30

v.) $pm2 = \text{unknown yet}$ (セカンダリパス); 重み= 1

重みの計算

pm2のパスメトリック : $pm2 = (30/1) * 201 = 6030$

XR1のリンクX2のコストの決定。

$X2 = pm2 - (x2 + y1 + d1)$

$6030 - (100 + 100 + 1) = 5829$

X2リンクでOSPFコストを設定する。

21	Y	GigabitEthernet0/0/0/0.12	remote
22	Y	GigabitEthernet0/0/0/0.12	remote
23	Y	GigabitEthernet0/0/0/0.12	remote
24	Y	GigabitEthernet0/0/0/0.12	remote
25	Y	GigabitEthernet0/0/0/0.12	remote
26	Y	GigabitEthernet0/0/0/0.12	remote
27	Y	GigabitEthernet0/0/0/0.12	remote
28	Y	GigabitEthernet0/0/0/0.12	remote
29	Y	GigabitEthernet0/0/0/0.12	remote
30	Y	GigabitEthernet0/0/0/0.13	remote