瞭解Catalyst 9000交換器上的QoS硬體資源

目錄

簡介

本文描述如何瞭解和驗證基於UADP ASIC的Catalyst 9000系列交換機上的服務品質(QoS)硬體利用率

必要條件

需求

思科建議您瞭解以下主題：

- Cisco MQC QoS配置；策略對映、類對映、訪問控制清單、訪問控制條目

採用元件

本文中的資訊係根據以下軟體和硬體版本：

- Cisco Catalyst 9200L Cisco IOS®-XE 17.3.4

其他Cisco Catalyst 9000系列交換器可以看到一般概念、想法和各種輸出。

本文中的資訊是根據特定實驗室環境內的裝置所建立。文中使用到的所有裝置皆從已清除（預設）的組態來啟動。如果您的網路運作中，請確保您瞭解任何指令可能造成的影響。

相關產品

本文件也適用於以下硬體和軟體版本：

- Catalyst 9300 - 9600系列交換器
- Catalyst 9300X和9400X
- Cisco IOS® XE 16.x和17.x軟體版本

背景資訊

- Catalyst 9000系列交換器上的各種功能耗用有限的硬體資源。這些資源可用於加速這些功能的效能，並提供交換機預期的高轉發速率。
- 這些資源的規模可能因交換機型號而異，但是在採用UADP ASIC的Catalyst 9000系列交換機中，故障排除的基本方法保持不變
- 通常，帶有交換機的主要有限硬體資源稱為TCAM — 三重內容可定址儲存器
- 在Catalyst 9000系列交換器中，在TCAM之外使用多種記憶體型別，以滿足特定功能的特定需求

本檔案可幫助您：

- **瞭解**服務品質(QoS)如何消耗硬體專案
- **瞭解**表示QoS硬體資源問題的日誌或錯誤消息
- **確定**要採取哪些操作來修復與QoS相關的硬體資源問題

技術

Qos	服務品質	與網路裝置進出流量分類、標籤、排隊和排程有關的概念/相關能組
TCAM	三重內容可定址儲存器	一種記憶體，用於儲存和查詢具有三個不同輸入（0、1和X）目。這種記憶體型別用於存在多個與同一條目的匹配項的情況且每個條目的結果雜湊不是唯一的。此表包含一個掩碼或X值過該值，它可以知道它是否與此項匹配。
DSCP	區別服務代碼點	封包的IP標頭中包含的流量分類機制
CoS	服務類別	資料包的乙太網幀報頭中包含的流量分類機制
ACE	訪問控制條目	存取控制清單(ACL)中的單一規則或線路
ACL	訪問控制清單	一組訪問控制條目(ACE)，各種功能使用它來匹配流量並採取
FED	轉發引擎驅動程式	對裝置硬體進行程式設計的軟體元件

檢視與QoS相關的系統日誌

如果與QoS相關的資源用盡，則系統生成SYSLOG消息：

與QoS相關的系統日誌消息	定義	恢復操作
%FED_QOS_ERRMSG-4-TCAM_OVERFLOW：交換機1 R0/0：饋送：無法在GigabitEthernet1/0/10上為策略對映ingress_pmap2程式設計TCAM。	為QoS實體保留的硬體(TCAM)空間不足	確保您具有有效/支援的配置。，檢視本文檔的其餘部分，驗交換機的當前規模利用率，以及過度使用則可能採取的減少措施
%FED_QOS_ERRMSG-3-QUEUE_SCHEDULER_HW_ERROR：交換機1的R0/0: fed：無法為GigabitEthernet1/0/27配置隊列排程程式	QoS隊列計畫程式的硬體安裝失敗	驗證您的配置是否受支援，檢視平台和軟體版本的QoS配置指南僅適用於9200L：檢視思科錯誤CSCvz54607和思科錯誤ID CSCvz76172
FED_QOS_ERRMSG-3-QUEUE_BUFFER_HW_ERROR: R0/0: fed：無法配置預設隊列緩衝區	QoS隊列緩衝區的硬體安裝失敗	驗證您的配置是否受支援，檢視平台和軟體版本的QoS配置指南 檢視思科錯誤ID CSCvs49401

驗證硬體利用率和策略狀態

驗證當前的QoS TCAM利用率

```
show platform hardware fed switch active fwd-asic resource tcam utilization
```

> **注意**：有關此命令的更多詳細資訊，請參閱

```
16.X versions:
CAM Utilization for ASIC  [0]
 Table                                              Max Values          Used Values
 ------------------------------------------------------------------------------------
 Unicast MAC addresses                              16384/256            15/21
 L3 Multicast entries                               1024/256             0/7
 L2 Multicast entries                               1024                   9
 Directly or indirectly connected routes            8192/3072            2/19
 QoS Access Control Entries                         1024                  40 <<< QoS Entries
 Security Access Control Entries                    1408                 125
 Ingress Netflow ACEs                                128                   8
 Policy Based Routing ACEs                           512                   9
 Egress Netflow ACEs                                 128                   8
 Flow SPAN ACEs                                      256                  13
 Control Plane Entries                               512                 211
 Tunnels                                             128                  17
 Lisp Instance Mapping Entries                       128                   3
 SGT_DGT                                            2048/256             0/1
 CLIENT_LE                                          2048/64              0/0
```

```
 INPUT_GROUP_LE                                  1024                0
 OUTPUT_GROUP_LE                                 1024                0
 Macsec SPD                                       128                2
```

17.x Versions:

```
Codes: EM - Exact_Match, I - Input, O - Output, IO - Input & Output, NA - Not Applicable CAM
Utilization for ASIC [0] Table Subtype Dir Max Used %Used V4 V6 MPLS Other ----------------------
------------------------------------------------------------------------------- Mac Address
Table EM I 16384 17 0.10% 0 0 0 17 Mac Address Table TCAM I 256 21 8.20% 0 0 0 21 L3 Multicast
EM I 1024 0 0.00% 0 0 0 0 L3 Multicast TCAM I 256 9 3.52% 3 6 0 0 L2 Multicast TCAM I 1024 11
1.07% 3 8 0 0 IP Route Table EM I 4096 3 0.07% 2 0 1 0 IP Route Table TCAM I 2048 19 0.93% 6 10
2 1  QOS ACL                TCAM          IO       1024       85    8.30%       28       38
0       19  <-- QoS Entries
 Security ACL           TCAM         IO       1408      129    9.16%       26       58        0
45
 Netflow ACL            TCAM         I         128        6    4.69%        2        2        0
2
 PBR ACL                TCAM         I         512        9    1.76%        3        6        0
0
 Netflow ACL            TCAM         O         128        6    4.69%        2        2        0
2
 Flow SPAN ACL          TCAM         IO        256       13    5.08%        3        6        0
4
 Control Plane          TCAM         I         512      262   51.17%      114      106        0
42
 Tunnel Termination     TCAM         I         128       18   14.06%        8       10        0
0
 Lisp Inst Mapping      TCAM         I         128        1    0.78%        0        0        0
1
 CTS Cell Matrix/VPN
 Label                  EM           O        2048        0    0.00%        0        0        0
0
 CTS Cell Matrix/VPN
 Label                  TCAM         O         256        1    0.39%        0        0        0
1
 Client Table           EM           I        2048        0    0.00%        0        0        0
0
 Client Table           TCAM         I          64        0    0.00%        0        0        0
0
 Input Group LE         TCAM         I        1024        0    0.00%        0        0        0
0
 Output Group LE        TCAM         O        1024        0    0.00%        0        0        0
0
 Macsec SPD             TCAM         I         128        2    1.56%        0        0        0
2
```

驗證硬體中是否成功安裝了QoS策略。確保狀態為VALID和SET_INHW。檢視清單底部的物理介面條目。在交換器堆疊或stackwise-virtual中，使用交換器編號或主用/備用模式，以準確反映您要驗證硬體安裝的交換器。

```
C9200(config)#policy-map egress_pmap
C9200(config-pmap)#interface gi2/0/9
C9200(config-if)#service-policy output egress_pmap

C9200#show platform software fed switch 2 qos policy target status         <-- switch 2 is used
because the interface in question is Gi2/0/9 which is on switch 2

TCG status summary:

Loc Interface             IIF-ID           Dir State:(cfg,opr) Policy
--- --------------------- ---------------- --- -------------- --------------------
<snip> L:0 GigabitEthernet2/0/9 0x00000000000010 OUT VALID,SET_INHW  egress_pmap <-- VALID /
```

SET_INHW indicates the policy is understood by software and installed to hardware successfully
如果發現無效策略或錯誤，而不是目標介面的VALID / SET_INHW，請檢查QoS策略並驗證長度和語法。還要驗證硬體利用率。本文檔後面的部分詳細說明了如何理解策略可以使用的資源。

```
C9200#show run policy-map egress_pmap
Current configuration : 624 bytes
!
policy-map egress_pmap
 class COS_DSCP6
  priority level 1
  queue-buffers ratio 5
 class COS_DSCP5
  bandwidth remaining percent 10
  queue-buffers ratio 5
<snip...>

C9200#show run class-map COS_DSCP6
Current configuration : 66 bytes
!
class-map match-any COS_DSCP6
match ip dscp ef
!
end
```

瞭解QoS硬體資源的當前利用率

使用示例(9200L 17.3.4)

```
C9200#show platform hardware fed switch active fwd-asic resource tcam utilization | i
Codes|ASIC|-|QOS
Codes: EM - Exact_Match, I - Input, O - Output, IO - Input & Output, NA - Not Applicable CAM
Utilization for ASIC [0] Table Subtype Dir Max Used    %Used       V4       V6     MPLS    Other
 ---------------------------------------------------------------------------------------------
-------
 QOS ACL                TCAM         IO       1024       85    8.30%       28       38        0
19 <-- Baseline utilization with minimal configuration
```
配置並**附**加空白策略對映 — 在此策略對映中未呼叫任何類對映，因此此策略沒有預期效果。

```
C9200(config)#policy-map egress_pmap
C9200(config-pmap)#interface gi1/0/9
C9200(config-if)#service-policy output egress_pmap

C9200#show platform hardware fed switch active fwd-asic resource tcam utilization | i
Codes|ASIC|-|QOS
Codes: EM - Exact_Match, I - Input, O - Output, IO - Input & Output, NA - Not Applicable CAM
Utilization for ASIC [0] Table Subtype Dir Max  Used    %Used       V4       V6     MPLS
Other
 ---------------------------------------------------------------------------------------------
-------
 QOS ACL                TCAM         IO       1024       89    8.69%       29       40        0
20 <-- 4 additional entries consumed
```
請注意，即使連線了零類對映或已執行操作，仍會使用4個硬體條目，這些條目在V4、V6和Other之間拆分。

在此示例中，新增了一個空白測試類。在正常情況下，此match-any類對映將允許匹配多種型別的DSCP、CoS或IPP標籤。但是在本例中，沒有呼叫任何值，因此類對映不會匹配任何流量。

```
C9200(config)#class-map match-any TEST_CLASS
C9200(config-cmap)#policy-map egress_pmap
C9200(config-pmap)#class TEST_CLASS

C9200#show platform hardware fed switch active fwd-asic resource tcam utilization | i
Codes|ASIC|-|QOS
Codes: EM - Exact_Match, I - Input, O - Output, IO - Input & Output, NA - Not Applicable CAM
Utilization for ASIC [0] Table Subtype Dir Max Used    %Used       V4       V6     MPLS    Other
 ---------------------------------------------------------------------------------------------
-------
 QOS ACL                TCAM         IO       1024       92    8.92%       30       42        0
20 <-- 3 additional entries consumed
```

該示例顯示，對於呼叫的每個附加類，即使沒有任何匹配的特定流量，也會消耗一個v4條目和兩個v6條目的基線。

向每個**類添**加match語句時，會使用其他條目：

```
C9200(config)#class-map match-any TEST_CLASS
C9200(config-cmap)#match precedence 0

C9200(config-cmap)#do show platform hardware fed switch ac fwd resource tcam utilization | i QOS
 QOS ACL                TCAM         IO       1024       96    9.38%       31       44        0
21 <-- 4 additional entries

C9200(config-cmap)#match precedence 1

C9200(config-cmap)#do show platform hardware fed switch ac fwd resource tcam utilization | i QOS
 QOS ACL                TCAM         IO       1024       99    9.67%       32       46        0
21 <-- 3 additional entries

C9200(config-cmap)#match cos 1

C9200(config-cmap)#do show platform hardware fed switch ac fwd resource tcam utilization | i QOS
 QOS ACL                TCAM         IO       1024      100    9.77%       32       46        0
22 <-- 1 additional entry

C9200(config-cmap)#match dscp 21

C9200(config-cmap)#do show platform hardware fed switch ac fwd resource tcam utilization | i QOS
 QOS ACL                TCAM         IO       1024      103   10.06%       33       48        0
22 <-- 3 addditional entries

C9200(config-cmap)#match dscp 22

C9200(config-cmap)#do show platform hardware fed switch ac fwd resource tcam utilization | i QOS
 QOS ACL                TCAM         IO       1024      103   10.06%       33       48        0
22 <-- 0 additional entries

C9200(config-cmap)#match dscp 23

C9200(config-cmap)#do show platform hardware fed switch ac fwd resource tcam utilization | i QOS
 QOS ACL                TCAM         IO       1024      106   10.35%       34       50        0
22 <-- 3 additional entries

C9200(config-cmap)#match dscp 31

C9200(config-cmap)#do show platform hardware fed switch ac fwd resource tcam utilization | i QOS
 QOS ACL                TCAM         IO       1024      109   10.64%       35       52        0
22 <-- 3 additional entries
```

```
C9200(config-cmap)#match dscp 32

C9200(config-cmap)#do show platform hardware fed switch ac fwd resource tcam utilization | i QOS
 QOS ACL                TCAM         IO       1024      109    10.64%       35       52        0
22 <-- 3 additional entries

C9200(config-cmap)#match dscp 33

C9200(config-cmap)#do show platform hardware fed switch ac fwd resource tcam utilization | i QOS
 QOS ACL                TCAM         IO       1024      112    10.94%       36       54        0
22 <-- 3 additional entries
```

請注意，某些情況下，單個match語句不會佔用進一步的條目。進一步觀察到，後來的match語句使用多個條目。

在網路範圍內實施策略之前，請定期測試策略，並在執行過程中進行最佳化。

> **注意**：對於QoS相關的硬體利用率，硬體使用情況並不總是使用match語句或訪問控制條目(ACE)進行一對一擴展。硬體根據值掩碼結果或VMR運行。在某些情況下，可能需要多個VMR來完全分類實現ACE所必需的資料範圍。Catalyst 9000系列交換器UADP系列ASIC包含用於最佳化這些區域的硬體，例如用於具有連線埠範圍作業(L4OP)的ACE，以減少擴充的需要。

硬體利用率故障排除

本部分介紹多個結合硬體和軟體使用的場景，以幫助說明問題場景和補救。

- 平台 — C9200L-48T-4X
- Cisco IOS®-XE 17.3.4

所展示的場景說明：

- 為總體利用率新增相對少量條目的小策略
- 一種大型策略，為總體利用率新增相對大量的條目
- 導致無法安裝該策略的第二個大型策略
- 修復安裝失敗

場景：QoS TCAM規模估計

> **注意**：這些示例使用基於對象組的ACL。 對象組有效地代表更大的傳統訪問清單。它們本身不會消耗更多或更少的TCAM。相反，它們是一種簡化且模組化的方式，以表示若沒有它們，ACE清單將是非常長的模式化清單。

此範例使用輸入原則標籤封包。它涉及對象組、IP訪問清單和基於TCP/UDP埠的匹配。

對象組	使用對象組的訪問清單	類對映	策略對映
object-group network RFC1918-Private-IPv4 10.0.0.0 255.0.0.0 172.16.0.0 255.240.0.0	ip access-list extended APP_1_PORTS_1 10 permit udp any object-group app_1 range 1433 1434	class-map match-any BigClass match access-group name APP_1_PORTS_1	policy-map ingress_pma 類BigClass set dscp cs

```
                                 20 permit udp object-group app_1
                                range 1433 1434 any
192.168.0.0 255.255.0.0          30 permit tcp any object-group
                                app_1 range 1433 1434
object-group network             40 permit tcp object-group app_1
app_1                           range 1433 1434 any
 group-object RFC1918-           50 permit tcp any object-group
Private-IPv4                    app_1 range 14300 14400
                                 60 permit tcp object-group app_1
                                range 14300 14400 any
```

查看圖表，注意對象組網路*RFC1918-Private-IPv4中有3個子網*

```
object-group network app_1
 group-object RFC1918-Private-IPv4

object-group network RFC1918-Private-IPv4
10.0.0.0 255.0.0.0
172.16.0.0 255.240.0.0
192.168.0.0 255.255.0.0
```

此外，*ip access-list extended APP_1_PORTS_1*中還包含6個match語句。

```
ip access-list extended APP_1_PORTS_1
 10 permit udp any object-group app_1 range 1433 1434 <-- permits any source, to group app_1 on
UDP ports 1433 - 1434
 20 permit udp object-group app_1 range 1433 1434 any <-- reverse of previous line, reminder
that app_1 is made up of RFC1918-Private-IPv4, which is 3 separate subnets
 30 permit tcp any object-group app_1 range 1433 1434
 40 permit tcp object-group app_1 range 1433 1434 any
 50 permit tcp any object-group app_1 range 14300 14400
 60 permit tcp object-group app_1 range 14300 14400 any
```

object-group network app_1將*object-group network RFC1918-Private-IPv4 中的每個條目應用於ip access-list extended APP_1_PORTS_1中的每個條目*

這具有乘法效果，因為對於*APP_1_PORTS_1*中的每個ACE，它引用了對象組app_1，該對象組本身代表RFC1918-Private-IPv4中的3個附加ACE

連線到類對映和策略對映時，ip access-list extended APP_1_PORTS_1的總利用率估計值為：

APP_1使用6次x 3對象組ACE = 18

應用策略並觀察TCAM利用率：

```
C9200#show platform hardware fed switch 2 fwd-asic resource tcam utilization | i Codes|ASIC|-
|QOS
Codes: EM - Exact_Match, I - Input, O - Output, IO - Input & Output, NA - Not Applicable CAM
Utilization for ASIC [0] Table Subtype Dir Max Used    %Used       V4       V6     MPLS    Other
 ---------------------------------------------------------------------------------------------
-------
 QOS ACL                TCAM         IO       1024      85     8.69%       29       40        0
20 <-- baseline utilization

C9200(config-pmap)#interface gi1/0/9
C9200(config-if)#service-policy input ingress_pmap
```

```
C9200#show platform hardware fed switch active fwd-asic resource tcam utilization | i
Codes|ASIC|-|QOS
Codes: EM - Exact_Match, I - Input, O - Output, IO - Input & Output, NA - Not Applicable CAM
Utilization for ASIC [0] Table Subtype Dir Max Used    %Used       V4       V6     MPLS    Other
 ---------------------------------------------------------------------------------------------
-------
 QOS ACL                TCAM         IO       1024      107     10.45%     47       40        0
20 <-- 22 entries consumed
```

摘要

- 由於對象組的乘法效應，ACL定**義了**對象組，這些對象組擴展為使用18個額外條目
- 預設情況下，策略對映使用4個條目
- 這將新增到 **使用22個條目**

場景：QoS TCAM規模增加（未超過）

本示例是上一示例的延續，它有一個更大的策略。這樣可以確定如何快速消耗大量TCAM。

策略1:

對象組	使用對象組的訪問清單	類對映	策略對映
object-group network experimental_1 240.1.192.0 255.255.192.0 240.2.96.0 255.255.224.0 240.3.160.0 255.255.240.0 240.4.32.0 255.255.224.0 240.5.160.0 255.255.224.0 240.6.192.0 255.255.224.0 240.7.128.0 255.255.128.0 240.8.0.0 255.255.0.0 240.9.128.0 255.255.192.0 240.10.224.0 255.255.224.0 240.11.0.0 255.255.240.0 240.12.160.0 255.255.224.0 240.13.192.0 255.255.224.0 240.14.192.0 255.255.240.0 240.15.128.0 255.255.224.0 object-group network	ip access-list extended APP_1_PORTS_1 10 permit udp any object-group app_1 range 1433 1434 20 permit udp object-group app_1 range 1433 1434 any <還有4行> ip access-list extended APP_1_PORTS_2 10 permit udp any object-group app_1 range 7750 7759 20 permit udp object-group app_1 range 7750 7759 any <還有18行> ip access-list extended APP_1_PORTS_3 10 permit udp any object-group app_1 range 22030 22031 20 permit udp object-group app_1 range 22030 22031 any <還有6行> ip access-list extended APP_2_PORTS_1 10 permit udp any object-group app_2 range 6000 9291 20 permit udp object-group app_2 range 6000 9291 any ip access-list extended APP_3_PORTS_1	class-map match-any BigClass_1 match access-group name APP_3_PORTS_2 class-map match-any BigClass_2 match access-group name APP_4_PORTS_1 class-map match-any BigClass_3 match access-group name APP_1_PORTS_2 match access-group name APP_3_PORTS_3 match access-group name APP_2_PORTS_1 class-map match-any BigClass_4 match access-group name APP_1_PORTS_3 match access-group name APP_3_PORTS_4 class-map match-any BigClass_5 match access-group name APP_1_PORTS_1 match access-group name APP_3_PORTS_1	policy-map big_ingress_p 類BigClass set dscp cs 類BigClass set dscp af 類BigClass set dscp cs 類BigClass set dscp af 類BigClass set dscp cs class class-default

experimental_2
241.0.0.0 255.255.192.0
241.4.0.0 255.252.0.0
241.8.0.0 255.252.0.0
主機241.12.1.1
主機241.13.1.1
主機241.14.1.1
主機241.15.1.1
241.16.0.0 255.252.0.0
主機241.20.1.1
主機241.21.1.1
主機241.22.1.1
主機241.23.1.1
object-group network **RFC1918-Private-IPv4**
10.0.0.0 255.0.0.0
172.16.0.0 255.240.0.0
192.168.0.0 255.255.0.0

object-group **network app_1**
group-object **RFC1918-Private-IPv4**

object-group **network app_2**
group-object **RFC1918-Private-IPv4**

object-group **network app_3**
group-object **RFC1918-Private-IPv4**
object-group **network app_4**
group-object **RFC1918-Private-IPv4**
group-object **experimental_1**
group-object **experimental_2**

10 permit tcp any object-group **app_3** eq 7563
20 permit tcp object-group **app_3** eq 7563 any
<還有4行>
ip access-list extended **APP_3_PORTS_2**
10 permit udp any object-group **app_3** eq 554
20 permit udp object-group **app_3** eq 554 any
<還有2行>
ip access-list extended **APP_3_PORTS_3**
10 permit udp any object-group **app_3** eq 22331
20 permit udp object-group **app_3** eq 22331 any
<還有2行>
ip access-list extended **APP_3_PORTS_4**
10 permit tcp any object-group **app_3** eq 5432
20 permit tcp object-group **app_3** eq 5432 any
<還有6行>
ip access-list extended **APP_4_PORTS_1**
10 permit udp any object-group app_4 range 1718 1719
20 permit udp object-group app_4 range 1718 1719 any
<14行>

關於此翻譯

思科已使用電腦和人工技術翻譯本文件，讓全世界的使用者能夠以自己的語言理解支援內容。請注意，即使是最佳機器翻譯，也不如專業譯者翻譯的內容準確。Cisco Systems, Inc. 對這些翻譯的準確度概不負責，並建議一律查看原始英文文件（提供連結）。