عنوان مقاله : عملکرد Frame-mode MPLS

گروه مطالعاتی : IP

گروه کاری : MPLS

ارائه دهنده: علیرضا سالم-مائده بهشتی

تاریخ ارائه: ۱۹ /۱۰/ ۸۳

سرپرست گروه کاری: احمد آقامیرزائی

اصلاح کننده : علیرضا سالم-مائده بهشتی

تاریخ اصلاح:۸۳/۱۱/۲۵

مرجع: فصل دوم کتاب MPLS and VPN Architecture

فصل ۲ : عملكرد Frame-mode MPLS

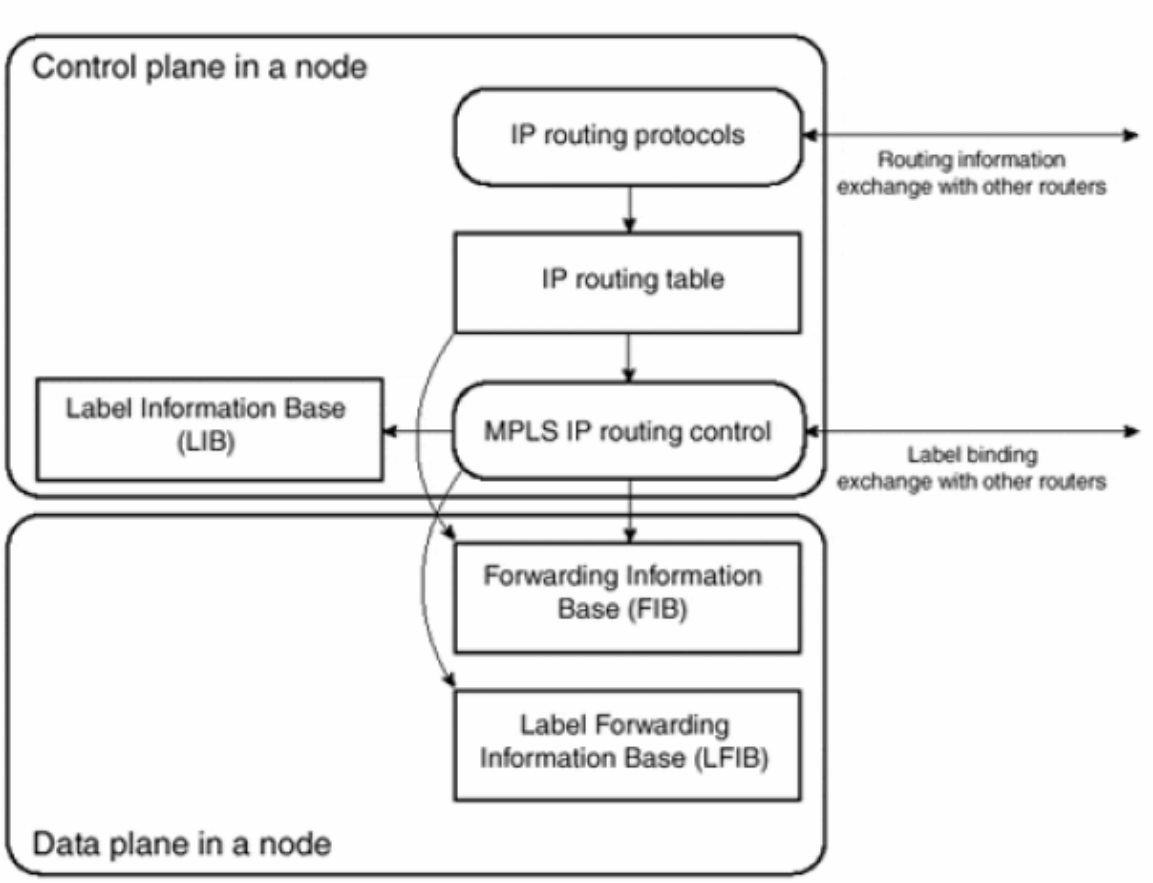
درفصل يك خلاصه اي ازمعماري كلي MPLS ارائه گرديد. دراين فصل تمركز بيشتر برروي كاربرد ويژه اي از آن با عنوان:

" نحوه برخورد MPLS بابسته هاي IP آدرس واحد دار و در محيط كاملا روتري (لايه ۳)"

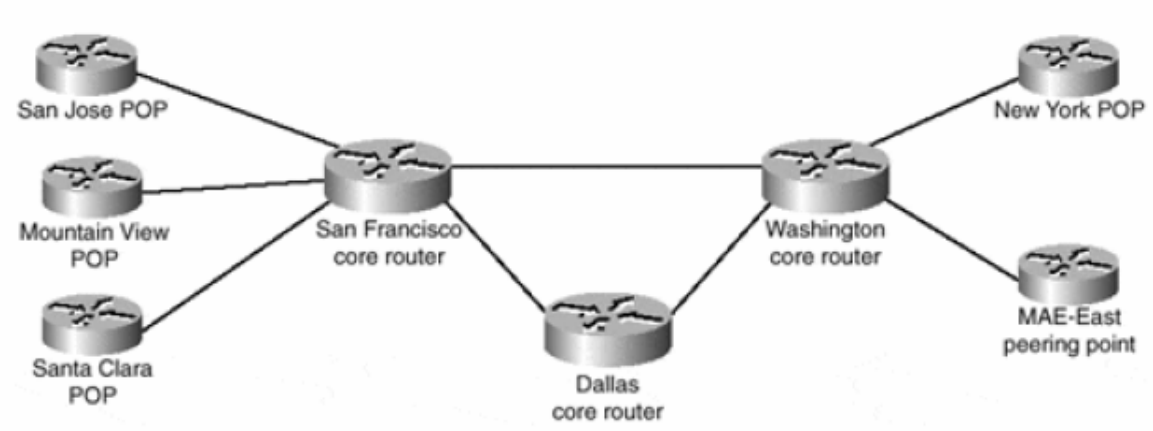
علت نامگذاري Frame-mode دراين گونه كاربردها، وجود Label وبرخورد سوئيچ با بسته Label دارجهت تعيين مسيرمانند برخورد بايك Frame لايه ۲ مي باشد.

تمركزاين فصل ابتدا برروي طرح داده اي MPLS، بااين فرض كه LABELها به هرطريقي توسط روترها قابل تاييد بوده سپس نحوه توزيع Label ها ميان روترها بحث شده ودرآخرتقابل ميان پروتكل هاي مربوط به نحوه توزيع Label ها، IGP وBGP دريك شبكه فراهم كننده سرويس بررسي مي گردد.

درخلال فصل مابه معماري عمومي MPLS دريك LSR (نمايش داده شده درشكل ۱-۲) رجوع كرده وازيك شبكه نمونه بنام SuperNet (نمايش داده شده درشكل ۲-۲) جهت انجام هرنوع Configuration ويا اشكال زدايي استفاده مي نمائيم.



شكل ۱-۲- معماري Edge-LSR



شكل ۲-۲- همبندي شبكه SuperNet

شبکه SuperNet ازلينك هاي سريال Unnumbered شده به پورت هاي Loopback باآدرس هاي ذكرشده درجدول زيربهره مي جويد:

Router	Loopback Interface
San Jose	172.16.1.1/32
Mountain View	172.16.1.2/32
Santa Clara	172.16.1.3/32
San Francisco	172.16.1.4/32
Dallas	172.16.2.1/32
Washington	172.16.3.1/32
New York	172.16.3.2/32
MAE-East	172.16.4.1/32

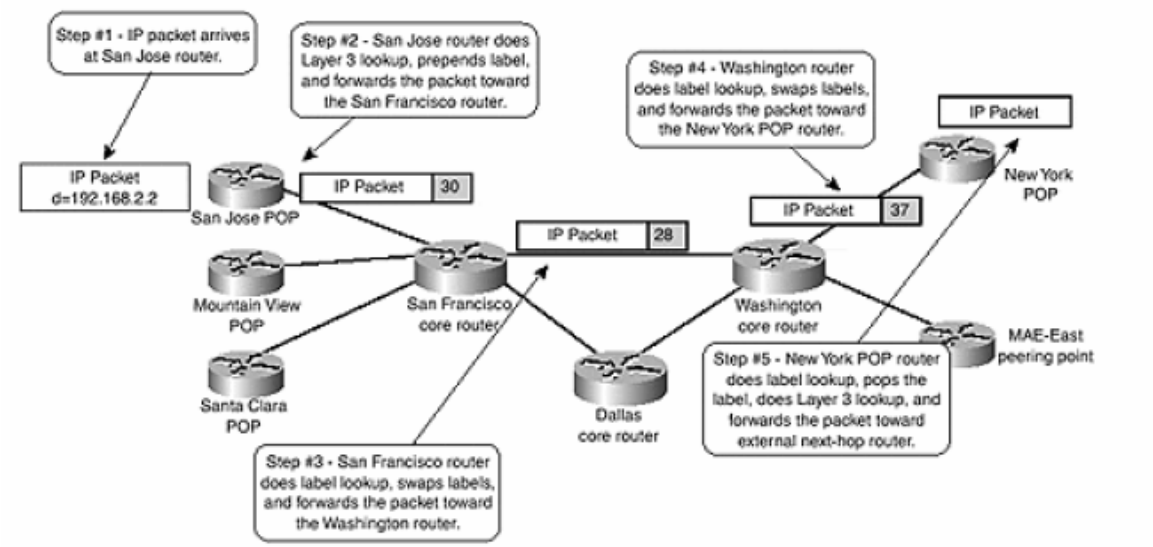
جدول ۱-۲- ليست آدرس هاي Loopback شبکه SuperNet

عملکرد طرح داده ای Frame-mode MPLS

فصل يك، بطورخلاصه، نحوه توزيع بسته هاي IP را ازميان شبكه MPLS شرح داد. دراين عمليات، سه مرحله اصلي وجود دارد:

- Ingress-LSR، بسته IP را دريافت نموده ودريك FEC (Forwarding Equivalence Class يا جدولي كه درآن آدرس هاي IP برمبناي شباهت مقاديرشان طبقه بندي مي شوند.) قرارمي دهد. سپس بسته رابايك Label، متناسب با FEC برچسب مي زند. با استفاده ازFEC مرتبط با آدرس IP مقصد وآدرس زيرشبكه (subnet) آن، وبا استفاده از Routing Protocol وLook upلايه ۳، عمليات Forwarding راانجام مي دهد.
- Core-LSR ، اين بسته را دريافت نموده با استفاده ازجداول label forwarding وFEC متناظربا زيرشبكه مقصد، نسبت با جايگذيني Label خروجي با Label ورودي اقدام مي نمايد.
- Egress-LSR متناظربا FEC ، بسته Label دارا دريافت نموده، Label را حذف نموده وبا استفاده ازLook upمتداول لايه ۳، نسبت به ارسال بسته به پورت خروجي اقدام مي نمايد.

شكل ۲-۳، اجراي مراحل اشاره شده شده را درشبكه SuperNet ، درخصوص عبور بسته ازSan Jose POP به سمت مشترك متصل شده به New York POP نشان مي دهد.



شكل ۲-۳- مبادله بسته از San jose POP تا مشترك New York POP

روترSan jose POP ، يك بسته IP با آدرس 192.168.2.2 رادريافت نموده ويك Look up لايه ۳ متداول ازطريق جدول Forwarding (يا Forwarding Information Base(FIB)) انجام مي دهد

توجه:

به جهت اينكه Cisco express Forwarding(CEF) تنها مكانيسم سوئيچينگ لايه ۳ بوده كه قادربه استفاده ازFIB مي باشد، لذا CEF مي بايست دركليه روترهايي كه قصد اجراي MPLS را دارند ودركليه اينترفيس هاي ingress كه بسته هاي بدون Label را دريافت نموده وLabel زده وآن را درجهت مربوط توزيع مي نمايند فعال گردد.

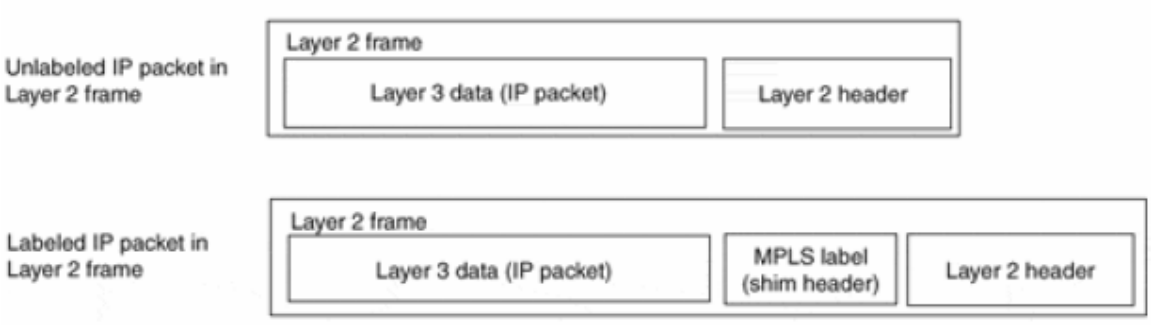
روترهاي Core ، CEF Switching را اجرا نمي نمايند. (آنها فقط كارمبادله بسته هاي Label زده شده رادارند) اما درآنها مي بايست CEF Switching ، جهت تخصيص Label ها ، فعال گردد .

اطلاعات موجود درFIB (نمايش داده شده درمثال ٢-١) نشان مي دهد كه روترSan Jose مي بايست بسته IP را كه دريافت نموده است بصورت بسته Label زده شده به روتر بعدي ارسال نمايد. بنابراين Label#30 را به سرباراضافه نموده وآن رابه روترSan Francisco ارسال مي نمايد. درا اين مرحله يك سوال پيش مي آيد كه كجا است Label زده شده وروتر San Francisco ازكجا مي فهمدكه بسته واردشده،بسته Label زده شده مي باشد ونه يك بسته كاملا IP ؟

SanJose#**show ip cef 192.168.2.0**
192.168.2.0/24, version 11, cached adjacency to Serial1/0/1
0 packets, 0 bytes
tag information set
local tag: 29
fast tag rewrite with Se1/0/1, point2point, tags imposed: {30}
via 172.16.1.4, Serial1/0/1, 0 dependencies
next hop 172.16.1.4, Serial1/0/1
valid cached adjacency
tag rewrite with Se1/0/1, point2point, tags imposed: {30}

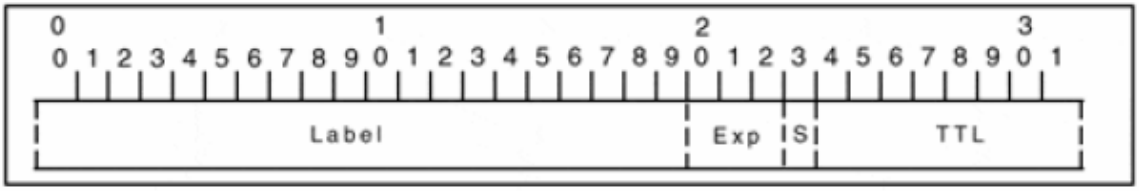
سربار بسته Label **دار** MPLS

به دلايل مختلف، ودرمعماري Frame-mode MPLS يك عمل سوئيچينگ، MPLS Label مي بايست درجلوي بسته اي كه بايد Label بخورد، زده شود.بنابراين Label درميان سربارلايه ۲ و ۳ ، مطابق شكل ۲-۴ زده مي شود.



شكل ۲-۴- موقعيت MPLS Label درفريم لايه ۲

به سبب روشي كه يك MPLS Label ميان سربار لايه۲ وبسته IP زده مي شود، به آن Shim Header گفته مي شود. سربارMPLS Label (مطابق شكل ۲-۵) شامل ۳۲ بيت بوده كه ازآن ۲۰ بيت شامل Label، ۳ بيت، Class of Service ، يك بيت Bottom-of-Stack، و۸ بيت TTL مي باشد.



شكل ۲-۵- سربار MPLS Label

توجه:

لطفا فصل "۵، بحث پيشرفته MPLS" براي بحث درخصوص شناسايي وجلوگيري ازLoop درمحيط MPLS، (هردوFrame-mode وCell-mode) ملاحظه فرمائيد.

بيت S درMPLS Label مشخص مي نمايدكه آيا اين Label تنها Label بوده يا Labelهاي ديگري به بسته زده شده است. بسته هاي IP با مقصد واحد، نيازي به فعال كردن بيت مذكورراندارند ولي سايركاربردهاي مبتني برMPLS نظيرVPNها وTraffic engineering نيازبه ست كردن اين بيت دارند.
به دليل زده شدن label ميان سربارهاي لايه ۲ و۳، روتردريافت كننده بسته مي بايست بفهمد كه بسته دريافتي بسته بطوركامل IP بوده و يا بسته Label دارمي باشد. براي ايجاد اين امكان، پروتكل هايي جديد بصورت زير برروي لايه ۲ تعريف مي شوند:

- درمحيط هاي LAN، بسته هاي Label داري كه بسته هاي Unicast وMulticastرا حمل مي نمايند ازethertype با مقدارhex 8847,8848 استفاده مي نمايد. اين مقدارمي تواند برروي اينترفيس هاي اترنت (fast or giga Ethernet) ويابصورت بخشي ازسربارSNAP درسايراينترفيس هاي غيراترنتي (Token ring or FDDI) بكاربرده شوند.
- درلينك هايPoint to Point كه از PPP Encapsulation استفاده مي نمايند، يك پروتكل كنترلي شبكه (NCP) جديد بنام MPLS Control Protocol(MPLSCP) معرفي گرديد.
- دربسته هاي MPLS كه با DLCI Frame Relay ازميان يك زوج روترمارك شده با frame Relay SNAP Network Layer Protocol ID(NLPID)

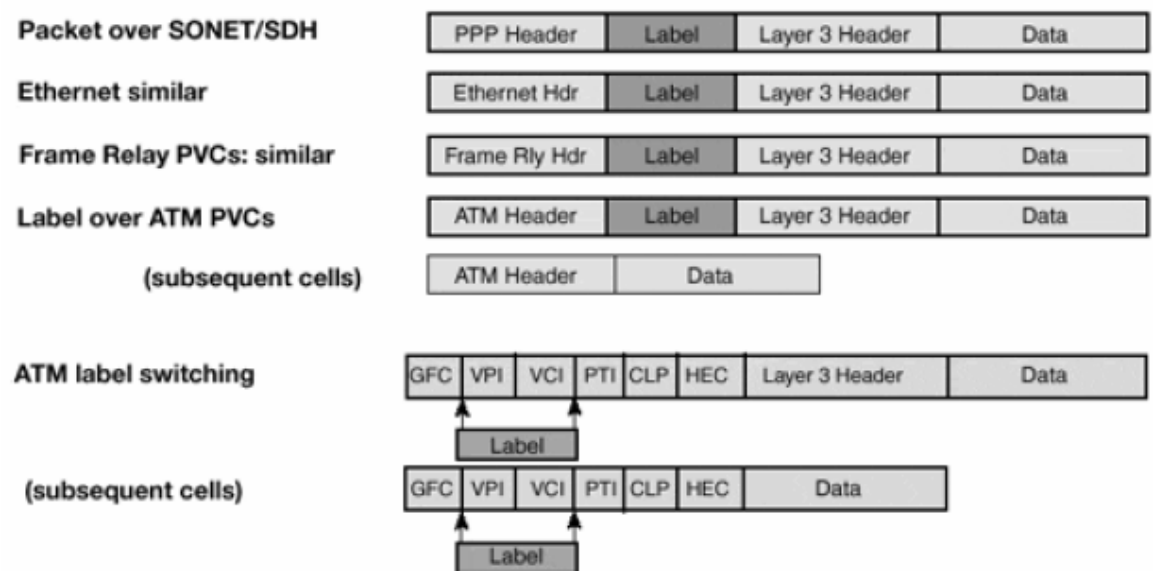
منتقل مي شوند، ازSNAP Header با Ethertype به مقدار8847 hex تبعيت مي كنند.

- بسته هاي MPLS ازميان زوج روترها ، برروي VC هاي ATM FORUM ، كه Encapsulat مي شوندبا يك SNAP header كه Ethertype ، بامقدارمعادل محيطهاي LAN دارند منتقل مي شوند.

توجه

براي جزئيات بيشتر، درخصوص انتقال MPLS ازميان شبـــكه WAN غير MPL، به فصل ۴، "Running Frame-mode MPLS Across Switched WAN Media." مراجعه شود.

شكل ۲-۶ خلاصه اي ازتكنيك هاي MPLS encapsulation را نمايش مي دهد.



روتر San Jose درمثال نشان داده شده درشكل ٢-٣ ، MPLS Label را درجلوي بسته IP دريافتي وارد نموده سپس بسته Label زده شده درفريم PPP مجهز به فيلد پروتكل 8281 hex ، Encapsulate نموده وآنرا به سمت روتر San Francisco ارسال مي نمايد.

Label Switching در وضعيت Frame-mode MPLS

روتر San Francisco بعد از دريافت فريم PPP، با توجه به فيلد پروتكل ، سريعا متوجه مي شود كه بسته دريافتي ، يك بسته Label داربرمبناي پروتكل PPP بوده وسپس يك Look up به جدول LFIB (Label Forwarding Information Base) انجام مي دهد.

توجه

برمبناي LFIB وLabel ٣٠ ورودي ، (نشان داده شده درمثال ٢-٢) روتر San Francisco نسبت به جايگذيني Label ٢٨ اقدام نموده وسپس بسته رابه سمت روترWashington ارسال مي نمايد.

SanFrancisco#**show tag forwarding-table tags 30 detail**
Local Outgoing Prefix Bytes tag Outgoing Next Hop
tag tag or VC or Tunnel Id switched interface
30 28 192.168.2.0/24 0 Se0/0/1 172.16.3.1
MAC/Encaps=14/18, MTU=1504, Tag Stack{28}
00107BB59E2000107BEC6B008847 0001C000
Per-packet load-sharing

مثال ٢-٢

بسته Label داربصورت مشابه ، درکل شبکه SuperNet توزيع شده تا بهPOP New York ، جايي که LFIB درآن روترمي گويد که مي بايست Label حذف شده وبسته بدون Label به سمت خروجي هدايت شود.

NewYork#**show tag forwarding-table tags 37 detail**
Local Outgoing Prefix Bytes tag Outgoing Next Hop
tag tag or VC or Tunnel Id switched interface
37 untagged 192.168.2.0/24 0 Se2/1/3 192.168.2.1
MAC/Encaps=0/0, MTU=1504, Tag Stack{}
Per-packet load-sharing

يك روترCisco با IOS خود درحالت Frame-mode قادربه اجراي عمليات هاي مختلف برروي بسته Label دار مي باشد:

- Label برداري (Pop tag) - label اول (Outer) را ازيك بسته Label دارجدانموده وبسته Label دار باقي مانده را ، درصورتي که بيت S آن صفرباشد، ويا اگربسته IP باشدآن رابه پورت خروجي هدايت مي نمايد.
- تعويض Label(Swap tag)- Label بسته وارد شده را با Label جديد تعويض مي نمايد. (فيلد tag stack درLFIB به مقدار يك Label مي باشد)
- جايگذاري Label(Push Label)- Label ورودي را با مجموعه اي ازLabel ها تعويض مي نمايد. (فيلد tag stack درLFIB به مقدار چند Label مي باشد)

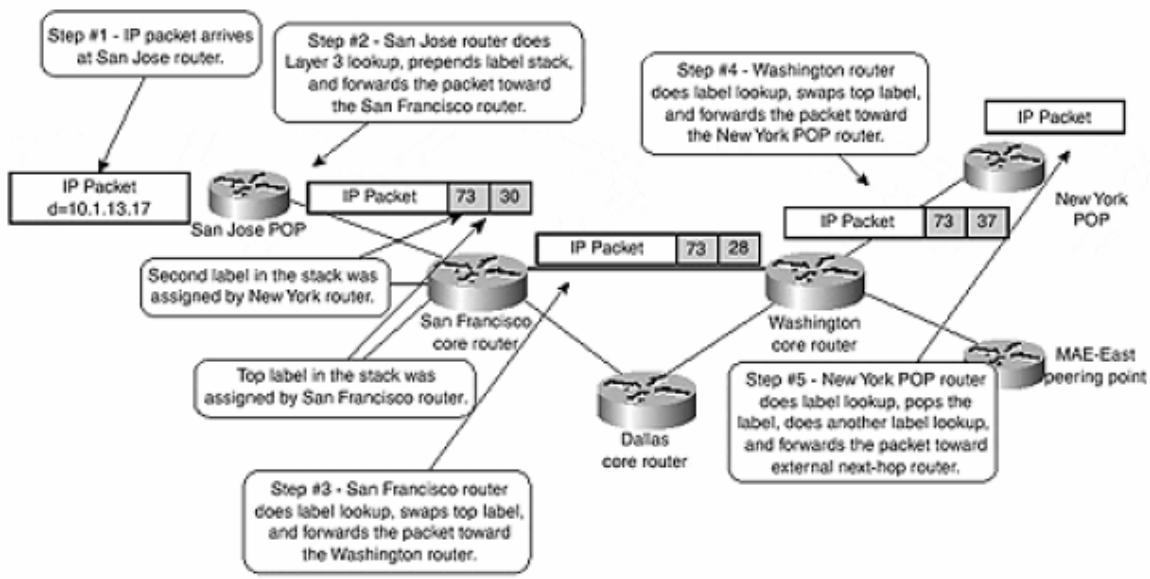
- انباشته سازي(Aggregate)- Label ازجلوي بسته برداشته شده وبعد ازآن Look up لايه ۳ انجام مي شود.Label برداشته شده، label انتهايي مي باشد. به بيان ديگر، اين عمليات دورريزي Datagramمي باشد.

- برچسب برداري(Untag)- Label ازجلوي بسته برداشته شده وبا توجه به آدرس IP، به روتربعدي ارسال مي گردد. Label برداشته شده، label انتهايي مي باشد. به بيان ديگر، اين عمليات دورريزي Datagram مي باشد.

MPLS Label switching with Label stack

عمليات Label Switching به روشي مشابه انجام مي شود صرف نظر از اينكه بسته Label دار داراي يك يا چند Label مي باشد.درهردو مورد، LSR فقط با Label خارجي سروكارداشته وبقيه Label ها را بي اثرمي نمايد. اين خاصيت باعث ارائه كاربردهاي مختلفي ازMPLS ، (درجائي كه روترهاي Edge با استفاده ازقوانين ، بسته هاي IP را كلاسه بندي نموده وارسال مي نمايند ونيازي نيست روترهاي هسته شبكه اين قوانين رابدانند) مي شود.

براي مثال فرض كنيد كه روترهاي San Jose وNew York ازMPLS VPN پشتيباني مي نمايند به شبكه 10.1.0.0/16كه ازطريق New Yorkقابل دسترسي مي باشد Label ، ٧٣ را لحاظ مي نمايند . روترهاي Core در شبكه Super Net(San Francisco,Washington) ، ازاين مقدار باخبر نيستند. براي ارسال يك بسته به يك ميزبان درشبكه 10.1.0.0/16 ، روترSan Jose يك بسته Label دار مي سازد. Label داخلي ، Label است كه روترهاي San Jose وNew York آنرا تاييد مي نمايند وLabel خارجي، Label است كه برمبناي IP address روتر New York توسط San Francisco زده مي شود. هنگامي كه بسته درشبكه توزيع مي شود، عمليات سوئيچينگ برمبناي .... خارجي دقيقا مانند سوئيچينگ يك بسته IP (مانند شكل ٢-٧) درهسته شبكه تارسيدن بسته به مقصد انجام مي گيرد.



شکل ۲-۷- سوئیچینگ بسته Label دار

زدن Label **وتوزیع آن درحالت** Frame-mode MPLS

دربخش قبلي، مكانيزم هاي مورد نياز جهت جلوراندن بسته هاي برچسب داربا استفاده ازاينترفيس هاي مبتنی فريم (LAN, Point to Point, or WAN virtual circuits) درميان LSR ها مشخص گرديد.اين بخش برنحوه زدن وتوزيع برچسب ها ، براساس FEC ، درحالت سروكارداشتن با اينترفيسهای مبتنی فريم متمركزمی نمايد.

نرم افزار Cisco IOS دونوع پروتكل برچسب زنی را كه می تواند جهت همطرازی آدرس های زيرشبكه IP با برچسب های MPLS مورداستفاده قرارگيرد را اجرامی نمايد:

- پروتكل توزيع نشانه- (Tag Distribution Protocol-TDP)

پروتكل اختصاصی Cisco كه در IOS های نسخه 11.1CT ودرنسخه 12.0 وزيرمجموعه های آن قابل دسترس می باشد.

- پروتكل توزيع برچسب- (Label Distribution Protocol)

استاندارد IETF برای زدن برچسب كه درنسخه IOS شماره 12.12T قابل دسترسی می باشد.

LDP و TDP ازنظرعملكرد كاملا شبيه يكديگربوده به گونه ای كه می توان دريک روترLSR وبرروی اينترفيسهای مختلف اجراگردند.

بدليل عملكرد مشابه اين دو پروتكل، دراين بخش تنها دستورات مشاهداتی وخطايابی TDP ارائه خواهد گرديد.

برای شروع برچسب زنی MPLS برای آدرسهای IP با مقصد واحد، ازدستورات اشاره شده درجدول ۲-۲ استفاده نمائيد.

Task	IOS Command
Start MPLS packet labeling and run TDP on the specified interface.	**tag-switching ip**
Start MPLS packet labeling on the specified interface. TDP is used as the default label distribution protocol. Note: This command is equivalent to the tag-switching ip command:	**mpls ip**
Select the label distribution protocol on the specified interface.	**mpls label-distribution [ldp | tdp | both]**

جدول ۲-۲

برقراری LDP/TDP Session

زمانی که شما مکانیزم MPLS را دراولین اینترفیس یک روترآغازمی نمائید،پردازشLDP/TDP شروع شده وساختارLIB(Label Information Base) ایجاد می گردد. روترهمچنین سعی درایجاد سایر LSRها، با MPLS وازطریق بسته "سلام" TDP میکند. بسته های "سلام" TDP توسط پروتکل UDP وبصورت Broadcast یا Multicast ارسال می گردند با ساخت خودکارLSP با سیستم مجاور. دستور Debug tag tdp transport می تواند بسته های "سلام" TDP را نمایش دهد مثال ۲-۴، شروع پردازش TDP را ومثال ۲-۵، برقراری موفق یک TDP Adjacency رانشان می دهد.

توجه

دستور debug MPLS ، درمورد LDP جایگزین دستور debug tag می گردد.

```
SanFrancisco#debug tag tdp transport
TDP transport events debugging is on
SanFrancisco#conf t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
SanFrancisco(config)#interface serial 1/0/1
```

```
SanFrancisco(config-subif)#tag-switching ip
1d20h: enabling tdp on Serial1/0/1
1d20h: tdp: 1<tdp_start: tdp_process_ptr = 0x80B7826C
1d20h: tdp: tdp_set_intf_id: intf 0x80E49B74, Serial1/0/1, not tc-
atm, intf_id 0
1d20h: enabling tdp on Serial1/0/1
1d20h: tdp: Got TDP Id
1d20h: tdp: Got TDP TCP Listen socket
1d20h: tdp: tdp_hello_process tdp inited
1d20h: tdp: tdp_hello_process start hello for Serial1/0/1
1d20h: tdp: Got TDP UDP socket
```

مثال ٢-٤

```
1d20h: tdp: Send hello; Serial1/0/1, src/dst
172.16.1.4/255.255.255.255, inst_id 0
1d20h: tdp: Rcvd hello; Serial1/0/1, from 172.16.1.1 (172.16.1.1:0),
intf_id 0, opt
0x4
1d20h: tdp: Hello from 172.16.1.1 (172.16.1.1:0) to
255.255.255.255, opt 0x4
```

مثال ٢-٥

همچنین ممکن است یک adjacent LSR تا برقرارکند یک TDP یا LDP با LSR که تحت توجه خود می باشد ولی اینترفیس متصل به ایندو ممکن است

بخاطر امنیت یا دلایل مد نظر کنترل کننده شبکه، برنامه ریزی نگردیده باشد. دراین حالت نظیرمثال ۲-۶، خروجی دستور debug ، بسته عدم تایید شده را ازسمت اینترفیسی که برنامه ریزی نشده است را نشان دهد.

```
1d20h: tdp: Ignore Hello from 172.16.3.1, Serial0/0/1; no intf
```

مثال ۲-۶

بعد ازاینکه TDP، یک مجاور TDP را پیدا نمود، یک TDP با آن برقرارمی شود. TDP ، شماره پورت TCP تعریف شده ۷۱۱ وLDP شماره پورتTCP ۶۴۹ رابکارمی برند.TCP، پروتکل انتقال مطمئن نظیر BGP می باشد.با استفاده ازTCP، پروتکل های لایه زیرین نظیر IP می توانند جریان اطلاعاتی خیلی خوبی با مجاورخود، بدوراز تراکم بیش ازاندازه برروی اینترفیس خود داشته باشند.

مثال ۲-۷، برقراری یک TDP رانمایش می دهد.

```
1d20h: tdp: New adj 0x80EA92D4 from 172.16.1.1 (172.16.1.1:0), Serial1/0/1
1d20h: tdp: Opening conn; adj 0x80EA92D4, 172.16.1.4 <-> 172.16.1.1 1d20h:
tdp: Conn is up; adj 0x80EA92D4, 172.16.1.4:11000 <-> 172.16.1.1:711 1d20h:
tdp: Sent open PIE to 172.16.1.1 (pp 0x0) 1d20h: tdp: Rcvd open PIE from
172.16.1.1 (pp 0x0)
```

مثال ۲-۷

بعد ازبرقراری TDP، بسته های Keepalive، بطورثابت مانیتورمی گردند. مثال ۲-۸، این بسته ها رانمایش می دهد.

```
1d20h: tdp: Sent keep_alive PIE to 172.16.1.1:0 (pp 0x0) 1d20h: tdp: Rcvd
keep_alive PIE from 172.16.1.1:0 (pp 0x0)
```

مجاوران TDP وحالات برقراری TDP ها می تواند توسط دستور show tag tdp neighbor ، مانند مثال ۲-۹ مانیتورگردند. خروجی گرفته شده، زمانی رانشان می دهد که روتر san jose تنها مجاور روتر San Francisco بوده است.

```
SanFrancisco#show tag-switching tdp neighbor Peer TDP Ident: 172.16.1.1:0;
Local TDP Ident 172.16.1.4:0 TCP connection: 172.16.1.1.711 -
172.16.1.4.11000 State: Oper; PIEs sent/rcvd: 4/4; ; Downstream Up time:
00:01:05 TDP discovery sources: Serial1/0.1 Addresses bound to peer TDP
Ident: 172.16.1.1
```

مثال ۲-۹

دستورفوق، مشخصات TDP وروترهای محلی ودور، آدرسهای IP وشماره پورتهای TCP که TDP برقرار نموده است وضعیت فعال بودن ارتباط و اینترفیسی را که TDP برای ارتباط با مجاورخود بکاربرده است را بخوبی نشان می دهد.

توجه

مشخصه TDP به همان روش درOSPF وBGP (مگرتوسط دستور tag tdp router-id کنترل شود) واستفاده ازبالاترین آدرس IP اینترفیسهای Loopback تعیین می شود . اگراینترفیس Loopback درروترتعریف نگردیده بود، آدرس IP هراینترفیسی که درگیر ارتباط TDP از مورد استفاده قرارمی گیرد.

توجه

آدرس IP بکاررفته می بایست توسط LSRها قابل دسترس باشد. درغیراینصورت ارتباط LDP/TDP برقرارنمی گردد.

زدن برچسب وتوزیع آن

با ایجاد LIB، یک برچسب به یک FEC مورد نظر روترمرتبط می گردد. برای مواردی که آدرس IP مقصد واحد می باشد، FEC معادل مقدار IGP Prefix درجدول Routing می باشد. بنابراین یک برچسب به هر Prefix در جدول IP Routing مرتبط شده ومیان دو تائی که درLIB ذخیره شده است، مرتبط می گردد.

برچسب ها به مسیرهای BGP درجدول IP Routing زده نمی شوند. مسیرهای BGP برچسبهایی نظیر برچسب داخلی را بررسیدن به نقطه بعدی بکارمی برند. برای اطلاعات بیشتردرخصوص مجتمع سازی BGP/MPLS ، بخش " مجتمع سازی MPLS با پروتکلBGP " را درهمین فصل ببینید.

LIB همیشه به جدول IP Routing همزمان می باشد. همچنانکه یک مسیر غیر BGP در جدول روتینگ نمایان گردد، یک برچسب جدید برای بکاربردن درمسیر جدید درLIB ایجاد می گردد. خروجی های دستور Debug tag tdp bindings برچسبهای زده شده به زیرشبکه را نشان می دهد. مثال ۲-۱۰ یک خروجی ساده را نشان می دهد.

```
SanFrancisco#debug tag-switching tdp bindings
TDP Tag Information Base (TIB) changes debugging is on
1d20h: tagcon: tibent(172.16.1.4/32): created; find route tags
request
1d20h: tagcon: tibent(172.16.1.4/32): lcl tag 1 (#2) assigned
1d20h: tagcon: tibent(172.16.1.1/32): created; find route tags
request
1d20h: tagcon: tibent(172.16.1.1/32): lcl tag 26 (#4) assigned
```

1d20h: tagcon: tibent(172.16.1.3/32): created; find route tags request
1d20h: tagcon: tibent(172.16.1.3/32): lcl tag 27 (#6) assigned
1d20h: tagcon: tibent(172.16.1.2/32): created; find route tags request
1d20h: tagcon: tibent(172.16.1.2/32): lcl tag 28 (#8) assigned
1d20h: tagcon: tibent(192.168.1.0/24): created; find route tags request
1d20h: tagcon: tibent(192.168.1.0/24): lcl tag 1 (#10) assigned
1d20h: tagcon: tibent(192.168.2.0/24): created; find route tags request
1d20h: tagcon: tibent(192.168.2.0/24): lcl tag 29 (#12) assigned

مثال ۲–۱۰– خروجی دستور Debug tag tdp bindings

برای اینکه LSR یک برچسب به آدرس IP خلاصه شده درجدول روتینگ بزند، همچنانکه آدرس در جدول روتینگ ظاهرگردید، برچسب تخصیص داده می شود برای راهنمایی LSR ها جهت ارسال آن تا LSR مقصد، به این روش اصطلاحا **کنترل مستقل** برچسب زنی با توزیع جریان پائین دست مستقل برچسب می نامند.

- برچسب زدن بدون توجه به جائی که بسته مرتبط با یک آدرس خلاصه شده به روتر وارد میشود زده می شود. بنابراین زدن برچسب درروترکنترل مستقل گفته می شود.
- روش توزیع برچسب درشبکه، Unsolicited میباشد برای اینکه LSR برچسب را زده و آن را به روترهای همسایه بالا دستی خود جهت

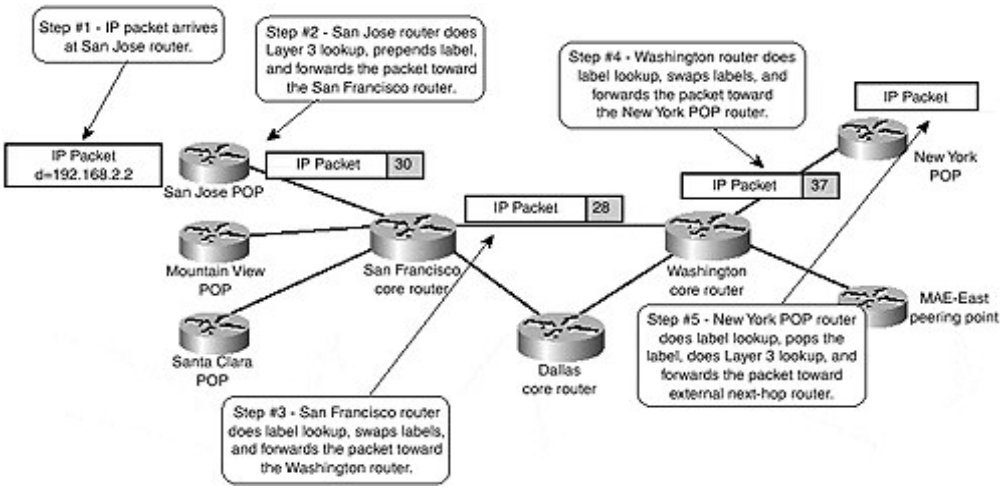
Mapping برچسبها، بدون توجه به اینکه سایر LSRها چه برچسبی را نیازدارند اعلام می نماید.

- روش توزیع به سمت پائین است زمانیکه LSR یک برچسب را زده تا بتوانند سایر LSRها(بالادستی) بتوانند برای جابجائی بسته برچسبدار به سمت جلو واعلام mapping آن استفاده نمایند. معماری اولیه سوئیچینگ برچسب، شامل مشاهدات برای توزیع برچسب بالادستی بوده اما نه سوئیچینگ برچسب عادی ونه معماری MPLS این نوع توزیع را نیازدارد.

: Penultimate Hop Popping

يك edge – LSR خروجي در شبكه MPLS، ممكن است ناچار به انجام دو Look up (بازبيني)، بر روي پكتي كه از همسايه MPLS خود دريافت مي دارد و به Subnet (زيرشبكه‌اي) خارج از دومين MPLS مي فرستد، باشد. روتر خروجي مي بايست برچسب موجود در استك هدر برچسبها را بررسي كرده و مي بايست بررسي و بازبيني بر چسب ها را فقط براي اينكه متوجه شود آيا برچسب بايد برداشته شود (POP) ، انجام مي دهد.
يك بازبيني و بررسي اضافي نيز مي بايست در لايه ۳، بر روي پكت IP انجام گيرد، قبل از اينكه به سمت مقصد نهائي فرستاده شود. (مطابق شكل 8-2)

Figure 2-8 Double Lookup in New York POP Rouer



دو بازبيني (Lookup) كه در روتر New york POP ، انجام مي شود ممكن است كارآئي آن را كم كند. بعلاوه در شرايطي كه IP Switching و MPLS در Hardware (سخت افزار) مشاهده مي شود، اين موضوع كه دو بررسي (بازبيني) در روتر داشته باشيم سبب افزايش پيچيدگي سخت افزار مي شود. براي آدرس دهي(مشخص شدن) هر دو بحث موضوع ، برداشتن نهايي برچسب (PHP) در ساختار MPLS شكل گرفت.

توجه

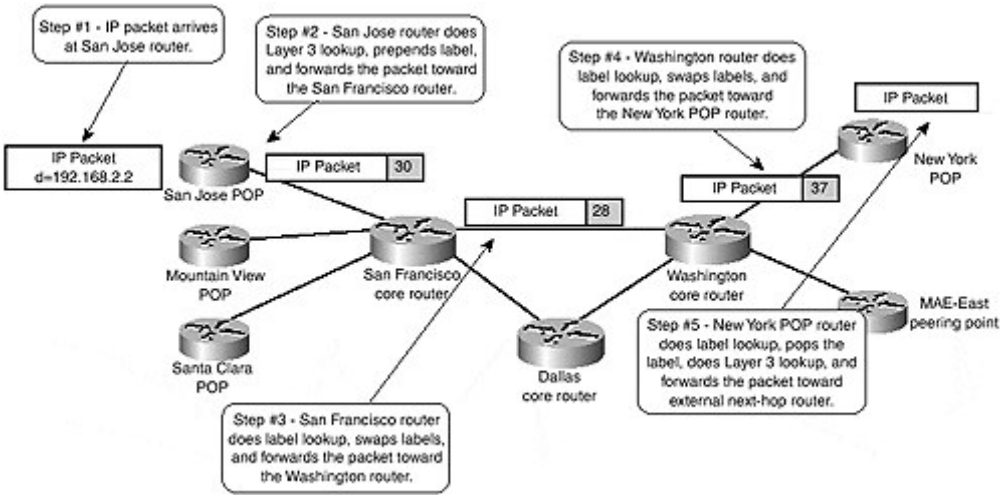
PHP، يا آخرين حذف برچسب فقط براي زير شبكه ها يا مسيرهای مجتمعی كه به صورت مستقيم متصلند بكار مي رود. در شرايطي كه يك اينترفيس متصل (مستقيماً) موجود است، بررسي و بازبيني لايه ۳ براي بدست آوردن اطلاعات كامل و درست پرش (HOP) بعدي براي پكتي كه به مقصدي كه به طور مستقيم به روتر متصل است، لازم مي باشد.

اگر Prefix به صورت مجتمع مي باشد، مي بايست يك بازبيني (بررسي) لايه ۳ هم براي يافتن مسيرهای خاص و بيشتر وجود داشته باشد تا پكتي كه مي خواهد به مقصد بعدي برود از بين چند مسير بتواند مسير درست را انتخاب كند.

در شرايط ديگر، اطلاعات پكت های خروجي لايه ۲ در (Lable Forwarding Information Base) LFIB موجوداست بنابراين بازبيني (بررسي) لايه ۳ لازم نمي باشد و پكت مي تواند براساس برچسب سوئيچ شود.

با حذف نهائي برچسب (PHP) , ELSR يا روتر سوئيچينگ لبه مي تواند عمليات حذف برچسب را از همسايه بعدي خود تقاضا نمايد. در شبكه SuperNet ، روتر واشنگتن، برچسب را از پكت پاك و حذف مي كند (مطابق شكل ۹-۲، مرحله ٤) و پكت IP ي خالص را به روتر نيويورك مي فرستد.

Figure 2-9 Penultimate Hop Popping in the SuperNet Network



(PHP) يا حذف نهائي برچسب، با TCP يا UDP درخواست مي شود كه اين كار را با استفاده از يك مقدار مخصوص براي برچسب (١ در TCP و ٣ در UDP)، انجام مي دهد. كه به اين مقدار Implicit – Null هم مي گويند.
زماني كه LSR خروجي، حذف نهائي برچسب (PHP) را براي يك پيش فرض پكت IP درخواست مي كند، مدخل LIB محلي در LSR خروجي و مدخل LIB راه دور در LSR هاي بعدي مقدار imp-null را نشان مي دهد. (مطابق مثال ٢-١٩)

Example 2-19 LIB Entries in Edge LSR and Penultimate LSR

NewYork#**show tag tdp binding 192.168.2.0 24**
tib entry: 192.168.2.0/24, rev 10
local binding: tag: imp-null(1)
remote binding: tsr: 172.16.3.1:0, tag: 28
Washington#**show tag tdp binding 192.168.2.0 24**
tib entry: 192.168.2.0/24, rev 10
local binding: tag: 28
remote binding: tsr: 172.16.3.2:0, tag: imp-null(1)
remote binding: tsr: 172.16.1.4:0, tag: 30
remote binding: tsr: 172.16.2.1:0, tag: 37

و مدخل LFIB در LSR يكي مانده به آخر يك عمليات حذف تگ را نشان مي دهد. (مثال ٢٠-٢ را ببينيد)

Example 2-20 LFIB Entry in Washington Router

Washington#**show tag forwarding tags 28**
Local Outgoing Prefix Bytes tag Outgoing Next Hop
tag tag or VC or Tunnel Id switched interface
26 Pop tag 192.168.2.0/24 0 Se0/0/2 point2point

ارتباط و تعامل MPLS **با پروتكل مسيريابي خارجي** (BGP)**:**

در بخش Label Binding and Distribution ، كه قبلاً در اين بخش به آن پرداخته ايم، ديديد كه يك برچسب به بيت هاي پيش فرض هر پكت IP متصل مي شود (در جدول مسيريابي) در روتري كه به عنوان LSR عمل مي كند، تنها تفاوت در مسيرهائي است كه از طريق BGP (مسيريابي خارجي) ياد گرفته مي شود. به چنين مسيرهائي كه به اين طريق ، هر روتر به عنوان يك مسير جديد مشاهده مي كند، هيچ برچسبي افزوده نمي شود و LSR لبه داخلي از برچسبي كه به مرحله بعدي (پرش يا بعدي HOP) كه BGP مي باشد، براي برچسب زدن به پكت هائي كه به مقاصد BGP بعدي مي فرستد، استفاده مي كند.

براي فهم اين موضوع، فرض كنيد كه روتر MAE-East در شبكه سوپرنت، مسيري براي شبكه 192.168.3.0 از يك روتر در سيستم Autonomous با شماره 4635 دريافت مي كند. اين مسير در شبكه سوپرنت با روتر MAE-East از AS4635 كه هاپ بعدي BGP مي باشد، منتشر گشته است. زماني كه در جدول BGP ي روتر San jose بازنگري مي كنيد، همچنين مدخلهاي جدول FIB را ملاحظه مي كنيد، مي بينيد كه برچسب مشابهي (٢٨) براي

برچسب زدن به پكت هائي كه به مقاصد BGP مي روند يا مقصد بعدي آنها BGP است مشاهده مي گردد. (مثال ۲۱-۲ را مشاهده نمائيد)
تعامل بين BGP, IGP, MPLS به طراح شبكه ديد جديدي براي طراحي مي دهد.
در گذشته مي بايست BGP بر روي هر روتري در هسته (Core) شبكه فراهم كننده سرويس (Service Previeler) اجرا مي شد، تا بتوان به درستي پكت ها را ارسال نمود. اطلاعات روتر MAE-East مي بايستي به تمامي روترهاي هسته شبكه سوپرنت اعم از (واشنگتن، دنور و سانفرانسيسكو) منتشر می شد. اگر در انجام اين كار اشتباهي رخ مي داد، روترهاي هسته نمي توانستند پكت هاي خود را به سمت مقصد BGP هدايت كنند. (مثال ۱۰-۲ بيانگر موضوع است).

Example 2-10 Sample Label-to-prefix Bindings

```
SanFrancisco#debug tag-switching tdp bindings
TDP Tag Information Base (TIB) changes debugging is on
1d20h: tagcon: tibent(172.16.1.4/32): created; find route tags
request
1d20h: tagcon: tibent(172.16.1.4/32): lcl tag 1 (#2) assigned
1d20h: tagcon: tibent(172.16.1.1/32): created; find route tags
request
1d20h: tagcon: tibent(172.16.1.1/32): lcl tag 26 (#4) assigned
1d20h: tagcon: tibent(172.16.1.3/32): created; find route tags
request
```

1d20h: tagcon: tibent(172.16.1.3/32): lcl tag 27 (#6) assigned
1d20h: tagcon: tibent(172.16.1.2/32): created; find route tags request
1d20h: tagcon: tibent(172.16.1.2/32): lcl tag 28 (#8) assigned
1d20h: tagcon: tibent(192.168.1.0/24): created; find route tags request
1d20h: tagcon: tibent(192.168.1.0/24): lcl tag 1 (#10) assigned
1d20h: tagcon: tibent(192.168.2.0/24): created; find route tags request
1d20h: tagcon: tibent(192.168.2.0/24): lcl tag 29 (#12) assigned

به هر حال اگر، شبکه سوپرنت MPLS را اجرا مي كند، روترسن جوز پكت را به طرف مقصد BGP به عنوان يك پكت برچسب خورده با برچسب مشترك با روتر BGPی بعدي انتقال مي‌دهد. بدليل اينكه روتر بعدي BGP بايد از IGP كه شبكه اجرا مي كند مطلع باشد، همه روترهاي مياني بايد Label Mapping براي برچسب هاي ورودي به برچسب های خروجي داشته باشند.