

EARL 8 Classificatiebeheer: Een gedragsonderzoek van LOU's, L4Ops en Capmap Tables

Inhoud

[Inleiding](#)

[Achtergrondinformatie](#)

[Registraties van programma-Capture Tabellen en LOU](#)

[Case Study #1 - ACL's met TCP-vlaggen](#)

[Case Study #2 - 100% LOU Registreer gebruik](#)

[Case Studie nr. 3 - QoS-programmering met L4oPS](#)

[Case Studie nr. 4 - CAPMAP-verwijdering met dubbele stack-ACL's](#)

Inleiding

Dit document beschrijft hoe Logical Operations Units (LOU's) en Layer 4 Operations (L4Ops) worden geprogrammeerd in de Capmap-tabel. Het biedt mislukkingsscenario's, het soort fouten die je typisch tegenkomt in deze situaties, en wat je zou moeten opmaken uit deze fouten.

Classificatiebeheer (CM) beheert de classificatie Ternary Content Adressable Memory (TCAM) en bijbehorende bronnen zoals labels, LOU's, capmap-items en andere. CM-services worden gebruikt door functiebeheer (FM) en QoS Manager (QM) om TCAM-items te programmeren ter ondersteuning van Cisco IOS[®] Functies toegangscontrolelijst (ACL) en Quality of Service (QoS).

Achtergrondinformatie

LOUs en L4Ops - LOUs staat voor Logical Operations Units, die hardwareregisters zijn die worden gebruikt om {operator, operand} tuples op te slaan voor TCP/UDP poortnummers gespecificeerd in ACLs en VLAN Access Control Lists (VACL's). Deze teelten worden ook L4Ops genoemd. Bijvoorbeeld, als u host X aan host Y GE 1023 matcht, dan wordt de teple {GT, 1023}.

L4OPS - Layer 4 bewerkingen.

Capmap-tabellen - De eerder beschreven L4Ops worden geprogrammeerd in LOU-registers die van items waarnaar wordt verwezen in capmap-tabellen. Elke capmap heeft een limiet van 10 (een is gereserveerd voor richting, wat de limiet terugbrengt naar 9) items (L4Ops). De tabellen van de Capmap zijn geïndexeerd door het TCAM-label zelf.

Er zijn twee TCAM's, A en B. elke TCAM heeft 8K-labels. Voor elke TCAM is er één capmap met 2K-items. Aangezien elke TCAM 8K-labels heeft, is er hier een 4:1-overlap - vier labelkaarten naar één capmap. De overlapping is: **1=2049=4097=6145**.

Dit betekent dat TCAM-labels 1, 2049, 4097 en 6145 dezelfde capmap-index gebruiken. De traditionele implementatie van Cisco van de TCAM-labeltoewijzing leidde tot problemen vanwege deze overlapping. Cisco wees TCAM-labels met een gat van 2K (2048 om precies te zijn) toe. Dat

betekent dat de toewijzing zou plaatsvinden in de vorm van 1, 2049, 4097, 6145, 2, 2050, 4098, 6146, enzovoort.

Dus, vanaf het begin was deze TCAM-toewijzing zo groot dat de capmap-tabellen elkaar overlappen. Hier is een voorbeeld om dit (genomen van Cisco bug-ID [CSCuo02666](#)) aan te tonen. Hier zijn twee ACL's, a1 en a2, gedefinieerd en toegepast op interface VLAN 1 en interface VLAN 2 zoals hier wordt getoond:

```
Sup2T(config)#ip access-list extended a1
Sup2T(config-ext-nacl)# permit ip host 1.1.1.1 any dscp 1
Sup2T(config-ext-nacl)# permit ip host 1.1.1.1 any dscp 2
Sup2T(config-ext-nacl)# permit ip host 1.1.1.1 any dscp 3
Sup2T(config-ext-nacl)# permit ip host 1.1.1.1 any dscp 4
Sup2T(config-ext-nacl)# permit ip host 1.1.1.1 any dscp 5
Sup2T(config-ext-nacl)#exit

Sup2T(config)#int vlan 1
Sup2T(config-if)#ip access-group a1 in
Sup2T(config-if)#exit

Sup2T(config)#ip access-list extended a2
Sup2T(config-ext-nacl)# permit ip host 1.1.1.2 any dscp 6
Sup2T(config-ext-nacl)# permit ip host 1.1.1.2 any dscp 7
Sup2T(config-ext-nacl)# permit ip host 1.1.1.2 any dscp cs1
Sup2T(config-ext-nacl)# permit ip host 1.1.1.2 any dscp 9
Sup2T(config-ext-nacl)#exit

Sup2T(config)#int vlan 2
Sup2T(config-if)#ip access-group a2 in
Sup2T(config-if)#end
```

Hier is de TCAM voor deze interfaces nu:

```
Sup2T#show platform hardware acl entry interface vlan 1 security in ip detail
mls_if_index:20000001 dir:0 feature:0 proto:0
```

```
pass#0 features
UAPRSF: U-urg, A-ack, P-psh, R-rst, S-syn, F-fin
MLGFI: M-mpls_plus_ip_pkt, L-L4_hdr_vld, G-gpid_present,F-global_fmt_match,
I-ife/ofe
's' means set; 'u' means unset; '-' means don't care
```

```
-----
-----
-----
-----
I      INDEX LABEL FS ACOS   AS          IP_SA          SRC_PORT
IP_DA          DST_PORT F FF L4PROT TCP-F:UAPRSF MLGFI OtherL4OPs
RSLT                      CNT
```

```
fno:0
```

```
tcam:B, bank:0, prot:0   Aces
```

```
I  V  16366  2049  0  0  0          1.1.1.1          -          0.0.0.0
```

```

- 0 0 0 - ----- dscp=5; 0x0000000000000038
0
I M 16366 0x1FFF 0 0x00 0x000 255.255.255.255 - 0.0.0.0
- 0 0 0x0
I V 16367 2049 0 0 0 1.1.1.1 - 0.0.0.0
- 0 0 0 - ----- dscp=4; 0x0000000000000038
0
I M 16367 0x1FFF 0 0x00 0x000 255.255.255.255 - 0.0.0.0
- 0 0 0x0
I V 16368 2049 0 0 0 1.1.1.1 - 0.0.0.0
- 0 0 0 - ----- dscp=3; 0x0000000000000038
0
I M 16368 0x1FFF 0 0x00 0x000 255.255.255.255 - 0.0.0.0
- 0 0 0x0
I V 16369 2049 0 0 0 1.1.1.1 - 0.0.0.0
- 0 0 0 - ----- dscp=2; 0x0000000000000038
0
I M 16369 0x1FFF 0 0x00 0x000 255.255.255.255 - 0.0.0.0
- 0 0 0x0
I V 16370 2049 0 0 0 1.1.1.1 - 0.0.0.0
- 0 0 0 - ----- dscp=1; 0x0000000000000038
0
I M 16370 0x1FFF 0 0x00 0x000 255.255.255.255 - 0.0.0.0
- 0 0 0x0
I V 16371 2049 0 0 0 0.0.0.0 - 0.0.0.0
- 0 0 0 - ----- - 0x0000000040000038
0
I M 16371 0x1FFF 0 0x00 0x000 0.0.0.0 - 0.0.0.0
- 0 0 0x0

```

Sup2T#show platform hardware acl entry interface vlan 2 security in ip detail

mls_if_index:20000002 dir:0 feature:0 proto:0

pass#0 features

UAPRSF: U-urg, A-ack, P-psh, R-rst, S-syn, F-fin

MLGFI: M-mpls_plus_ip_pkt, L-L4_hdr_vld, G-gpid_present, F-global_fmt_match, I-ife/ofe

's' means set; 'u' means unset; '-' means don't care

```

-----
-----
-----
-----
-----
I INDEX LABEL FS ACOS AS IP_SA SRC_PORT
IP_DA DST_PORT F FF L4PROT TCP-F:UAPRSF MLGFI OtherL4OPs
RSLT CNT
-----
-----
-----

```

fno:0

tcam:B, bank:1, prot:0 Aces

```

I V 32738 4097 0 0 0 1.1.1.2 - 0.0.0.0
- 0 0 0 - ----- dscp=9; 0x0000000000000038
0
I M 32738 0x1FFF 0 0x00 0x000 255.255.255.255 - 0.0.0.0
- 0 0 0x0
I V 32739 4097 0 0 0 1.1.1.2 - 0.0.0.0
- 0 0 0 - ----- dscp=8; 0x0000000000000038
0

```

```

I M 32739 0x1FFF 0 0x00 0x000 255.255.255.255 - 0.0.0.0
- 0 0 0x0
I V 32740 4097 0 0 0 1.1.1.2 - 0.0.0.0
- 0 0 0 - ----- dscp=7; 0x00000000000000038
0
I M 32740 0x1FFF 0 0x00 0x000 255.255.255.255 - 0.0.0.0
- 0 0 0x0
I V 32741 4097 0 0 0 1.1.1.2 - 0.0.0.0
- 0 0 0 - ----- dscp=6; 0x00000000000000038
0
I M 32741 0x1FFF 0 0x00 0x000 255.255.255.255 - 0.0.0.0
- 0 0 0x0
I V 32745 4097 0 0 0 0.0.0.0 - 0.0.0.0
- 0 0 0 - ----- - 0x00000000400000038
0
I M 32745 0x1FFF 0 0x00 0x000 0.0.0.0 - 0.0.0.0
- 0 0 0x0

```

Het TCAM-label dat is toegewezen voor interface VLAN 1 is 2049 en het TCAM-label dat is toegewezen aan interface VLAN 2 is 4097. Dit betekent dat beide interfaces dezelfde capmap-tabel gebruiken om de LOU-registers voor hun L4 Op-programma's te raadplegen.

U kunt dit met deze opdracht bevestigen (vijf ACE's in ACL a1 en vier ACE's in a2 impliceren dat u de Capmap-tabel als volledig moet zien):

```

Sup2T#show platform hardware acl capmap tcam B label 4097
Hardware Capmap Table Entry For TCAM B. Free items are not shown

```

Index	Loc[9]	[8]	[7]	[6]	[5]	[4]	[3]	[2]	[1]	[0]
1	212	10	9	8	7	6	5	4	3	2

```

Sup2T#show platform hardware acl capmap tcam B label 2049
Hardware Capmap Table Entry For TCAM B. Free items are not shown

```

Index	Loc[9]	[8]	[7]	[6]	[5]	[4]	[3]	[2]	[1]	[0]
1	212	10	9	8	7	6	5	4	3	2

Dus nu, in dit stadium, als u probeert om een andere L4 Op-gebaseerde Access Control Entry (ACE) te installeren die niet uitbreidbaar is, zou u voor een van deze interfaces de **No Free Capmap entry beschikbaar** fout ontvangen.

```

Sup2T(config)#ip access-list extended a2
Sup2T(config-ext-nacl)#permit ip host 1.1.1.2 any dscp 10
Sup2T(config-ext-nacl)#end

```

```

*Sep 16 14:57:55.983: %EARL_CM-5-NOCAPMAP: No free capmap entry available
*Sep 16 14:57:55.991: %FMCORE-4-RACL_REDUCED: Interface Vlan2 routed traffic
will be software switched in ingress direction. L2 features may not be applied
at the interface

```

Dit resulteert in het overbruggen van software voor de gehele interface die mogelijk een langzamere switching, een hoog CPU-gebruik en andere verwante problemen zou kunnen veroorzaken.

Opmerking: Cisco bug-ID [CSCuo02666](https://tools.cisco.com/bugcenter/bug/?bugID=CSCuo02666) is opgevoed om dit probleem op te lossen. De grootste verandering in de logica die het introduceert is hoe de TCAM-labels worden toegekend. Cisco wijst nu TCAM-labels continu toe (2,3,4,5 enzovoort) tot 2048 in plaats van

op gaten van 2K. Dit betekent dat de capmap-tabellen vanaf het begin niet langer worden gedeeld.

Bedenk dat LOU's, net zoals elke andere hardware resource, beperkt zijn. In totaal zijn 104 LOU's beschikbaar voor gebruik:

```
Sup2T#show platform software acl lou
```

```
LOUs Registers (shadow copies)
```

Index	Type	A_Op	A_Val	A_Cnt	B_Op	B_Val	B_Cnt
0	PKT_QOS_GI	A is free.			NEQ	0	1
1	DST_PORT	LT	81		2 B is free.		
2	B & A are free						
3	B & A are free						
4	B & A are free						
5	B & A are free						
6	B & A are free						
7	B & A are free						
8	B & A are free						
9	B & A are free						
10	B & A are free						
11	B & A are free						
12	B & A are free						
13	B & A are free						
14	B & A are free						
15	B & A are free						

```
*snip*
```

```
95 B & A are free
96 B & A are free
97 B & A are free
98 B & A are free
99 B & A are free
100 B & A are free
101 B & A are free
102 B & A are free
103 B & A are free
```

Registraties van programma-Capture Tabellen en LOU

Capmap-tabellen worden alleen gebruikt als L4-operaties in aanmerking moeten worden genomen. Merk op dat matching op de waarden van Gedifferentieerde Services Code Point (DSCP)/Serviceklasse (CoS) ook wordt beschouwd als een L4Op. Hier is een eenvoudig voorbeeld (dat een versie van code gebruikt die de oplossing van Cisco bug ID [CSCuo0266](#) omvat) dat dit document stapsgewijs op het volgende bouwt:

```
Sup2T#show ip access-lists a3
```

```
Extended IP access list a3
```

```
10 permit ip host 192.168.1.1 host 192.168.1.2
```

```
I have this applied to interface VLAN 1.
```

```
Sup2T#show run int vlan 1
```

```
Building configuration...
```

Current configuration : 84 bytes

```
!
interface Vlan1
 ip address 192.168.1.1 255.255.255.0
 ip access-group a3 in
end
```

Dit is correct geprogrammeerd in TCAM:

```
Sup2T#show platform hardware acl entry interface vlan 1 security in ip
mls_if_index:20000001 dir:0 feature:0 proto:0
```

pass#0 features

fno:0

tcam:B, bank:1, prot:0 Aces

```
Permit ip host 192.168.1.1 host 192.168.1.2
L3_Deny ip any any
```

```
Sup2t-MA1.7#show platform hardware acl entry interface vlan 1 security in ip detail
mls_if_index:20000001 dir:0 feature:0 proto:0
```

pass#0 features

UAPRSF: U-urg, A-ack, P-psh, R-rst, S-syn, F-fin
MLGFI: M-mpls_plus_ip_pkt, L-L4_hdr_vld, G-gpid_present, F-global_fmt_match, I-ife/ofe
's' means set; 'u' means unset; '-' means don't care

```
-----
```

I	INDEX	LABEL	FS	ACOS	AS	IP_SA	SRC_PORT
IP_DA		DST_PORT	F	FF	L4PROT	TCP-F:UAPRSF	MLGFI OtherL4OPs
RSLT				CNT			

```
-----
```

fno:0

tcam:B, bank:1, prot:0 Aces

I	V	32741	2	0	0	0	192.168.1.1	-	192.168.1.2
-	0	0	0	-	-----	-			0x00000000000000038
I	M	32741	0x1FFF	0	0x00	0x000	255.255.255.255	-	255.255.255.255
-	0	0	0x0						
I	V	32745	2	0	0	0	0.0.0.0	-	0.0.0.0
-	0	0	0	-	-----	-			0x0000000040000038
I	M	32745	0x1FFF	0	0x00	0x000	0.0.0.0	-	0.0.0.0
-	0	0	0x0						

Capmap-tabellen worden ook aangeduid via het TCAM-label zelf. U kunt het TCAM-label gebruiken in de opdracht TCAM-software [hardware] CAM CAM <> om de corresponderende tabel (software of hardware) voor dit TCAM-label te bekijken.

```
Sup2T#show platform hardware acl capmap tcam B label 2
Hardware Capmap Table Entry For TCAM B. Free items are not shown
```

```
Index  Loc[9]  [8]  [7]  [6]  [5]  [4]  [3]  [2]  [1]  [0]
-----  -
      1    212    0    0    0    0    0    0    0    0    0
```

Er wordt niets toegewezen in de capmap-tabel voor dit label. De gedefinieerde ACL heeft geen L4Ops; er is geen verplichting om een vermelding in de capmap te installeren .

Wijzig deze ACE in

```
Sup2T#show ip access-lists a3
Extended IP access list a3
 10 permit tcp host 192.168.1.1 host 192.168.1.2 eq www
```

Kijk eens naar de capmap tafel.

```
Sup2T#show platform software acl capmap tcam B label 2
Shadow Capmap Table Entry For TCAM B
```

```
-----
Output in a RST/INV/CNT format: RST - result value; INV - inverted;
                               CNT - aggregated reference account;
```

```
CBF - number of free cap bits (one per entry);
Free items are not shown
```

```
-----
Index  CBF      [9]      [8]      [7]      [6]
[5]    [4]      [3]      [2]      [1]
[0]
```

```
-----
      1     9      Reserved      Free      Free      Free
Free      Free      Free      Free      Free      Free
Free
```

Als je direct gelijk hebt aan een port-number telt het ook niet als L4Op.

Hierdoor wordt het volgende gewijzigd:

```
Sup2T#show ip access-lists a3
Extended IP access list a3
 10 permit tcp host 192.168.1.1 host 192.168.1.2 gt www
```

Bekijk de capmap opnieuw:

```
Sup2T#show platform software acl capmap tcam B label 2
Shadow Capmap Table Entry For TCAM B
```

```
-----
Output in a RST/INV/CNT format: RST - result value; INV - inverted;
                               CNT - aggregated reference account;
```

```
CBF - number of free cap bits (one per entry);
Free items are not shown
```

```

Index   CBF           [9]           [8]           [7]           [6]
[5]     [4]           [3]           [2]           [1]
[0]
-----
-----
-----

```

```

      2      8 212/0/1           Free           Free           Free
Free           Free           Free           Free           Free   3/1/1

```

Er staat nu een punt in de capmap-tabel. De ACE is vertaald naar een 3/1/1 in de capmap-tabel. Dit is het formaat RST/INV/CNT. In de RST hier wordt gespecificeerd in welke LOU-registratie dit L4Op is geïnstalleerd, en de CNT beschrijft de geaggregeerde telling voor deze LOU (meer informatie hierover later). Kijk naar deze uitvoer om te begrijpen hoe de RST-waarde is geïndexeerd:

```

Sup2T#show platform software acl capmap mapping
      L4op_sel value      Reference
      =====
0      -----          LOU0 B register
1      -----          LOU0 A register
2      -----          LOU1 B register
3      -----          LOU1 A register
.....
.....
206     -----          LOU103 B register
207     -----          LOU103 A register
208     -----          Global format match for global acl
209     -----          Group id present
210     -----          L4_hdr_vld
211     -----          Mpls_plus_ip_pkt
212     -----          ife/ofe for direction
(213-223)  ----          Reserved
(224-239)  ----          16 TCP flags map
(240-255)  ----          16 IPv6 ext header map

```

Je kunt zien dat de L4op_sel waarde van 0 punten in het LOU0 B register, de waarde van 1 punten in het LOU0 A register, de waarde van 2 punten in het LOU1 B register, de waarde van 3 punten in het LOU1 B register enzovoort. Het A register is altijd eerst geprogrammeerd. De 3/1/1 uitvoer is nu zinvoller omdat u dit ziet.

In deze output betekent 3 dat het L4Op was geprogrammeerd in het LOU1 A register. U kunt ook controleren waar een L4Op geprogrammeerd is als u de inhoud van de LOU-registers rechtstreeks bekijkt:

```

Sup2T#show platform software acl lou
LOUs Registers (shadow copies)

Index      Type  A_Op  A_Val  A_Cnt  B_Op  B_Val  B_Cnt
-----
0PKT_QOS_GI A is free.      NEQ      0      1
1  DST_PORT  LT      81      1 B is free.
2  B & A are free
3  B & A are free
4  B & A are free

```

snip

```

Sup2T#show platform hardware acl lou
Dumping h/w lou values

```


Index	lou_mux_sel	A_Opcode	A_Value	B_Opcode	B_Value
0	7	NEQ	0	NEQ	0
1	1	LT	81	NEQ	0
2	0	NEQ	0	NEQ	0
3	0	NEQ	0	NEQ	0

snip

Zoals u kunt zien, wordt een tepel (GT, X) geprogrammeerd zoals (LT, X+1) in de LOU-registers.

Opmerking: L4Ops wordt alleen geprogrammeerd in LOU-registers wanneer deze op interfaces worden toegepast. Als ACL's (ACL's) zijn gemaakt met L4Ops (zonder dat ACL's (ACL's) daadwerkelijk op een interface worden toegepast), dan programmeert u de toepasbare L4Ops niet in LOU-registers.

Verwijder ACL uit interface VLAN 1 en kijk opnieuw naar de LOU-registers:

```
Sup2T(config)#int vlan 1
Sup2T(config-if)#no ip access-group a3 in
```

```
Sup2T#show platform software acl lou
LOUs Registers (shadow copies)
```

Index	Type	A_Op	A_Val	A_Cnt	B_Op	B_Val	B_Cnt
0	PKT_QOS_GI	A is free.			NEQ	0	1
1	B & A are free						
2	B & A are free						
3	B & A are free						
4	B & A are free						

snip

```
Sup2T#show platform hardware acl lou
Dumping h/w lou values
```

Index	lou_mux_sel	A_Opcode	A_Value	B_Opcode	B_Value
0	7	NEQ	0	NEQ	0
1	1	NEQ	0	NEQ	0
2	0	NEQ	0	NEQ	0
3	0	NEQ	0	NEQ	0

snip

Case Study #1 - ACL's met TCP-vlaggen

TCP-vlaggen hebben een speciale reeks registers toegewezen binnen het vak LOU-registers. U kunt dit bereik bekijken via de opdracht **CAP CATALAI**, de **show-software**.

```
Sup2T#show platform software acl capmap mapping
L4op_sel value      Reference
=====
0      -----      LOU0 B register
1      -----      LOU0 A register
```

```

2      -----      LOU1 B register
3      -----      LOU1 A register
.....
.....
206    -----      LOU103 B register
207    -----      LOU103 A register
208    -----      Global format match for global acl
209    -----      Group id present
210    -----      L4_hdr_vld
211    -----      Mpls_plus_ip_pkt
212    -----      ife/ofe for direction
(213-223)  ----      Reserved
(224-239)  ----      16 TCP flags map
(240-255)  ----      16 IPv6 ext header map

```

L4op_sel waarden 224-239 zijn beschikbaar voor gebruik voor TCP vlaggen, wat u een set van 16 registers voor gebruik geeft. Hier is een simpel voorbeeld om dit te demonstreren. Dit ACL wordt gedefinieerd:

```

Sup2T(config)#ip access-list extended a13
Sup2T(config-ext-nacl)#permit tcp host 192.168.13.10 host 192.168.13.20 syn
Sup2T(config-ext-nacl)#exit

```

Pas dit op interface VLAN 13 toe:

```

Sup2T(config)#int vlan 13
Sup2T(config-if)#ip access-group a13 in
Sup2T(config-if)#end

```

```

Sup2T#show platform hardware acl entry interface vlan 13 security in ip detail
mls_if_index:2000000D dir:0 feature:0 proto:0

```

```

pass#0 features
UAPRSF: U-urg, A-ack, P-psh, R-rst, S-syn, F-fin
MLGFI: M-mpls_plus_ip_pkt, L-L4_hdr_vld, G-gpid_present, F-global_fmt_match, I-ife/ofe
's' means set; 'u' means unset; '-' means don't care

```

```

-----
-----
-----
-----
-----
I      INDEX  LABEL FS ACOS   AS           IP_SA          SRC_PORT
IP_DA      DST_PORT F FF L4PROT TCP-F:UAPRSF MLGFI OtherL4OPs
RSLT                               CNT
-----
-----
-----
-----
-----

```

fno:0

tcam:B, bank:1, prot:0 Aces

```

I  V  32545      13  0  0  0  192.168.13.10  -  192.168.13.20
-  0  0          1  ANY:----s-  -----  -  0x0000000000000038
0
I  M  32545 0x1FFF  0 0x00 0x000 255.255.255.255  -  255.255.255.255
-  0  0      0xF
I  V  32546      13  0  0  0  192.168.13.10  -  192.168.13.20
-  1  0          1  -  -----  -  0x0000000000000038

```

```

0
I M 32546 0x1FFF 0 0x00 0x000 255.255.255.255 - 255.255.255.255
- 1 0 0xF
I V 32547 13 0 0 0 0.0.0.0 - 0.0.0.0
- 0 0 0 - ----- - 0x0000000040000038
0
I M 32547 0x1FFF 0 0x00 0x000 0.0.0.0 - 0.0.0.0
- 0 0 0x0

```

```

Sup2T#show platform software acl capmap tcam B label 13
Shadow Capmap Table Entry For TCAM B

```

```

-----
Output in a RST/INV/CNT format: RST - result value; INV - inverted;
                               CNT - aggregated reference account;

```

```

CBF - number of free cap bits (one per entry);
Free items are not shown

```

```

-----
Index   CBF      [9]          [8]          [7]          [6]
[5]     [4]          [3]          [2]          [1]
[0]

```

```

-----
-----
-----
13      8 212/0/1          Free          Free          Free
Free          Free          Free          Free          Free 224/0/1

```

In dit voorbeeld is de TCP-vlag geprogrammeerd in register 224 (dit komt overeen met het eerste beschikbare register voor TCP-vlaggen). De geaggregeerde telling voor dit stemt overeen met het aantal TCP stromen (lees ACE's) met dezelfde TCP vlag.

Voeg een andere ACE aan huidige ACL a13 toe. Dit zou een andere TCP vlag moeten hebben:

```

Sup2T(config)#ip access-list extended a13
Sup2T(config-ext-nacl)#permit tcp host 192.168.1.1 host 192.168.1.2 ack
Sup2T(config-ext-nacl)#exit

```

Als u de Capmap-tabel opnieuw bekijkt, ziet u dat een ander TCP-register wordt gebruikt:

```

Sup2T#show platform software acl capmap tcam b label 13
Shadow Capmap Table Entry For TCAM B

```

```

-----
Output in a RST/INV/CNT format: RST - result value; INV - inverted;
                               CNT - aggregated reference account;

```

```

CBF - number of free cap bits (one per entry);
Free items are not shown

```

```

-----
Index   CBF      [9]          [8]          [7]          [6]
[5]     [4]          [3]          [2]          [1]
[0]

```

```

-----
-----
-----
13      7 212/0/1          Free          Free          Free
Free          Free          Free          Free 225/0/1          224/0/1

```

Zoals je ziet, wordt het programmeren uitgevoerd per vlag. voor elke vlag wordt een onafhankelijk

TCP-register gebruikt en u houdt een telling tegen. Dit betekent dat, voor elke vlag, je ook één capmap-ingang gebruikt. Dit impliceert verder dat je technisch niet verder kunt gaan dan negen vlaggen in je ACL of dat je de capmap bereikt vóór de 16-vlag TCP grens.

Schaal uw TCP-vlaggen op zodat u de TCP-registratiegrens bereikt om te zien wat er gebeurt. Dit voorbeeld toont verschillende ACLs die op verschillende interface VLANs zijn gevormd en toegepast om een 100% gebruik van het TCP-register zoals hier getoond te bereiken:

```
Sup2T#show platform hardware capacity acl
```

```
Classification Mgr Tcam Resources
```

```
Key: Ttlent - Total TCAM entries, QoSent - QoS TCAM entries, LOU - LOUs,  
RBLent - RBACL TCAM entries, Lbl - Labels, TCP - TCP Flags,  
Dsttbl - Destinfo Table, Ethcam - Ethertype Cam Table,  
ACTtbl - Accounting Table, V6ext - V6 Extn Hdr Table
```

Module	Ttlent	QoSent	RBLent	Lbl	LOU	TCP	Dsttbl	Ethcam	ACTtbl	V6ext
1	3%	7%	0%	1%	96%	100%	1%	0%	0%	0%
3	3%	7%	0%	1%	96%	100%	1%	0%	0%	0%
4	3%	7%	0%	1%	96%	100%	1%	0%	0%	0%
6	3%	7%	0%	1%	96%	100%	2%	0%	0%	0%

In dit stadium, als u besluit om een andere ACL te configureren met een unieke TCP-vlag (of een combinatie van TCP-vlaggen die deze uniek maken) en deze op een interface toe te passen, moet u een nieuwe TCP-vlag (of een combinatie van vlaggen) programmeren om een TCP-register in te stellen. Er zijn echter geen hardwareregisters beschikbaar. In deze situatie overbrugd je de hele interface.

```
Sup2T(config)#ip access-list extended a29
```

```
Sup2T(config-ext-nacl)#permit tcp host 192.168.1.1 host 192.168.1.2 psh rst
```

```
Sup2T(config-if)#int vlan 29
```

```
Sup2T(config-if)#ip access-group a29 in
```

```
*Oct 6 13:57:47.612: %FMCORE-4-RACL_REDUCED: Interface Vlan29 routed traffic  
will be software switched in ingress direction. L2 features may not be applied  
at the interface
```

```
Sup2T#show platform hardware acl entry interface vlan 29 security in ip
```

```
mls_if_index:2000001D dir:0 feature:0 proto:0
```

```
pass#0 features
```

```
fno:0
```

```
tcam:B, bank:1, prot:0 Aces
```

```
Bridge ip any any
```

Case Study #2 - 100% LOU Register gebruik

Onthoud dat LOU's een eindige hulpbron zijn - je kunt ook voor hen geen ruimte meer hebben. U kunt LOU-gebruik met deze opdracht controleren:

```
Sup2T#show platform hardware capacity acl
```

Classification Mgr Tcam Resources

Key: Ttlent - Total TCAM entries, QoSent - QoS TCAM entries, LOU - LOUs,
RBLent - RBACL TCAM entries, Lbl - Labels, TCP - TCP Flags,
Dsttbl - Destinfo Table, Ethcam - Ethertype Cam Table,
ACTtbl - Accounting Table, V6ext - V6 Extn Hdr Table

Module	Ttlent	QoSent	RBLent	Lbl	LOU	TCP	Dsttbl	Ethcam	ACTtbl	V6ext
1	2%	7%	0%	1%	1%	0%	1%	0%	0%	0%
3	2%	7%	0%	1%	1%	0%	1%	0%	0%	0%
4	2%	7%	0%	1%	1%	0%	1%	0%	0%	0%
6	2%	7%	0%	1%	1%	0%	2%	0%	0%	0%

Schaal de ACL's (ACL's) om meer LOU's te gebruiken. Na de installatie van verschillende ACL's (met de afstandsbediening die twee LOU-registers omvat, zowel A als B), toont dit voorbeeld 96% LOU-gebruik:

Sup2T#show platform hardware capacity acl

Classification Mgr Tcam Resources

Key: Ttlent - Total TCAM entries, QoSent - QoS TCAM entries, LOU - LOUs,
RBLent - RBACL TCAM entries, Lbl - Labels, TCP - TCP Flags,
Dsttbl - Destinfo Table, Ethcam - Ethertype Cam Table,
ACTtbl - Accounting Table, V6ext - V6 Extn Hdr Table

Module	Ttlent	QoSent	RBLent	Lbl	LOU	TCP	Dsttbl	Ethcam	ACTtbl	V6ext
1	3%	7%	0%	1%	96%	0%	1%	0%	0%	0%
3	3%	7%	0%	1%	96%	0%	1%	0%	0%	0%
4	3%	7%	0%	1%	96%	0%	1%	0%	0%	0%
6	3%	7%	0%	1%	96%	0%	2%	0%	0%	0%

Maak een andere ACL en pas dat op een interface toe die het gebruik van LOU om verder dan 100% zou veroorzaken.

Sup2T(config)#ip access-list extended a12

```
Sup2T(config-ext-nacl)#$68.14.1 host 192.168.14.2 range 1401 1410
Sup2T(config-ext-nacl)#$68.14.1 host 192.168.14.2 range 1411 1420
Sup2T(config-ext-nacl)#$68.14.1 host 192.168.14.2 range 1421 1430
Sup2T(config-ext-nacl)#$68.14.1 host 192.168.14.2 range 1431 1440
Sup2T(config-ext-nacl)#$68.14.1 host 192.168.14.2 range 1441 1450
Sup2T(config-ext-nacl)#$68.14.1 host 192.168.14.2 range 1451 1460
Sup2T(config-ext-nacl)#$68.14.1 host 192.168.14.2 range 1461 1470
Sup2T(config-ext-nacl)#$68.14.1 host 192.168.14.2 range 1471 1480
Sup2T(config-ext-nacl)#$68.14.1 host 192.168.14.2 range 1481 1490
Sup2T(config-ext-nacl)#$68.14.1 host 192.168.14.2 range 1491 1500
```

```
Sup2T(config-ext-nacl)#exit
```

```
Sup2T(config)#int vlan 12
```

```
Sup2T(config-if)#ip access-group a12 in
```

het voorbeeld bereikte 100% LOU-gebruik; er werd echter geen foutmelding ontvangen .

Sup2T#show platform hardware capacity acl

Classification Mgr Tcam Resources

Key: Ttlent - Total TCAM entries, QoSent - QoS TCAM entries, LOU - LOUs,
RBLent - RBACL TCAM entries, Lbl - Labels, TCP - TCP Flags,
Dsttbl - Destinfo Table, Ethcam - Ethertype Cam Table,
ACTtbl - Accounting Table, V6ext - V6 Extn Hdr Table

Module	Ttlent	QoSent	RBLent	Lbl	LOU	TCP	Dsttbl	Ethcam	ACTtbl	V6ext
1	3%	7%	0%	1%	100%	0%	1%	0%	0%	0%
3	3%	7%	0%	1%	100%	0%	1%	0%	0%	0%
4	3%	7%	0%	1%	100%	0%	1%	0%	0%	0%

```
6          3%          7%          0%          1%          100%          0%          2%          0%          0%          0%
```

Hier is nog een test. Nu de LOU op 100% staat, neem een simpele L4Op en probeer het te installeren voor een interface. Configuratie van deze ACL:

```
Sup2T#show ip access-lists a13
Extended IP access list a13
  10 permit tcp host 192.168.14.1 host 192.168.14.2 range 1600 1650
```

Pas deze naar binnen toe op interface VLAN 13.

```
Sup2T#show run int vlan 13
Building configuration...
```

```
Current configuration : 87 bytes
!
interface Vlan13
 ip address 192.168.13.1 255.255.255.0
 ip access-group a13 in
end
```

Bekijk nu de TCAM voor dit VLAN:

```
Sup2T#show platform hardware acl entry interface vlan 13 sec in ip
mls_if_index:2000000D dir:0 feature:0 proto:0
```

```
pass#0 features
```

```
fno:0
```

```
tcam:B, bank:0, prot:0   Aces
```

```
Permit               tcp host 192.168.14.1 host 192.168.14.2 eq 1650
Permit               tcp host 192.168.14.1 host 192.168.14.2 range 1648 1649
Permit               tcp host 192.168.14.1 host 192.168.14.2 range 1632 1647
Permit               tcp host 192.168.14.1 host 192.168.14.2 range 1600 1631
Permit               tcp host 192.168.14.1 host 192.168.14.2 fragments
L3_Deny              ip any any
```

L4Ops is uitgebreid. Als je kijkt naar de CAM-tabel voor dit TCAM-label, zie je dat er niets is geïnstalleerd.

```
Sup2T#show platform hardware acl entry interface vlan 13 sec in ip detail
mls_if_index:2000000D dir:0 feature:0 proto:0
```

```
pass#0 features
```

```
UAPRSF: U-urg, A-ack, P-psh, R-rst, S-syn, F-fin
MLGFI: M-mpls_plus_ip_pkt, L-L4_hdr_vld, G-gpid_present, F-global_fmt_match, I-ife/ofe
's' means set; 'u' means unset; '-' means don't care
```

```
-----
-----
-----
-----
-----
-----
I      INDEX LABEL FS ACOS   AS          IP_SA          SRC_PORT
IP_DA          DST_PORT F FF L4PROT TCP-F:UAPRSF MLGFI OtherL4OPs
RSLT                   CNT
```


fno:0

tcam:B, bank:0, prot:0 Aces

```
I V 16136 14 0 0 0 192.168.14.1 - 192.168.14.2
1650 0 0 1 - ----- - 0x0000000000000038
0
I M 16136 0x1FFF 0 0x00 0x000 255.255.255.255 - 255.255.255.255
0xFFFF 0 0 0xF
I V 16137 14 0 0 0 192.168.14.1 - 192.168.14.2
1648 0 0 1 - ----- - 0x0000000000000038
0
I M 16137 0x1FFF 0 0x00 0x000 255.255.255.255 - 255.255.255.255
0xFFFFE 0 0 0xF
I V 16138 14 0 0 0 192.168.14.1 - 192.168.14.2
1632 0 0 1 - ----- - 0x0000000000000038
0
I M 16138 0x1FFF 0 0x00 0x000 255.255.255.255 - 255.255.255.255
0xFFFF0 0 0 0xF
I V 16139 14 0 0 0 192.168.14.1 - 192.168.14.2
1600 0 0 1 - ----- - 0x0000000000000038
0
I M 16139 0x1FFF 0 0x00 0x000 255.255.255.255 - 255.255.255.255
0xF
I V 16140 14 0 0 0 192.168.14.1 - 192.168.14.2
- 1 0 1 - ----- - 0x0000000000000038
0
```

Sup2T#show platform software acl capmap tcam B label 14
Shadow Capmap Table Entry For TCAM B

Output in a RST/INV/CNT format: RST - result value; INV - inverted;
CNT - aggregated reference account;

CBF - number of free cap bits (one per entry);
Free items are not shown

Index	CBF	[9]	[8]	[7]	[6]
[5]		[4]	[3]	[2]	[1]
[0]					

14	9 212/0/1		Free	Free	Free
Free		Free	Free	Free	Free
Free					

Hier is een uitleg van wat er is gebeurd. Omdat de LOU-registers vol zijn, kunt u geen nieuwe L4Ops meer installeren en kan er niets meer waarnaar in de capmap verwezen wordt. In dit stadium probeert u nog steeds de L4-toetsen in TCAM te installeren door ze uit te breiden. Als de L4Ops niet uitbreidbaar zijn, verandert u de software van de volledige interface in de gegeven richting.

Wat impliceert een 100% LOU-registratiegebruik? Uw TCAM begint snel te vullen (door expansie

van L4Op). Als u probeert om niet-uitbreidbaar L4Ops te installeren, dan wordt uw gehele interface met de huidige implementatie overbrugd.

Zoals het er nu voor staat, wordt een fout alleen gegenereerd wanneer u probeert om in een dergelijke situatie een niet-uitbreidbaar L4-land te installeren. Dit voorbeeld wijzigde huidige ACL a13 die op interface VLAN 13 met de toevoeging van een niet-uitbreidbaar L4Op werd toegepast.

```
Sup2T(config)#ip access-list extended a13
Sup2T(config-ext-nacl)#permit tcp host 192.168.14.1 host 192.168.14.2 dscp 40

Oct  5 04:50:13.104: %FMCORE-4-RACL_REDUCED: Interface Vlan13 routed traffic will
be software switched in ingress direction. L2 features may not be applied at the
interface
Oct  5 04:50:13.096: %EARL_CM-DFC3-5-NOLOU: No free LOU entry available on the EARL
Oct  5 04:50:13.096: %EARL_CM-DFC1-5-NOLOU: No free LOU entry available on the EARL
Oct  5 04:50:13.096: %EARL_CM-DFC4-5-NOLOU: No free LOU entry available on the EARL

Sup2T#show platform hardware acl entry interface vlan 13 security in ip
mls_if_index:2000000D dir:0 feature:0 proto:0
```

pass#0 features

fno:0

tcam:B, bank:0, prot:0 Aces

Bridge ip any any

Case Studie nr. 3 - QoS-programmering met L4oPS

Het QoS-beleid zou ook betrekking kunnen hebben op L4Ops; Deze L4Ops moeten worden geïnstalleerd zoals elke andere L4Op. Dit impliceert dat per interface, zelfs voor uw QoS-beleid, u beperkt bent door de beperkingen die tabellen en LOU's inherent hebben. Hier is een voorbeeld om dit op een kleine manier te illustreren:

```
Sup2T#show ip access-lists a1
Extended IP access list a1
 10 permit tcp host 192.168.1.10 host 192.168.2.10 dscp ef

Sup2T#show class-map a1-class
Class Map match-all a1-class (id 37)
Match access-group name a1

Sup2T#show policy-map a1-policy
Policy Map a1-policy
Class a1-class
  police cir 80000 bc 2500
  conform-action transmit
  exceed-action drop
```

Dit voorbeeld heeft een beleidskaart die een class-map aansluit die de access-lijst a1 roept die verkeer van 192.168.1.10 tot 192.168.2.10 aanpast en die met Speed Forwarding (EF) gemarkeerd is. Overeenkomend met een DSCP-waarde is een niet-uitbreidbaar L4Op; dit moet worden geprogrammeerd in een LOU-register en moet worden vermeld in de capmap-tabel. Deze beleidskaart is nu geïnstalleerd naar Gg3/23.


```
Sup2T#show run int gig3/23
Building configuration...

Current configuration : 176 bytes
!
interface GigabitEthernet3/23
  switchport
  switchport trunk allowed vlan 1-30
  switchport mode trunk
  service-policy input a1-policy
end
```

Om de QoS-programmering voor een interface te bekijken, gebruikt u deze opdracht:

```
Sup2T#show platform hardware acl entry interface gig3/23 qos in ip module 3
mls_if_index:8096000 dir:0 feature:1 proto:0
```

```
pass#0 features
```

```
fno:0
```

```
tcam:A, bank:0, prot:0    Aces
```

```
0x0000E0100000D00B    tcp host 192.168.1.10 host 192.168.2.10 dscp eq 46
0x0000000000080D00B    ip any any
```

Door deze opdracht te specificeren, krijgt u het TCAM-label dat op deze interface wordt gebruikt.

```
Sup2T#show platform hardware acl entry interface gig3/23 qos in ip detail module 3
mls_if_index:8096000 dir:0 feature:1 proto:0
```

```
pass#0 features
```

```
UAPRSF: U-urg, A-ack, P-psh, R-rst, S-syn, F-fin
MLGFI: M-mpls_plus_ip_pkt, L-L4_hdr_vld, G-gpid_present, F-global_fmt_match, I-ife/ofe
's' means set; 'u' means unset; '-' means don't care
```

```
-----
-----
-----
I      INDEX LABEL FS ACOS   AS           IP_SA          SRC_PORT
IP_DA      DST_PORT F FF L4PROT TCP-F:UAPRSF MLGFI OtherL4OPs
RSLT                               CNT
```

```
fno:0
```

```
tcam:A, bank:0, prot:0    Aces
```

```
I  V  16238      2  0    0    0    192.168.1.10      -    192.168.2.10
-  0  0          1    -    -    -    dscp=46;          0x0000E0100000D00B
0
I  M  16238 0x1FFF  0 0x00 0x000 255.255.255.255 - 255.255.255.255
-  0  0      0xF
I  V  16239      2  0    0    0    0.0.0.0          -    0.0.0.0
-  0  0          0    -    -    -          0x0000000000080D00B
```

```
0
I M 16239 0x1FFF 0 0x00 0x000          0.0.0.0          -          0.0.0.0
- 0 0      0x0
```

Het TCAM-label dat wordt gebruikt, is 2. Kijk naar de CAM-tabel voor dit moment:

```
Sup2T#show platform software acl capmap tcam A label 2 module 3
```

```
Shadow Capmap Table Entry For TCAM A
```

```
-----
Output in a RST/INV/CNT format: RST - result value; INV - inverted;
                                CNT - aggregated reference account;
```

```
CBF - number of free cap bits (one per entry);
Free items are not shown
```

```
-----
```

Index	CBF	[9]	[8]	[7]	[6]
[5]		[4]	[3]	[2]	[1]
[0]					

```
-----
```

2	8	212/0/1	Free	Free	Free
Free		Free	Free	Free	Free 2/1/1

Opmerking: Voor QoS TCAM moet u het modulenummer specificeren. Zonder deze resultaten levert de uitvoer geen resultaten op.

```
Sup2T#show platform software acl capmap mapping
```

L4op_sel	value	Reference
0	-----	LOU0 B register
1	-----	LOU0 A register
2	-----	LOU1 B register
3	-----	LOU1 A register

snip

Een LOU-waarde van 2 punten naar LOU1, register B. U kunt dit programma met deze opdracht bevestigen:

```
Sup2T#show platform hardware acl lou
```

```
Dumping h/w lou values
```

Index	lou_mux_sel	A_Opcode	A_Value	B_Opcode	B_Value
0	7	NEQ	0	NEQ	0
1	4	NEQ	0	NEQ	46
2	1	NEQ	0	NEQ	0

snip

Schaal de configuratie op.

```
Sup2T#show ip access-lists a1
```

```
Extended IP access list a1
```

```
10 permit tcp host 192.168.1.10 host 192.168.2.10 dscp ef
20 permit tcp host 192.168.2.11 host 192.168.2.11 dscp ef
30 permit tcp host 192.168.3.11 host 192.168.3.11 dscp ef
```

```

40 permit tcp host 192.168.4.11 host 192.168.4.11 dscp ef
50 permit tcp host 192.168.5.11 host 192.168.5.11 dscp ef
60 permit tcp host 192.168.6.11 host 192.168.6.11 dscp ef
70 permit tcp host 192.168.7.11 host 192.168.7.11 dscp ef
80 permit tcp host 192.168.8.11 host 192.168.8.11 dscp ef

```

```

Sup2T#show platform software acl capmap tcam A label 2 module 3
Shadow Capmap Table Entry For TCAM A

```

```

-----
Output in a RST/INV/CNT format: RST - result value; INV - inverted;
                               CNT - aggregated reference account;

```

```

CBF - number of free cap bits (one per entry);
Free items are not shown

```

```

-----
Index   CBF      [9]          [8]          [7]          [6]
[5]     [4]     [3]          [2]          [1]
[0]

```

```

-----
-----
-----
      2      8 212/0/1          Free          Free          Free
Free      Free      Free      Free      Free      Free      2/1/8

```

Dit gebruikt geen andere vermeldingen; in plaats daarvan verhoogt het de totale referentieprijzen ten opzichte van de eerste ingang zelf, wat zinvol is. Vanuit een capmap-tabel- en LOU-registratiepunt is er geen bezorgdheid over de bron en de bestemming. Dit slaat simpelweg L4Op informatie op. Aangezien het tegen de zelfde DSCP waarde op alle ACE's aansluit, hebt u slechts één ingang voor die DSCP waarde nodig.

Wijzig deze zodat u negen verschillende DSCP-waarden gebruikt.

```

Sup2T#show ip access-lists a1

```

```

Extended IP access list a1
 10 permit tcp host 192.168.1.10 host 192.168.2.10 dscp af11
 20 permit tcp host 192.168.2.11 host 192.168.2.11 dscp af12
 30 permit tcp host 192.168.3.11 host 192.168.3.11 dscp af13
 40 permit tcp host 192.168.4.11 host 192.168.4.11 dscp af21
 50 permit tcp host 192.168.5.11 host 192.168.5.11 dscp af22
 60 permit tcp host 192.168.6.11 host 192.168.6.11 dscp af23
 70 permit tcp host 192.168.7.11 host 192.168.7.11 dscp af31
 80 permit tcp host 192.168.8.11 host 192.168.8.11 dscp af32
 90 permit tcp host 192.168.9.11 host 192.168.9.11 dscp af33

```

Als je naar de capmap kijkt, zie je dat die vol is:

```

Sup2T#show platform software acl capmap tcam A label 2 module 3
Shadow Capmap Table Entry For TCAM A

```

```

-----
Output in a RST/INV/CNT format: RST - result value; INV - inverted;
                               CNT - aggregated reference account;

```

```

CBF - number of free cap bits (one per entry);
Free items are not shown

```

```

-----
Index   CBF      [9]          [8]          [7]          [6]

```

```

[5]                [4]                [3]                [2]
[1]                [0]
-----
-----
-----
      2      0 212/0/1          10/1/1          9/1/1          8/1/1
7/1/1          6/1/1          5/1/1          4/1/1          3/1/1
2/1/1

```

Dit gebeurt er als u een andere niet-uitbreidbare L4Op-gebaseerde ingang probeert te installeren:

```

Sup2T(config-ext-nacl)#permit tcp host 192.168.10.11 host 192.168.10.11 dscp 2
Sup2T(config-ext-nacl)#end

```

```

%QM-4-TCAM_ENTRY: Hardware TCAM entry programming failed for slot 3 intf Gi3/23
dir IN: <CONFIG_UPDATE_REQ> TCAM Req Error: FAIL (4): Low TCAM Entries (1)
%QM-4-TCAM_ENTRY: Hardware TCAM entry programming failed for slot 3 intf Gi3/23
dir IN: <CONFIG_UPDATE_REQ> TCAM Req Error: FAIL (4): Low TCAM Entries (1)
%QM-4-TCAM_ENTRY: Hardware TCAM entry programming failed for slot 3 intf Gi3/23
dir IN: <CONFIG_UPDATE_REQ> TCAM Req Error: FAIL (4): Low TCAM Entries (1)
%QM-4-TCAM_ENTRY: Hardware TCAM entry programming failed for slot 3 intf Gi3/23
dir IN: <CONFIG_UPDATE_REQ> TCAM Req Error: FAIL (4): Low TCAM Entries (1)
%QM-4-TCAM_ENTRY: Hardware TCAM entry programming failed for slot 3 intf Gi3/23
dir IN: <CONFIG_UPDATE_REQ> TCAM Req Error: FAIL (4): Low TCAM Entries (1)
%QM-4-TCAM_ENTRY: Hardware TCAM entry programming failed for slot 3 intf Gi3/23
dir IN: <CONFIG_UPDATE_REQ> TCAM Req Error: FAIL (4): Low TCAM Entries (1)
%FMCORE-6-RACL_ENABLED: Interface GigabitEthernet3/23 routed traffic is hardware
switched in ingress direction

```

Oct 20 17:12:54.304: %EARL_CM-DFC3-5-NOCAPMAP: No free capmap entry available

Bekijk de TCAM voor deze interface nu:

```

Sup2T#show platform hardware acl entry interface gig3/23 qos in ip module 3

```

```

mls_if_index:8096000 dir:0 feature:1 proto:0

```

```

Couldnt find feature for mls_if_index 0x8096000, dir 0

```

Geen van de QoS-functies is meer geïnstalleerd in de TCAM voor deze interface.

Merk op dat de markering geen L4Ops gebruikt. Als je een eenvoudige ACL hebt die geen L4Ops heeft en die een DSCP waarde op match instelt, dan worden er geen LOU-registers gebruikt. Hierna volgt een voorbeeld:

```

Sup2T#show policy-map a1-policy

```

```

Policy Map a1-policy
  Class a1-class
    set dscp ef

```

```

Sup2T#show class-map a1-class

```

```

Class Map match-all a1-class (id 37)
  Match access-group name a1

```

```

Sup2T#show ip access-lists a1

```

```

Extended IP access list a1
  10 permit tcp host 192.168.1.1 host 192.168.2.1

```

Dit wordt toegepast op interface g3/23:

```

Sup2T#show run interface gig3/23

```

```

Building configuration...

```

Current configuration : 176 bytes

```
!
interface GigabitEthernet3/23
  switchport
  switchport trunk allowed vlan 1-30
  switchport mode trunk
  service-policy input al-policy
end
```

Sup2T#show platform hardware acl entry interface gig3/23 qos in ip detail module 3

mls_if_index:8096000 dir:0 feature:1 proto:0

pass#0 features

UAPRSF: U-urg, A-ack, P-psh, R-rst, S-syn, F-fin
MLGFI: M-mpls_plus_ip_pkt, L-L4_hdr_vld, G-gpid_present, F-global_fmt_match, I-ife/ofe
's' means set; 'u' means unset; '-' means don't care

Table with 7 columns: I, INDEX, LABEL, FS, ACOS, AS, IP_SA, SRC_PORT. Includes rows for IP_DA, DST_PORT, RSLT, and CNT.

fno:0

tcam:A, bank:0, prot:0 Aces

Table with 7 columns: I, V, INDEX, LABEL, FS, ACOS, AS, IP_SA, SRC_PORT. Contains entries for 192.168.1.1, 255.255.255.255, and 0.0.0.0.

Sup2T#show platform software acl capmap tcam A label 3 module 3

Shadow Capmap Table Entry For TCAM A

Output in a RST/INV/CNT format: RST - result value; INV - inverted;
CNT - aggregated reference account;

CBF - number of free cap bits (one per entry);
Free items are not shown

Table with 6 columns: Index, CBF, [9], [8], [7], [6]. Includes rows for [5], [4], [3], [2], [1], and [0].

```

-----
      3      9 212/0/1      Free      Free      Free
Free      Free      Free      Free      Free
Free

```

Case Studie nr. 4 - CAPMAP-verwijdering met dubbele stack-ACL's

In dit voorbeeld is er een interface die is geconfigureerd om zowel IPv4 als IPv6 ACL's te gebruiken die deze fouten creëert wanneer de interface wordt verhoogd:

```

%EARL_CM-5-NOCAPMAP: No free capmap entry available
%FMCORE-4-RACL_REDUCED: Interface Vlan500 routed traffic will be software switched in ingress
direction.
      L2 features may not be applied at the interface

```

Als echter alleen IPv4 ACL wordt verwijderd en vervolgens gelezen naar dezelfde interface wordt de hardwareprogrammering voltooid en wordt de fout niet langer gegenereerd.

Dit voorbeeld, deze ACLs wordt gevormd onder SVI:

```

Switch#sh ip access-lists INGRESS
Extended IP access list INGRESS
 10 permit tcp host 1.1.1.1 host 1.1.1.2 range 1 10
 20 permit tcp host 1.1.1.3 host 1.1.1.4 range 10 ftp-data
 30 permit tcp host 2.1.1.3 host 2.1.1.4 range 30 40
 40 permit tcp host 2.1.1.3 host 2.1.1.4 range 85 100
 50 permit tcp host 2.1.1.3 host 10.1.1.1 range 222 333
 60 permit tcp host 20.5.4.3 host 10.100.100.1 range www 443
 70 permit tcp host 200.50.4.3 host 11.11.11.1 range 800 813
 80 permit tcp host 200.50.40.30 host 12.12.11.1 range 50 60
 90 permit tcp host 13.13.13.3 host 14.14.14.3 range gopher 90
100 permit tcp host 23.23.23.3 host 14.14.10.1 range 123 345
110 permit udp host 123.123.123.1 range 50 60 host 23.23.23.1 range 10 20
120 permit udp host 45.45.43.1 range 1000 1010 host 1.1.1.1 range 50 65
130 permit tcp host 78.78.78.1 range 89 95 host 2.3.4.5 range 1111 1200
140 permit tcp host 5.5.5.50 eq 65000 host 5.4.5.4
150 permit tcp host 5.15.5.150 range 1200 1250 host 1.7.8.4 range 45 65

Switch#show ipv6 access-list DENY-ALL-V6
IPv6 access list DENY-ALL-V6
  permit udp FE80::/64 host FF02::66 eq 2000 sequence 10
  deny ipv6 any any sequence 20

```

Zoals in het vorige voorbeeld te zien is, heeft IPv4 ACL meer dan negen unieke uitbreidbare L4Ops. Onder een interface die is geconfigureerd met alleen IPv4 zullen deze indien nodig worden uitgebreid om de capmap niet te laten uitputten.

Wanneer het programmeren van deze in de TCAM hardware in een dual-stack omgeving, begint de switch met IPv4 ACL eerst. Met onvoldoende vrije ingangen in de Capmap-tabel, breidt de schakelaar een aantal van de uitstelbare L4 Mbps uit om de Capmap-tabel te vullen zonder deze te overschrijden. Het resultaat is dat het aantal vrije items in de tabel nu 0 is, wat betekent dat er nu geen items beschikbaar zijn voor het programma van het niet-uitbreidbare L4-land dat vereist is wanneer u vervolgens IPv6 ACL gaat programmeren.

Wanneer u alleen IPv4 ACL verwijdert, wordt het aantal vrije items in de capmaptabel verhoogd en wordt IPv6 ACL nu correct geprogrammeerd naar hardware en gebruikt u een van de nieuw bevrijde capmap-items. Wanneer IPv4 ACL op de interfaceconfiguratie wordt toegepast, gebeurt de zelfde expansie opnieuw. Slechts nu wordt één extra IPv4-invoer uitgebreid als resultaat van IPv6 ACL die een vrije capmap-waarde gebruikt. Aangezien alle L4Ops in deze ACL uitbreidbaar zijn, slagen de programma's in.

Om de handmatige verwijdering en toevoeging van IPv4 ACL te voorkomen om de items in hardware te laten samenvoegen, is een versterking gecreëerd om het TCAM-fuserende algoritme in dergelijke scenario's te wijzigen. Zie Cisco bug-ID [CSCuq24924](#) voor meer informatie.

Als resultaat van deze verbetering, zal "Vaste-in" versies van software nu een configureerbare optie in de mondiale configuratie hebben die de manier verandert waarop L4Ops wordt geprogrammeerd in gevallen zoals een dubbele IPv4/v6 ACL-plaatsing. Dit is de configuratie die kan worden aangepast

```
Switch(config)#platform hardware acl tcam-exp-logic enable
```

Opmerking: Als gevolg van de veranderingen die ten gevolge van deze verbetering zijn ingevoerd, worden uitzetbare L4Ops uitgebreid met een hogere snelheid dan normaal en kunnen zij als gevolg van de uitbreiding een aanzienlijke toename van de TCAM-benutting veroorzaken.