

## پروتکل IS-IS

IS-IS یا Intermediate System Intermediate System پروتکلی IGP است که بر اساس Dijkstra Algorithm عمل میکند. (مثل OSPF) این پروتکل در دهه ۸۰ توسط شرکت Digital Equipment بعنوان Routing Protocol برای ISO ارائه شد که توسط GOSIP (Government OSI Profile) برای استفاده دولتی به کار گرفته شد. (تشویق و ترغیب به استفاده از OSI توسط GOSIP صورت می‌گرفت اما نهایتاً این طرح ادامه پیدا نکرد) امروزه IS-IS بعنوان راه حلی برای سرویس دهندگان (Service Provider) برای مصارف پیشرفته IP Routing درون Core شبکه استفاده میشود که خود بی نیاز از IP عمل میکند.

بعنوان سلیقه شخصی اگر برای محیط Enterprise بخواهم پروتکل مناسبی انتخاب کنم سراغ OSPF میروم اما برای یک سرویس دهنده قطعاً IS-IS را انتخاب میکنم. هرچند که باید به یاد داشت که انتخاب تکنولوژی براساس مشخصه‌های متنوعی صورت می‌گیرد و مستلزم بررسی نیازها، محیط، رشد پذیری، هزینه و سیاست‌های مدیریتی شبکه است.

این پروتکل روی لایه دوم کار میکند و کاملاً Protocol Independent است و برای انتقال و Update کردن نیازی به IP ندارد. پروتکل ناقل IS-IS؛ CLNP است. (از خانواده ISO که در لایه سوم کار میکند) این پروتکل از آدرسینگ NSAP (Network Service Access Point) یا NET استفاده میکند. به Update ها در IS-IS، LSP میگوئیم. نسخه ای از IS-IS که توانایی IP Routing را دارد، Integrated IS-IS (و یا Dual IS-IS) است که براساس پارامترهایی که بعداً اشاره میکنیم (TLV) امکان مسیر دهی IPv6 یا هر پروتکلی را داراست.

استفاده از مسیرهای مختلف براساس ToS در Integrated IS-IS پیش بینی شده هرچند که IOS سیسکو آن را پشتیبانی نمیکند.

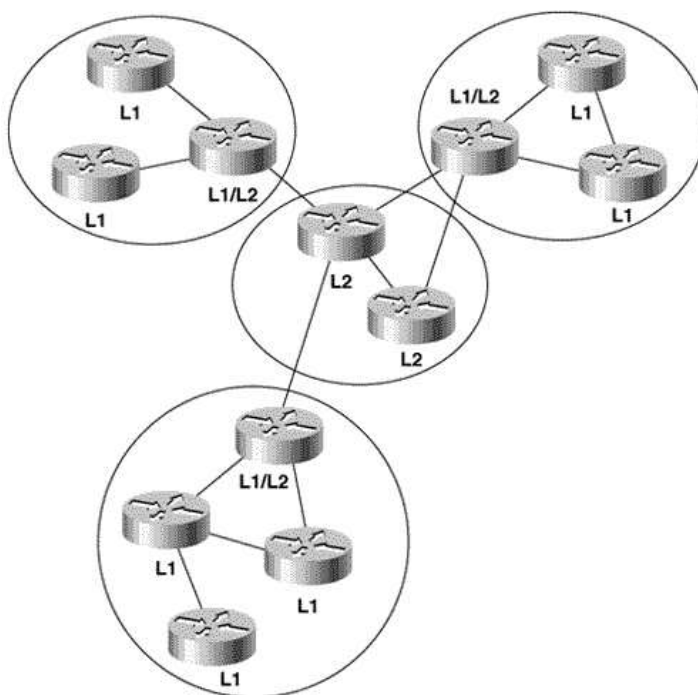
IS-IS در ISO/IEC 10589 تشریح شده است.

RFC 1195 (Integrated IS-IS)  
ISO 10589  
OSI Protocol (ISO CLNP protocol)  
Classless supported (VLSM)  
Default metric for all interfaces is 10  
Administrative Distance = 115  
Clear text authentication supported.  
Partial updates supported.

## OSPF و شباهت به IS-IS

OSPF و IS-IS هر دو پروتکل هایی پویا برای Interior Routing هستند که بر مبنای Link-State عمل میکنند. هر دو پروتکل از الگوریتم Dijkstra برای پیدا کردن کوتاهترین مسیر (SPF) استفاده میکنند و هر دو از دو سطح یا دو سلسله مرتبه برای تشکیل topology بهره میبرند که لایه Backbone (L2 در IS-IS) نواحی را به هم متصل میکند.

در IS-IS به روتر Intermediate System گفته میشود و کامپیوتر یا Host یا End System خطاب میگردد. در عمل شبکه به سه سطح یا Level تقسیم میشود، Level 0 که بین ES و IS است. Level 1 که بین IS ها در یک Area یا ناحیه است (Intra-Area Routing) و Level 2 که مسیرهدهی بین نواحی در یک Domain است. (Inter-Area Routing) شکل شبکه بر اساس طبقه بندی IS-IS و پراکندگی نواحی:



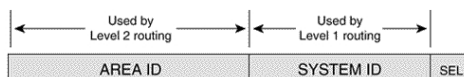
اساس کار هر دو پروتکل بر پایه Hello Message است. به Update ها در IS-IS LSP میگوئیم و در OSPF، LSA. دو نوع LSP در IS-IS وجود دارد: L1 و L2. برخلاف OSPF که انواع متعددی LSA دارد.

درست مثل OSPF که در ازای دریافت LSA ها، رسید میفرستد، در IS-IS به ازای دریافت LSP، ACK فرستاده میشود با این تفاوت که اگر LSP نامفهوم باشد از آن صرف نظر میکند اما با این حال آنرا به بقیه Flood میکند. در IS-IS روی یک Medium همه باهم Adjacent میشوند اما LSP ها از طرف DIS فرستاده میشود که در واقع از طرف Pseudonode ارسال میگردد.

OSPF داخل IP Encapsulate میشود (IP Protocol 89) اما IS-IS مستقل از این پروتکل است و درگیر محدودیت های IP نمیشود. (نظیر Fragmentation که به عهده خود CLNP است) آدرس Host و Area در IS-IS به روتر داده میشود بر خلاف OSPF که براساس Interface عمل میکند.

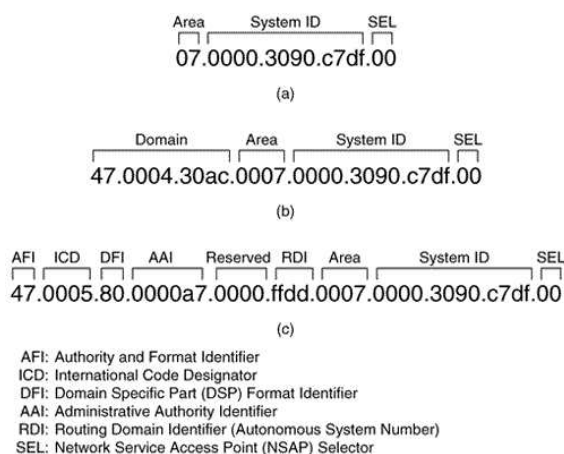
## آدرس دهی ISO

برای انتقال پکتهای IS-IS، آدرس NET (Network Entity Title) باید روی هر IS تنظیم شود. این آدرس از دو بخش ناحیه (Area) و سیستم (System) تشکیل میشود. قسمت آخر آدرس از یک بایت SEL تشکیل میشود که جزئی از آدرس NSAP است. که به سرویس خاصی روی گیرنده (ES) اشاره میکند. سیسکو از آدرس MAC برای System ID بطول شش بایت استفاده میکند.



این آدرس سایز متغییر دارد (Variable Size) و از ۸ تا ۲۰ بایت است. در مقیاس بزرگتر این آدرس شامل IDP (Initial Domain Part) و DSP (Domain Specific Part) است.

سه مدل آدرس ISO در شکل زیر آمده است:



a - یک آدرس ساده هشت بیتی متشکل از Area ID/System ID

b - یک آدرس به فرم OSI NSAP

c - یک آدرس به صورت GOSIP NSAP

این آدرس به IS تعلق دارد نه به Interface (مشابه Router ID در OSPF).

## قوانین آدرس NET و NSAP

برای استفاده از آدرس ISO باید از قوانین زیر پیروی کنیم:

- آدرس ناحیه باید برای همه روترهای آن ناحیه، یکسان باشد.
- طول و سایز System ID در سطح Domain مساوی باشد.
- System ID برای L2 IS در کل Domain یکتا باشد.
- System ID برای L1 IS در کل Area یکتا باشد.
- میتوان در یک روتر از چند NET استفاده کرد اما System ID باید یکسان باشد.
- عموماً هر روتر یک آدرس NET دارد اما میتوان حداکثر سه آدرس به یک روتر اختصاص داد.
- آدرس به IS تعلق دارد و به Interface اختصاص داده نمیشود.

## سلسله مراتب در IS-IS

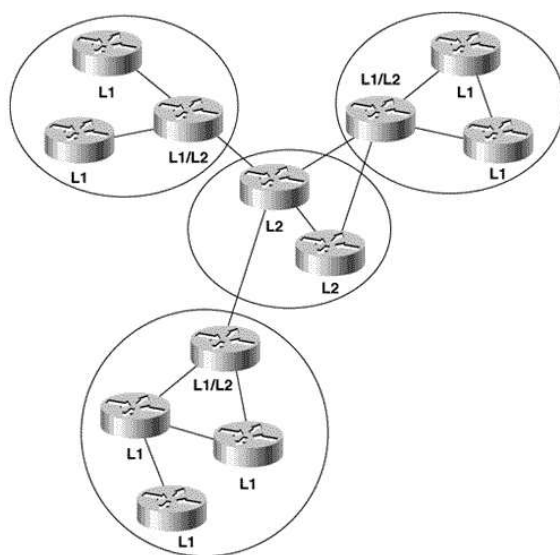
دو نوع Area به نام های L1 و L2 و سه نوع روتر بنام های L1 IS, L2 IS و L1/L2 IS تعریف میگردند. یک روتر L1 بسان یک Stub Router در OSPF است که از ناحیه خود خبر دارد اما از بیرون آن هیچ نمیداند در نتیجه یک Default Route به روتر متصل شده به Backbone Area خواهد داشت.

یک روتر L1/L2 در واقع یک Area Border Router است که ناحیه را به Backbone متصل میکند.

یک روتر L2 روتری است که در Backbone قرار دارد و کار Inter-Area Routing را انجام میدهد. درست مثل Backbone Internal Router در OSPF. این روتر فقط به L2 ها سلام میکند و ارتباط برقرار میکند.

**نقش یک روتر سیسکو بصورت Default IS Level 1-2 است.**

شکل سلسه مراتب IS-IS و نواحی:



## ارتباط IS ها با هم

برای اینکه دو روتر همسایه با هم Adjacent شوند به Hello Message نیاز هست. این سلام بین دو روتر هم سطح ردوبدل میشود که شامل قوانین زیر میشود:

- دو روتر هم سطح تنها با هم Adjacent میشوند.
- دو روتر L1 برای Adjacent شدن باید در یک Area باشند.
- اگر Authentication تنظیم شده باشد باید روی دو همسایه یکسان باشد.
- MTU (Maximum Transmission Unit) روی Interface هر دو روتر یکسان باشد.

## ارتباط روی لینک Point-to-Point:

- Hello Timer برابر با ۱۰ ثانیه و Holdtime ۳۰ است.
- ارتباط و Sync شدن دو همسایه از طریق ارسال CSNP میسر میشود.
- CSNP یا Complete Sequence Number Packet اطلاعات کامل لینکهاست.

## ارتباط در شبکه NBMA:

• با اینکه این ارتباط Multi-access است اما بخاطر مشکلات حاصل از نداشتن Broadcast در این نوع ارتباط پیشنهاد میشود ارتباط هر روتر با دیگری بصورت یک ارتباط P2P تنظیم گردد.

## ارتباط در شبکه Broadcast:

- هر روتر در این شبکه مثل یک Interface برای یک روتر خیالی یا pseudonode است. LAN یک روتر است که چند Interface است.
- نماینده pseudonode، DIS است و LSP های دریافتی را به آن ارسال میکند. (در واقع به همه روترها ارسال میکند)
- برای اینکه از صحت DIS مطمئن شویم، هر ۱۰ ثانیه ۳ بار Hello ارسال میکند. (سه برابر بقیه یعنی هر ۳ ثانیه یکبار)

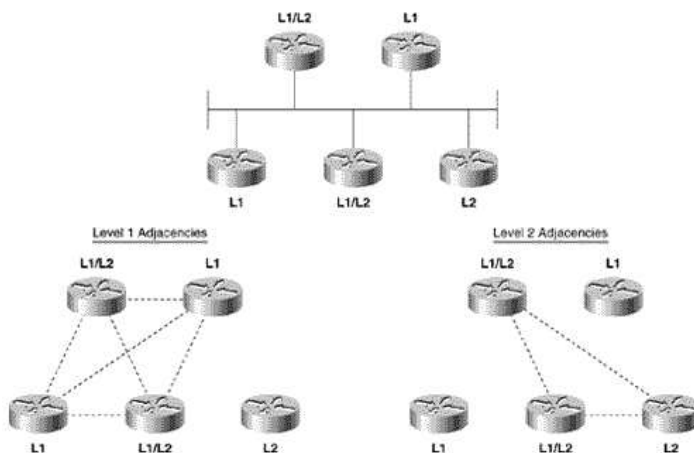
## DIS یا Designated IS

در IS-IS مثل OSPF، در یک رسانه Multi-access به یک نماینده از طرف همه نیاز داریم تا مسئول پخش Update ها شود در حالیکه در یک ارتباط Point-to-Point نیازی بدان نیست.

نکاتی مهم در مورد این DIS:

- به Designated Router در IS-IS، Designated IS یا DIS میگوئیم.
- برخلاف OSPF خبری از BDR یا Backup نیست.
- انتخاب DIS براساس Priority یا اولویت صورت میگیرد.
- اولویت از ۰ تا ۱۲۷ بوده و Default Priority برابر ۶۴ است.
- یک IS با اولویت صفر نیز ممکن است DIS شود (برخلاف OSPF).
- اگر یک IS با اولویت بالاتر به لینک متصل شود، در جا DIS می شود!
- در حالت اولویت برابر، بالاترین آدرس MAC انتخاب میشود. (در OSPF بالاترین IP بعنوان DR انتخاب میشود) به MAC در ISO، SNPA یا Subnetwork Point of Attachment میگوئیم.
- یک DIS برای سطح L1 و یک DIS برای سطح L2 انتخاب میشود که ممکن است یک IS و یا دو IS متفاوت باشد. از آنجا که L1 ها با هم Adjacency دارند و L2 ها با یکدیگر، پس DIS متفاوتی باید داشته باشند. یعنی برای روتر های L1 یک DIS مستقل از DIS مربوط به روترهای L2 انتخاب میگردد
- تمام IS ها با هم Adjacent میشوند و DIS مسئول پخش LSP هاست.
- DIS هر ۱۰ ثانیه CSNP (Complete Sequence Number Packet) ارسال میکند تا همه از Sync بودن Database خود مطمئن شوند.
- DIS در زمان دریافت LSP به ازای بقیه Acknowledge میفرستد.

از آنجا که L1 ها با هم Adjacency دارند و L2 ها با یکدیگر، پس DIS متفاوتی باید داشته باشند. یعنی برای روترهای L1 یک DIS مستقل از DIS مربوط به روترهای L2 انتخاب میگردد:





## انواع پروتکل در IS-IS

ارتباط IS-IS از طریق L3PDU خود برقرار میشود که مستقیماً در لایه دو Encapsulate میشود. سه نوع پکت معروف در IS-IS وجود دارد:

- Hello PDU (LAN L1 - L2, P2P)
- LSP PDU (L1, L2)
- SNP PDU (L1 - L2 CSNP, L1 - L2 PSNP)

IS-IS PDU	Type Number
<u>Hello PDUs</u>	
Level 1 LAN IS-IS Hello PDU	15
Level 2 LAN IS-IS Hello PDU	16
Point-to-point IS-IS Hello PDU	17
<u>Link State PDUs</u>	
Level 1 LSP	18
Level 2 LSP	20
<u>Sequence Numbers PDUs</u>	
Level 1 CSNP	24
Level 2 CSNP	25
Level 1 PSNP	26
Level 2 PSNP	27

## :Hello PDU

شکل Header یک PDU بصورت زیر است. این بخش برای همه PDU ها یکسان و Fixed است:

	Length, in Octets
Intradomain Routeing Protocol Discriminator	1
Length Indicator	1
Version/Protocol ID Extension	1
ID Length	1
R   R   R   PDU Type	1
Version	1
Reserved	1
Maximum Area Addresses	1
PDU- Specific Fields	
Variable-Length Fields	

## LSP PDU

شکل Header یک پیغام LSP به همراه Header ثابت:

		Length, in Octets		
Intradomain Routing Protocol Discriminator		1		
Length Indicator		1		
Version/Protocol ID Extension		1		
ID Length		1		
R	R R	PDU Type		
Version		1		
Reserved		1		
Maximum Area Addresses		1		
PDU Length		2		
Remaining Lifetime		2		
LSP ID		ID Length+ 2		
Sequence Number		4		
Checksum		2		
P	ATT	OL	IS Type	1
Variable-Length Fields				

- Remaining Lifetime بر اساس ثانیه است و مشخص میکند که چه موقع این LSP باطل (Expire) میشود.
- بیت P: Partition bit برای L2 Area Partition Auto-Repair است که سیسکو پشتیبانی نمیکند.
- بیت ATT: Attachment bit به L1 ها عنوان میکند که از طریق این روتر میتوانند از Area خارج شود. (L1/L2 sets as a exit point)
- بیت OL یا Overload وقتی ست میشود که روتر دچار مشکل کمبود حافظه شود، بقیه از او بعنوان یک Transit استفاده نمیکنند اما چاره ای برای ارسال پکتهای شبکه های Direct او ندارند.
- IS-Type: مشخص کننده L1 یا L2 بودن IS است.

## Type/Code Length Value

TLV یا CLV به انواع PDU افزوده میشود (بسته به نوع اطلاعات) و از قدرت های نهفته IS-IS بشمار میآید. هر آنچه که بعدا نیاز است تا در IS-IS گنجانده شود، بوسیله TLV بصورت کاملا Modular تعریف میگردد و البته که دستگاه مقابل باید آن TLV را بوسیله Software خود بشناسد. (بطور مثال IPv6)

در این جدول برخی از کدهای CLV ذکر شده است:

Code	CLV Type	ISO 10589	RFC 1195
1	Area Addresses	X	
2	IS Neighbors (LSPs)	X	
3	ES Neighbors	X	
4	Partition Designated level 2 IS	X	
5	Prefix Neighbors*	X	
6	IS Neighbors (Hellos)	X	
8	Padding	X	
9	LSP Entries	X	
10	Authentication Information	X	
128	IP Internal Reachability Information		X
129	Protocols Supported		X
130	IP External Reachability Information		X
131	Inter-Domain Routing Protocol Information		X
132	IP Interface Address		X
133	Authentication Information		X

انواع PDU و استفاده از TLV در جدول زیر آمده است:

CLV Type	15	16	17	18	20	24	25	26	27
Area addresses	X	X	X	X	X				
IS Neighbors (LSPs)				X	X				
ES Neighbors				X					
Partition Designated Level 2 IS					X				
Prefix Neighbors					X				
IS Neighbors (Hellos)	X	X							
Padding	X	X	X						
LSP Entries						X	X	X	X
Authentication Information	X	X	X	X	X	X	X	X	X
IP Internal Reachability Information				X	X				
Protocols Supported	X	X	X	X	X				
IP External Reachability Information					X				
Inter-Domain Routing Protocol Information					X				
IP Interface Address	X	X	X	X	X				

## Update و مکانیزم LSP

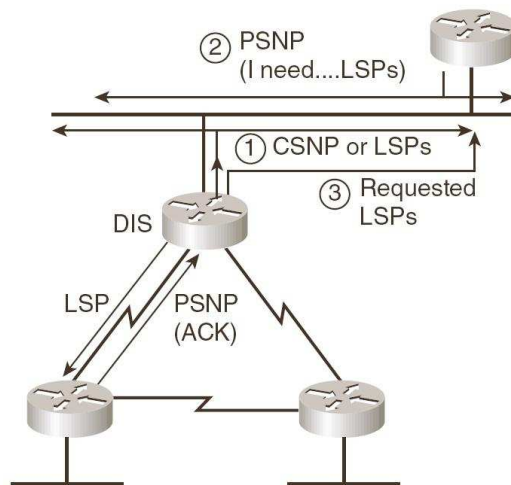
روتر برای اطلاع دیگران از آنچه که میداند، مبادرت به انتشار LSP میکند. این کار برای یکسان سازی Link-State Database ضروری است. هر تغییری در شبکه اعم از تغییر وضعیت لینک یا اضافه شدن یک مسیر یا خاموش شدن یک روتر موجب ایجاد و Flood LSP میشود.

Update ها در شبکه Broadcast مثل Ethernet از طریق Multicast و به Multicast MAC Address ارسال میشود و روتر آنرا با Database خود مقایسه میکند.

در LAN، ابتدا CSNP مبادله میشود که اگر LSP ای در CSNP دریافتی قید شده باشد که روتر آنرا نداشته باشد، آنرا از طریق ارسال PSNP درخواست میکند و Full LSA را دریافت میکند. در این اثنا درخواست کننده Multicast میفرستد ولی تنها DIS است که به او جواب میدهد.

LSP های L1 با L2 جداگانه نگهداری میشوند، از هم تمایز داشته و متفاوتند در ضمن از Database جداگانه اند.

### The Propagation of CSNPs and PSNPs



### انتخاب کوتاهترین مسیر:

در این مرحله بهترین مسیر از بین اطلاعات جمع آوری شده در Database براساس SPF الگوریتم Dijkstra انتخاب میشود.

- هر مسیری که Cost کمتری داشته باشد بهتر است. (Metric کمتر)
- Cost هر Interface در سیسکو ۱۰ است. (by Default)
- هر مسیر Internal بر External ارجح است و هر مسیر L1 بهتر از L2 است.
- هر مسیر که دارای ToS باشد ارجح به مسیر فاقد ToS است.
- اگر برای مقصدی خاص، مسیر مشخصی وجود نداشته باشد آنرا به L2 میفرستد.
- IP Routing در TLV 128 طبق Integrated IS-IS ذکر شده است.

## تنظیمات IS-IS روی Cisco

Command	Description
area-password password	Configures IS-IS area (level 1) authentication.
clns routing	Enables the routing of CLNS PDUs.
debug isis adj-packets	Displays IS-IS Hello PDU activity.
debug isis spf-events	Displays details of events triggering an IS-IS SPF calculation.
debug isis snp-packets	Displays information about SNPs sent and received by the router.
debug isis spf-statistics	Displays statistical information about IS-IS SPF calculations.
debug isis spf-triggers	Displays events that trigger IS-IS SPF calculations.
debug isis update-packets	Displays information about LSPs, CSNPs, and PSNPs sent and received by the router.
default-information originate [route-map map-name]	Generates a default IP route into an IS-IS domain.
domain-password password	Configures IS-IS domain (level 2) authentication.
ignore-lsp-errors	Configures an IS-IS router to ignore errored LSPs rather than triggering a purge of the LSPs.
ip router isis [tag]	Enables IS-IS routing on an interface.
isis csnp-interval seconds {level-1 level-2}	Specifies the interval in which an IS-IS Designated Router sends CSNPs.
isis hello-interval seconds {level-1 level-2}	Specifies the interval between transmissions of IS-IS Hello PDUs.
isis hello-multiplier multiplier {level-1 level-2}	Specifies the number of IS-SI Hello PDUs a neighbor must miss before declaring its adjacency to the originating router down.
isis metric default-metric {level-1 level-2}	Specifies an interface's IS-IS default metric.
isis password password {level-1 level-2}	Configures authentication between two IS-IS neighbors.
isis priority value {level-1 level-2}	Specifies the priority of an interface to be used for DR election.
isis retransmit-interval seconds	Specifies the time a router will wait for an acknowledgment after sending an LSP on a point-to-point link before retransmitting the LSP.
is-type {level-1 level-1-2 level-2-only}	Configures the router as an L1, L1/L2, or L2 IS-IS router.
net network-entity-title	Configures an IS-IS router's NET.
router isis [tag]	Enables an IS-IS routing process.
set-overload-bit	Manually sets the Overload bit in a router's LSP to one.
show clns is-neighbor [type number][detail]	Displays the IS-IS neighbor table.
show isis database [level-1][level-2][l1][l2][detail][lspid]	Displays an IS-IS link state database.
show isis spf-log	Displays how often and why the router has run a full SPF calculation.
summary-address address-mask {level-1 level-1-2 level-2}	Configures IP address summarization.
which-route {nsap-address clns-name}	Displays the routing table in which the specified CLNS destination is found and displays details of the associated IP addresses and area addresses.