



Enrutamiento Dinámico

Philip Smith
Cisco Systems

Traducido por Carlos Vicente



Funciones de un Enrutador

- Determinar las trayectorias óptimas a través de una red
 - Menor retardo
 - Mayor fiabilidad
- Transportar paquetes a través de la red
 - Examina la dirección de destino del paquete
 - Decide a través de que puerto enviar el siguiente paquete
 - Basa su decisión en la tabla de rutas
- Los enrutadores interconectados intercambian sus tablas de rutas para mantener una visión clara de la red
- En una red grande, los intercambios de tablas pueden consumir mucho ancho de banda
 - Se requiere un protocolo para actualización de rutas



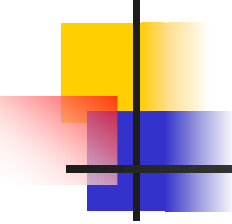
Protocolos de Enrutamiento

- Dos grandes categorías
 - Internos (Interior Gateway Protocols, IGP)
 - Externos (Exterior Gateway Protocols, EGP)
- Interior Gateway Protocols
 - Vector Distancia (Distance Vector)
 - Basa sus decisiones en la distancia (en saltos) hasta el destino
 - Estado del Enlace (Link State)
 - Mantiene una base de datos topológica con una representación de cada enlace y cada enrutador en la red y su estado. Utiliza un algoritmo para calcular el camino óptimo



Enrutamiento estático y dinámico

- Enrutamiento estático es la solución más simple
- Limitaciones
 - Laborioso de configurar
 - No se adapta a la adición de nuevos enlaces o nodos
 - No se adapta a las fallas de los enlaces o los nodos
 - No maneja fácilmente trayectorias diferentes hacia el mismo destino
 - No permite crecimiento
- La solución es usar enrutamiento dinámico



Características deseables en el enrutamiento dinámico

- Detectar automáticamente los cambios y adaptarse a ellos
- Proveer siempre trayectorias óptimas
- Escalabilidad
- Robustez
- Simplicidad
- *Convergencia* Rápida
- Algo de control sobre las alternativas de enrutamiento
 - Ej. Qué enlaces preferimos utilizar



Convergencia: ¿Por qué me importa?

- La *Convergencia* ocurre cuando todos los enrutadores tienen la última información
- Mientras la red no converge, hay averías
 - Los paquetes no van a donde deben ir
 - Agujeros negros (Los paquetes “desaparecen”)
 - Bucles (Los paquetes viajan una y otra vez entre los dos mismos nodos)
 - Ocurre cuando un enlace o un enrutador cambian de estado



Protocolos Interiores (IGPs)

- Cuatro bien conocidos hoy día:
 - RIP
 - EIGRP
 - ISIS
 - OSPF



RIP

- Viene de “Routing Information Protocol”
 - Algunos lo llaman “Rest In Peace” 😊
- Muchos problemas de escalabilidad
- RIPv1 es *classful*, y oficialmente obsoleto
- RIPv2 is *classless*
 - Tiene algunas mejoras sobre RIPv1
 - No es muy usado en el Internet actual
 - Sólo se usa en los extremos del Internet, entre dispositivos de agregación Dialup que sólo hablan RIPv2 y el nivel siguiente de la red.

QuickTime™ and a
TIFF (Uncompressed) decompressor
are needed to see this picture.



¿Por qué no usar RIP?

- RIP es un algoritmo de *Vector Distancia*
 - Escucha las rutas de vecinos
 - Instala todas las rutas en la tabla
 - El menor número de saltos gana
 - Anuncia todas las rutas en la tabla
 - Muy simple y muy tonto
- La única métrica es el número de saltos
- El máximo es 16 saltos (no es suficiente)
- Convergencia lenta (crea bucles)
- Robustez pobre



IGRP/EIGRP

- “Enhanced Interior Gateway Routing Protocol”
- Su predecesor fue IGRP, que era *classful*
 - IGRP desarrollado por Cisco en los 1980s para solucionar los problemas de escalabilidad de RIP
- Es un protocolo cerrado propiedad de Cisco
- Es de tipo *Vector Distancia*
 - Muy buen control de métricas
- Muy utilizado en redes corporativas y en pocos ISPs
 - Multiprotocolo (Trabaja con otros además de IP)
 - Buena escalabilidad y convergencia rápida
 - Permite balanceo de carga asimétrico



IS-IS

- “Intermediate System to Intermediate System”
- Elegido en 1987 por la ANSI como el OSI intradomain routing protocol (CLNP – connectionless network protocol)
 - Basado en trabajos de DEC para DECnet/OSI (DECnet Phase V)
- Extensiones para IP agregadas en 1988
 - NSFnet implementó su IGP basado en un draft de ISIS-IP



IS-IS (cont.)

- Adoptado como estándar ISO en 1989
 - Integrated ISIS supporta IP y CLNP
- Debate sobre los beneficios de ISIS y OSPF
 - Algunos ISPs eligieron ISIS en vez de OSPF debido a su superior implementación en Cisco
- 1994-presente: Instalado por varios ISPs grandes
- Su desarrollo continúa en el IETF en paralelo con OSPF



OSPF

- Open Shortest Path First
 - “Open” significa que es de dominio público
 - Utiliza el algoritmo “Shortest Path First” – también conocido como “Algoritmo Dijkstra”
- Grupo de trabajo del IETF formado en 1988 para diseñar un IGP para IP
- OSPF v1 publicado en 1989 – RFC1131
- OSPF v2 publicado en 1991 – RFC1247
- Desarrollos continuaron en los 90s y aun hoy
 - OSPFv3 incluye extensiones para soportar IPv6



¿Por qué OSPF?

- Protocolo IGP, tipo *Link State*
 - Estándar IETF – RFC2328
 - Muchas implementaciones
 - Fomenta el buen diseño de la red
 - Las *áreas* concuerdan con la disposición de las redes de ISPs comunes
 - Relativamente fácil de aprender
 - Convergencia rápida
 - Permite crecimiento

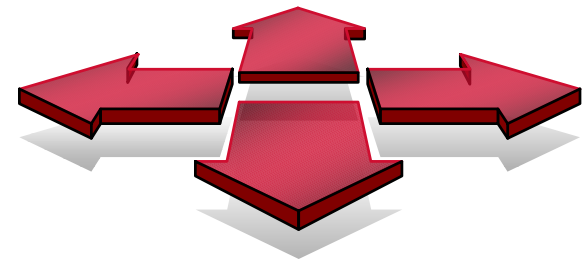


Algoritmo *Link State*

- Cada enrutador tiene una base de datos con un mapa de toda la topología
 - Enlaces
 - Su estado (incluyendo costo)
- Todos los enrutadores tienen la misma información
- Todos los enrutadores calculan la mejor trayectoria a cada destino
- Cualquier cambio origina propagación de mensajes en la red
 - “Propagación global de conocimiento local”

Enrutamiento vs Reenvío

- Enrutamiento = Construir mapas y dar direcciones
- Reenvío = Mover paquetes a través de interfaces basado en las "direcciones"





Enrutamiento IP – Encontrando el camino (Path)

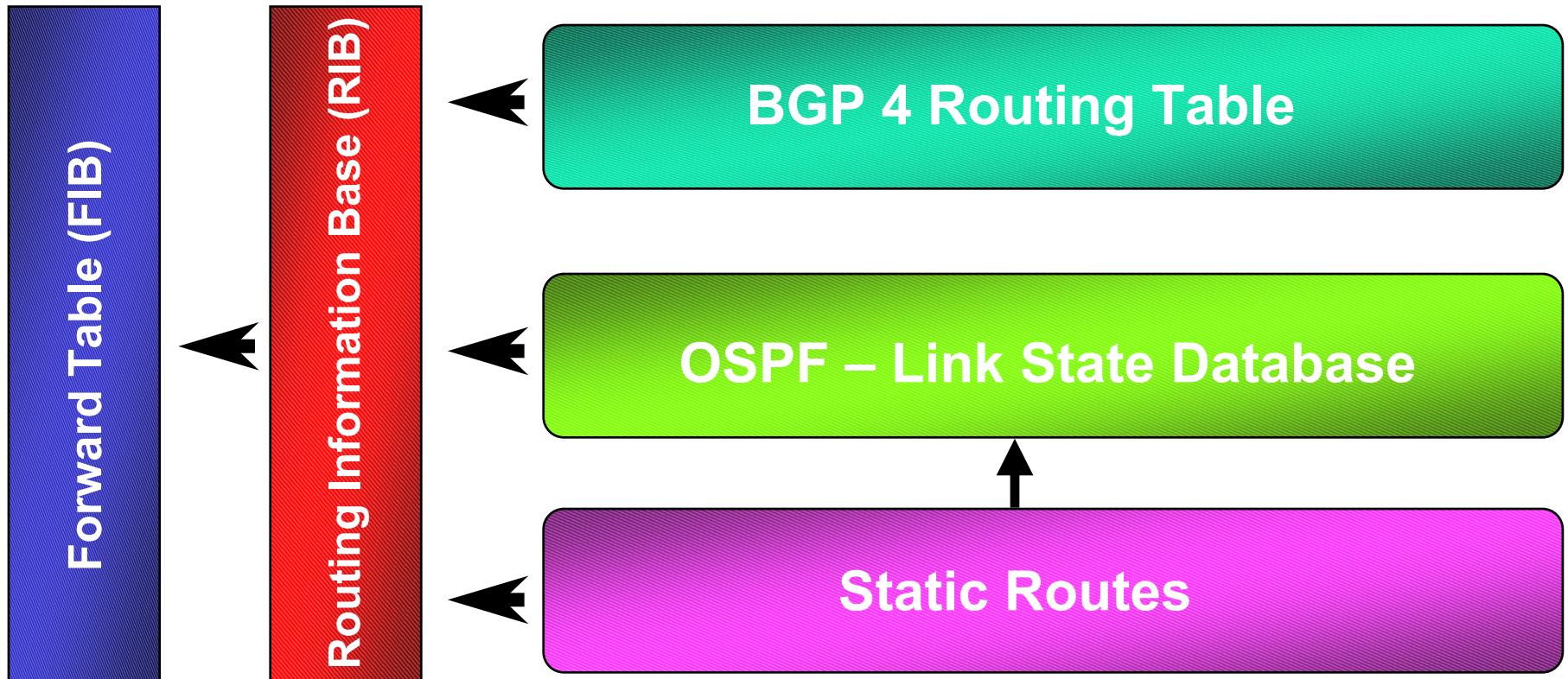
- El camino se deriva de la información recibida a través del protocolo de enrutamiento
- Puede haber varios caminos alternativos
 - El próximo salto mejor se guarda en la tabla de reenvío
- Las decisiones se actualizan periódicamente o cuando cambia la topología
- Las decisiones se basan en:
 - topología, políticas y métricas (número de saltos, filtrado, retardo, ancho de banda, etc.)



Reenvío IP

- El enrutador toma la decisión de en qué interfaz colocar el próximo paquete
- La tabla de reenvío es poblada con la información del proceso de enrutamiento
- Decisiones de reenvío:
 - La dirección destino
 - Clase de Servicio (fair queuing, precedencia, etc)
 - Requerimientos locales (filtrado de paquetes)

Las tablas de rutas alimentan la tabla de reenvío





Resumen

- Ahora sabemos:
 - La diferencia entre rutas estáticas, RIP y OSPF
 - La diferencia entre enrutamiento y reenvío
 - Un ISP (o cualquier red de tamaño considerable) debe utilizar enrutamiento dinámico
 - Utilizar rutas estáticas no permite crecer
 - RIP no permite crecer (y es obsoleto)