

Gestione classificazione EARL 8: Esame comportamentale di LOU, L4Ops e tabelle Capmap

Sommario

[Introduzione](#)

[Premesse](#)

[Tabelle di Capmap dei programmi e registri LOU](#)

[Caso di studio n. 1 - ACL con flag TCP](#)

[Caso di studio n. 2 - Utilizzo del registro LOU al 100%](#)

[Caso di studio n. 3 - Programmazione QoS con L4Ops](#)

[Caso di studio n. 4 - Esaurimento di CAPMAP a causa degli ACL con doppio stack](#)

Introduzione

In questo documento viene descritto come le unità logiche operative (LOU) e le operazioni di livello 4 (L4Ops) vengono programmate nella tabella capmap. Vengono forniti gli scenari di errore, i tipi di errori che si verificano in genere in queste situazioni e gli elementi da dedurre da tali errori.

Gestione classificazioni (CM) gestisce la classificazione TCAM (Ternary Content Addressable Memory) e le risorse associate, quali etichette, LOU, voci di capmap e altre. I servizi CM vengono utilizzati dal Feature Manager (FM) e da QoS Manager (QM) per programmare le voci TCAM a supporto di Cisco IOS[®] Funzioni Access Control List (ACL) e Quality of Service (QoS).

Premesse

LOU e L4Ops - LOU indica le unità operative logiche, ossia i registri hardware utilizzati per archiviare le tuple {operator, operand} per i numeri di porta TCP/UDP specificati negli ACL e nei VACL (VLAN Access Control Lists). Queste tuple sono anche chiamate L4Ops. Ad esempio, se si confronta l'host X con l'host Y gt 1023, la tupla diventa {gt, 1023}.

L4Ops - Operazioni Layer 4.

Tabelle Capmap - Le operazioni L4Ops descritte in precedenza vengono programmate nei registri LOU a cui fanno riferimento le voci delle tabelle capmap. Ogni tabella capmap ha un limite di 10 voci (una riservata alla direzione, che riduce il limite a nove) (L4Ops). Le tabelle Capmap sono indicizzate dall'etichetta TCAM.

Esistono due TCAM, A e B; ogni TCAM ha etichette 8K. Per ogni TCAM è disponibile una tabella di voci di 2K. Dato che ogni TCAM ha etichette 8K, c'è una sovrapposizione 4:1 qui - quattro etichette mappano a una voce capmap. La sovrapposizione è: **1=2049=4097=6145**.

In pratica, ciò significa che le etichette TCAM 1, 2049, 4097 e 6145 utilizzano lo stesso indice di capmap. L'implementazione tradizionale da parte di Cisco dell'assegnazione di etichette TCAM ha causato problemi a causa di questa sovrapposizione. Cisco ha assegnato le etichette TCAM con

un gap di 2K (precisamente il 2048). Ciò implica che l'assegnazione assumerebbe la forma di 1, 2049, 4097, 6145, 2, 2050, 4098, 6146 e così via.

Fin dall'inizio, l'allocazione TCAM era tale che le tabelle capmap si sovrapponevano. Di seguito è riportato un esempio per dimostrarlo (tratto dall'ID bug Cisco [CSCuo02666](#)). Di seguito sono riportati due ACL, a1 e a2, definiti e applicati all'interfaccia VLAN 1 e all'interfaccia VLAN 2, come mostrato di seguito:

```
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
```

Ecco il TCAM per queste interfacce:

```
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

```

L'etichetta TCAM assegnata all'interfaccia VLAN 1 è 2049, l'etichetta TCAM assegnata all'interfaccia VLAN 2 è 4097. Ciò significa che entrambe queste interfacce utilizzano la stessa tabella capmap per fare riferimento ai registri LOU per la loro programmazione L4Op.

È possibile confermare questa condizione con questo comando (cinque voci ACE nell'ACL a1 e quattro voci ACE nell'ACL a2 indicano che la tabella capmap dovrebbe essere piena):

```

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

In questa fase, se si tenta di installare un'altra voce di controllo di accesso (ACE) basata su L4Op, non espandibile, per una di queste interfacce, verrà visualizzato l'errore **No free capmap entry available** (Nessuna voce di controllo di accesso disponibile).

```

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

```

Ciò determina il bridging dell'intera interfaccia da parte del software, che potrebbe causare un rallentamento della commutazione, un elevato utilizzo della CPU e altri problemi correlati.

Nota: Per risolvere il problema, è stato generato l'ID bug Cisco [CSCuo02666](https://tools.cisco.com/bugcenter/bug/?bugID=CSCuo02666). Il più grande cambiamento nella logica che introduce è il modo in cui vengono assegnate le etichette TCAM. Ora Cisco alloca le etichette TCAM in modo continuo (2,3,4,5 e così via) fino a 2048 invece che a intervalli di 2K. Ciò significa che le tabelle capmap non sono più condivise

dall'inizio.

Tenere presente che le LOU, come qualsiasi altra risorsa hardware, sono limitate. Sono disponibili 104 LOU:

```
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
```

Tabelle di Capmap dei programmi e registri LOU

Le tabelle Capmap vengono utilizzate solo quando è necessario prendere in considerazione le operazioni L4. Si noti che anche la corrispondenza sui valori DSCP (Differentiated Services Code Point)/CoS (Class of Service) viene considerata come L4Op. Di seguito è riportato un semplice esempio (che utilizza una versione del codice che include la correzione dell'ID bug Cisco [CSCuo02666](#)) su cui questo documento si basa in modo incrementale:

```
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
```

Questo è programmato correttamente 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	-	-----	-			0x0000000000000038
0									
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
0									
I	M	32745	0x1FFF	0	0x00	0x000	0.0.0.0	-	0.0.0.0
-	0	0	0x0						

Le tabelle Capmap sono referenziate tramite l'etichetta TCAM. È possibile usare l'etichetta TCAM nel comando **show platform software [hardware] acl capmap tcam <> label <>** per visualizzare la tabella corrispondente (software o hardware) per questa etichetta TCAM.

```
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

Nessun elemento allocato nella tabella capmap per questa etichetta. L'ACL definito non ha L4Ops; non è necessario installare una voce nella tabella capmap.

Sostituire la voce ACE con:

```
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
```

Osservate nuovamente la tabella capmap.

```
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					

Se si equipara direttamente a un numero di porta, non verrà considerato anche come L4Op.

Sostituirlo con:

```
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
```

Esaminare di nuovo la tabella capmap:

```
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

```

A questo punto è presente una voce nella tabella capmap. La voce ACE è stata convertita in 3/1/1 nella tabella capmap nel formato RST/INV/CNT. L'RST qui specifica in quale LOU è stato installato questo L4Op e il CNT descrive il conteggio aggregato per questo LOU (ulteriori informazioni su questo in seguito). Esaminare questo output per comprendere come viene indicizzato il valore RST:

```

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

```

Potete vedere che il valore L4op_sel di 0 punti al registro LOU0 B, il valore di 1 punti al registro LOU0 A, il valore di 2 punti al registro LOU1 B, il valore di 3 punti al registro LOU1 B e così via. Il registro A è sempre programmato per primo. L'output 3/1/1 ha più senso ora che vedete questo.

In questo output, 3 indica che l'L4Op è stato programmato nel registro LOU1 A. È inoltre possibile verificare dove è programmato un L4Op se si esamina direttamente il contenuto dei registri LOU:

```

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

Come si può vedere, una tupla (gt, X) viene programmata come (LT, X+1) nei registri LOU.

Nota: Gli L4Ops vengono programmati nei registri LOU SOLO quando vengono applicati alle interfacce. Se gli ACL vengono creati con gli L4Ops (senza che l'ACL venga applicato effettivamente a un'interfaccia), gli ACL4Ops applicabili non vengono programmati nei registri LOU.

Rimuovere l'ACL dall'interfaccia VLAN 1 e controllare nuovamente i registri LOU:

```
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

Caso di studio n. 1 - ACL con flag TCP

I flag TCP dispongono di un set speciale di registri allocati nell'intervallo dei registri LOU. È possibile visualizzare questo intervallo tramite il comando **show platform software acl capmap mapping**, come mostrato di seguito:

```
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

```

I valori 224-239 di L4op_sel possono essere utilizzati per i flag TCP, che forniscono un set di 16 registri da utilizzare. Ecco un semplice esempio per dimostrarlo. Questo ACL è definito:

```

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

```

Applicare il comando seguente in entrata sull'interfaccia VLAN 13:

```

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

```

Nell'esempio, il flag TCP viene programmato nel registro 224 (corrisponde al primo registro disponibile per i flag TCP). Il conteggio complessivo di questa voce corrisponde al numero di flussi TCP (ACE di lettura) con lo stesso flag TCP.

Aggiungere un'altra voce di controllo di accesso all'ACL a13 corrente. Il flag TCP dovrebbe essere diverso:

```

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

```

Se si controlla nuovamente la tabella capmap, si osserverà che è stato utilizzato un altro registro TCP:

```

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

```

Come potete vedere, la programmazione è fatta per bandiera; per ogni flag viene utilizzato un

registro TCP indipendente e viene mantenuto un conteggio. Ciò significa che, per ogni flag, si utilizza anche una voce capmap. Ciò implica inoltre che tecnicamente non è possibile andare oltre i nove flag nell'ACL o è possibile raggiungere il limite capmap prima del limite TCP del flag 16.

Aumentare i flag TCP in modo da raggiungere il limite del registro TCP per vedere cosa succede. Nell'esempio vengono mostrati diversi ACL che sono stati configurati e applicati a diverse VLAN di interfaccia per raggiungere un utilizzo del registro TCP del 100%, come mostrato di seguito:

```
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 questa fase, se si decide di configurare un altro ACL con un flag TCP univoco (o una combinazione di flag TCP che lo rende univoco) e applicarlo a un'interfaccia, è necessario programmare un nuovo flag TCP (o una combinazione di flag) per un registro TCP. Non sono tuttavia disponibili registri hardware. In questo caso, è possibile collegare l'intera interfaccia.

```
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
```

Caso di studio n. 2 - Utilizzo del registro LOU al 100%

Tenete presente che le LOU sono una risorsa limitata, poiché anche per queste ultime è possibile esaurire lo spazio. È possibile monitorare l'utilizzo della LOU con questo comando:

```
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%

Ridimensionare gli ACL in modo da usare più LOU. Dopo aver installato diversi ACL (con il comando range che accetta due registri LOU, sia A che B), questo esempio mostra un utilizzo della LOU pari al 96%:

```
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%

Creare un altro ACL e applicarlo a un'interfaccia che superi il 100% l'utilizzo dell'LOU.

```
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
```

L'esempio ha raggiunto un utilizzo LOU del 100%; si noti tuttavia che non è stato ricevuto alcun messaggio di errore.

```
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%

Ecco un altro test. Ora che la LOU è al 100%, prendere un L4Op molto semplice e provare a installare che per un'interfaccia. Configurare questo 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
```

Applicare il traffico in entrata all'interfaccia 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
```

Osservare ora il TCAM per questa 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
```

Gli L4Ops sono stati ampliati. La tabella capmap di questa etichetta TCAM indica che non è installato alcun componente.

```
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
```

Ecco una spiegazione di quanto accaduto. Poiché i registri LOU sono pieni, non è più possibile installare nuovi L4Ops e non è possibile fare riferimento a nulla nella tabella capmap. In questa fase, si tenta comunque di installare gli L4Ops in TCAM espandendoli. Se gli L4Ops non sono espandibili, il software commuta l'intera interfaccia nella direzione specificata.

Che cosa implica l'utilizzo di un registro LOU al 100%? Il TCAM inizia a riempirsi rapidamente (a causa dell'espansione L4Op). Se si tenta di installare opzioni L4Ops non espandibili, con l'implementazione corrente l'intera interfaccia viene sottoposta a bridging software.

Allo stato attuale, un errore viene generato solo quando si tenta di installare un L4Op non espandibile in una situazione di questo tipo. L'esempio ha modificato l'ACL a13 corrente che era stato applicato all'interfaccia VLAN 13 con l'aggiunta di un'interfaccia L4Op non espandibile.

```
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

Caso di studio n. 3 - Programmazione QoS con L4Ops

Le policy QoS potrebbero anche fare riferimento a L4Ops; questi L4Op devono essere installati come qualsiasi altro L4Op. Ciò implica che per ogni interfaccia, anche per i criteri QoS, si è limitati dalle restrizioni che le tabelle capmap e le LOU intrinsecamente hanno. Di seguito è riportato un esempio per illustrarlo in piccolo:

```
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
```

Questo esempio ha una mappa dei criteri che corrisponde a una mappa delle classi che chiama l'access-list a1 che corrisponde al traffico da 192.168.1.10 a 192.168.2.10 contrassegnato con Expedited Forwarding (EF). La corrispondenza su un valore DSCP è un L4Op non espandibile; è necessario programmarlo in un registro LOU e farvi riferimento tramite una voce nella tabella capmap. Questa mappa dei criteri è ora installata in entrata in gig3/23.

```
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 al-policy  
end
```

Per esaminare la programmazione QoS di un'interfaccia, utilizzare questo comando:

```
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  
0x000000000080D00B ip any any
```

La descrizione dettagliata di questo comando fornisce per cosa viene utilizzata l'etichetta TCAM su questa interfaccia.

```
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 - ----- - 0x000000000080D00B  
0
```

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

L'etichetta TCAM utilizzata è 2. La tabella capmap è la seguente:

```
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
```

Nota: Per QoS TCAM, è necessario specificare il numero del modulo. Senza questo, l'output non produce alcun risultato.

```
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

Un valore LOU di 2 punti a LOU1, registro B. È possibile confermare questa programmazione con questo comando:

```
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

Scalare la configurazione.

```
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          2/1/8
```

Non vengono utilizzate altre voci; al contrario, aumenta il conteggio dei riferimenti aggregati rispetto alla prima voce stessa, il che ha senso. Dal punto di vista di una tabella capmap e di un registro LOU, non vi sono preoccupazioni riguardo all'origine e alla destinazione. In questo modo vengono semplicemente memorizzate le informazioni L4Op. Poiché corrisponde allo stesso valore DSCP in tutte le ACE, è necessaria una sola voce per il valore DSCP.

Modificare questa impostazione in modo da utilizzare nove valori DSCP diversi.

```
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

```

Se si osserva la tabella capmap, si noterà che è piena:

```
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

```

Di seguito viene riportato ciò che accade se si tenta di installare un'altra voce L4Op non espandibile:

```

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

Osservare il TCAM per questa interfaccia:

```

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

Nessuna delle funzioni QoS è più installata nel TCAM per questa interfaccia.

Si noti che l'indicazione non consuma alcun L4Ops. Pertanto, se si dispone di un ACL semplice che non dispone di L4Ops e si imposta un valore DSCP su match, non vengono utilizzati registri LOU. Di seguito è riportato un esempio:

```

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

```

Questa condizione viene applicata all'interfaccia gig3/23:

```

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], [0].

```

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

```

Caso di studio n. 4 - Esaurimento di CAPMAP a causa degli ACL con doppio stack

Nell'esempio, un'interfaccia configurata per l'utilizzo di ACL IPv4 e IPv6 genera i seguenti errori quando viene visualizzata l'interfaccia:

```

%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

```

Tuttavia, se solo l'ACL IPv4 viene rimosso e quindi letto sulla stessa interfaccia, la programmazione hardware viene completata correttamente e l'errore non viene più generato.

Per l'esempio, questi ACL sono configurati nella 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

```

Come mostrato nell'esempio precedente, l'ACL IPv4 dispone di più di nove ACL espandibili univoci. Su un'interfaccia configurata solo con IPv4, queste funzionalità verranno estese in base alle esigenze per non esaurire la tabella capmap.

Quando si programmano questi elementi nell'hardware TCAM in un ambiente a doppio stack, lo switch inizia con l'ACL IPv4. Con voci libere insufficienti nella tabella capmap, lo switch espande alcuni degli L4Ops espandibili in modo da riempire la tabella capmap senza superarla. Il risultato è che ora il numero di voci libere nella tabella è 0, il che significa che non ci sono voci disponibili per programmare l'operazione L4Op non espandibile richiesta quando si passa a programmare l'ACL IPv6.

Quando si rimuove solo l'ACL IPv4, il numero di voci libere nella tabella capmap aumenta e l'ACL IPv6 viene programmato correttamente nell'hardware e utilizza una delle voci capmap appena liberate. Quando l'ACL IPv4 viene riapplicato alla configurazione dell'interfaccia, la stessa espansione si ripete. Solo ora una voce IPv4 aggiuntiva viene espansa come risultato dell'ACL IPv6 che utilizza un valore di capmap libero. Poiché tutti gli ACL L4Ops sono espandibili in questo ACL, la programmazione ha esito positivo.

Per evitare la rimozione manuale e l'aggiunta dell'ACL IPv4 per consentire l'unione delle voci nell'hardware, è stato creato un miglioramento per modificare l'algoritmo di unione TCAM in questi scenari. Per ulteriori informazioni, vedere l'ID bug Cisco [CSCuq24924](#).

Come risultato di questo miglioramento, le versioni "fisse" del software disporranno ora di un'opzione configurabile nella configurazione globale che modifica il modo in cui gli ACL L4E vengono programmati nelle istanze, ad esempio nell'implementazione di ACL IPv4/v6 a doppio stack. Questa è la modifica che è possibile apportare alla configurazione

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

Nota: A causa delle modifiche introdotte in seguito a questo miglioramento, gli L4Ops espandibili vengono espansi a una velocità superiore al normale e potrebbero causare un aumento significativo dell'utilizzo TCAM a seguito dell'espansione.