

# Características del enrutamiento dinámico en Internet

Dr. Daniel Morató  
Area de Ingeniería Telemática  
Departamento de Automática y Computación  
Universidad Pública de Navarra  
[daniel.morato@unavarra.es](mailto:daniel.morato@unavarra.es)  
Laboratorio de Programación de Redes  
<http://www.tlm.unavarra.es/asignaturas/lpr>

## Contenido

- Funciones del nivel de red
  - Routing
  - Forwarding
- ¿Cómo construye el router su tabla de rutas?
  - El protocolo de enrutamiento
    - Estructura de Internet
    - Arquitectura del enrutamiento en Internet
    - Tipos de enrutamiento:
      - Intradomain
      - Interdomain

# Contenido

- **Funciones del nivel de red**
  - **Routing**
  - **Forwarding**
- **¿Cómo construye el router su tabla de rutas?**
  - El protocolo de enrutamiento
    - Estructura de Internet
    - Arquitectura del enrutamiento en Internet
    - Tipos de enrutamiento:
      - Intradomain
      - Interdomain

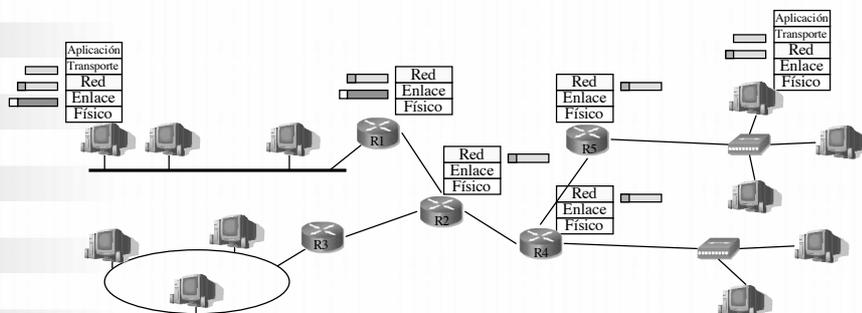
3 Nov

Características del enrutamiento dinámico en Internet

2/20

# Introducción

- ⇒ • La tarea principal del nivel de red es mover los paquetes IP desde el emisor hasta el receptor
- ⇒ • En un extremo encapsula los datos entregados por el nivel superior dentro de un datagrama y los envía al “siguiente salto” (next-hop)
- ⇒ • Los routers “reenvían” (forward) los paquetes que reciben en función de la información que poseen sobre el “mejor” camino para llegar al destino del paquete
- ⇒ • Los routers no poseen niveles por encima del de red (salvo para gestión)



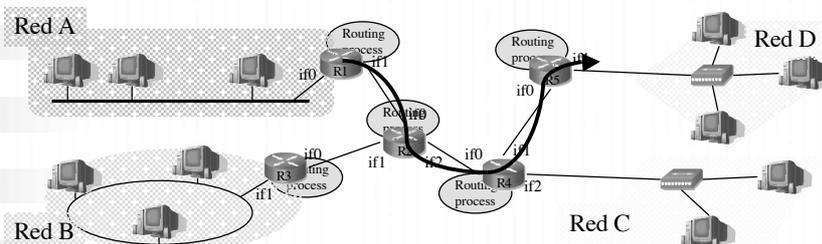
3 Nov

Características del enrutamiento dinámico en Internet

3/20

## Funciones del nivel de Red

- ⇒ • Determinar la “ruta” que deben seguir los paquetes.
  - ⇒ - La “ruta” es un camino (path) y por lo tanto acíclico
  - ⇒ - “Routing” es el proceso de calcular (mediante un “protocolo de enrutamiento”) los caminos que deben seguir los paquetes.
  - ⇒ - Es llevado a cabo normalmente por un proceso que se ejecuta en cada router (cálculo distribuido)
  - ⇒ - El resultado es una “tabla de rutas” (routing table) en cada router



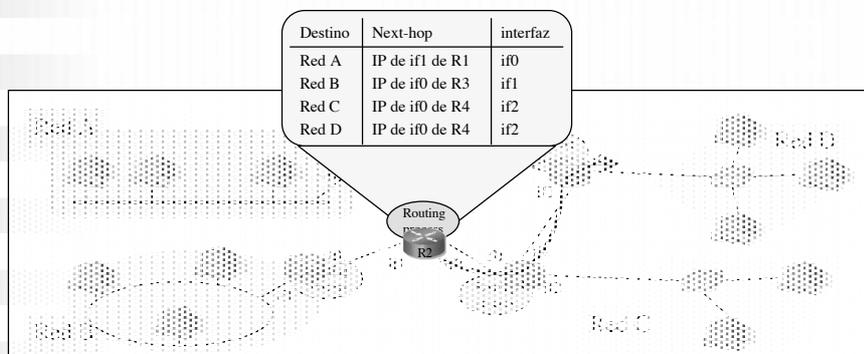
3 Nov

Características del enrutamiento dinámico en Internet

4/20

## Funciones del nivel de Red

- Determinar la “ruta” que deben seguir los paquetes.
  - La “ruta” es un camino (path) y por lo tanto acíclico
  - “Routing” es el proceso de calcular (mediante un “protocolo de enrutamiento”) los caminos que deben seguir los paquetes.
  - Es llevado a cabo normalmente por un proceso que se ejecuta en cada router (cálculo distribuido)
- ⇒ - El resultado es una “tabla de rutas” (routing table) en cada router



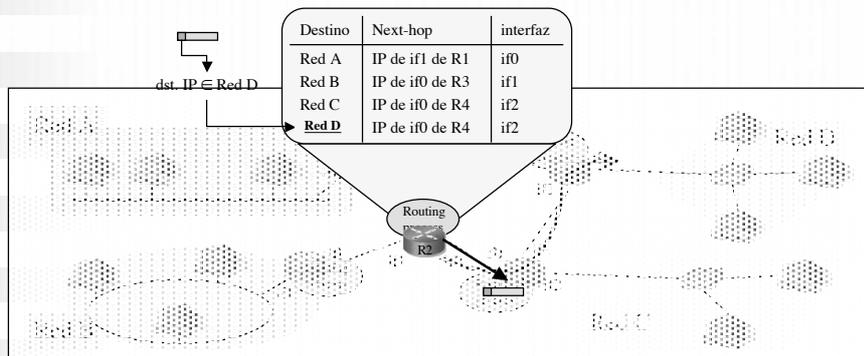
3 Nov

Características del enrutamiento dinámico en Internet

5/20

## Funciones del nivel de Red

- ⇒ • Reenviar los paquetes
  - ⇒ – “Forwarding”: tarea realizada por un router por la cual un paquete que recibe por un interfaz lo “reenvía” por otro interfaz
  - ⇒ – En base a la información contenida en la tabla de rutas del router
  - ⇒ – La tabla de rutas indica cuál es el siguiente router en el camino
  - ⇒ – El router tendrá un enlace directo (están en la misma LAN) con él por alguno de sus interfaces de forma que puede hacerle llegar el paquete mediante el mecanismo del nivel de enlace

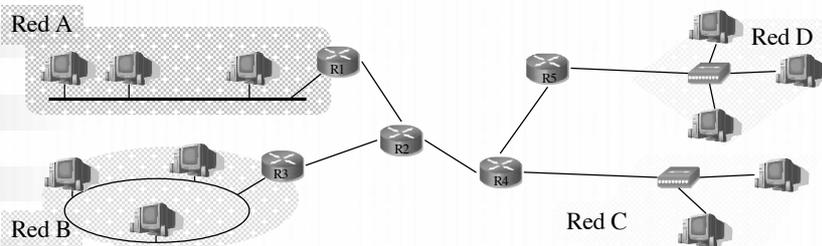


## Contenido

- Funciones del nivel de red
  - Routing
  - Forwarding
- **¿Cómo construye el router su tabla de rutas?**
  - **El protocolo de enrutamiento**
    - **Estructura de Internet**
    - Arquitectura del enrutamiento en Internet
    - Tipos de enrutamiento:
      - Intradomain
      - Interdomain

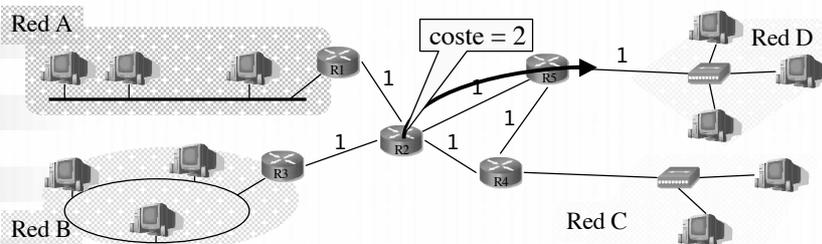
## ¿Cómo construye el router su tabla de rutas?

- ⇒ a) Es configurada manualmente por un administrador
- o
- ⇒ b) Dinámicamente mediante un “procolo de enrutamiento”
  - ⇒ - Ventajas:
    - Escalabilidad
    - Adaptabilidad
  - ⇒ - Desventajas:
    - Complejidad



## El protocolo de enrutamiento

- ⇒ • Implementa un “algoritmo de enrutamiento”
- ⇒ • ¿Cómo funciona un algoritmo de enrutamiento?
  - ⇒ - Normalmente los enlaces tienen un “coste” asociado
  - ⇒ - Este puede ser proporcional al retardo, inversamente proporcional al ancho de banda... aunque típicamente es unitario
  - ⇒ - El algoritmo busca calcular un “buen” camino = el de coste mínimo (generalmente la suma de los costes de los enlaces del camino)



# Enrutamiento en Internet

- ⇒ • Está influenciado fuertemente por la estructura de Internet

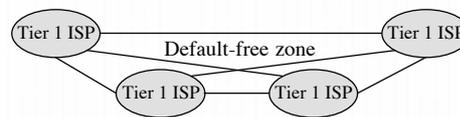
3 Nov

Características del enrutamiento dinámico en Internet

10/20

# Estructura de Internet

- ⇒ • Está influenciado fuertemente por la estructura de Internet
- ⇒ • Hay una jerarquía de ISPs (Internet Service Providers)
  - ⇒ – Tier-1 ISPs o Internet backbone networks
    - ⇒ • Grandes proveedores internacionales (AT&T, BBN, BT, Cable&Wireless, Sprint, UUNET...)
    - ⇒ • Conexión completamente mallada
    - ⇒ • No emplean “ruta por defecto”, tienen rutas a todas las redes (Junio04: 140.396 rutas)



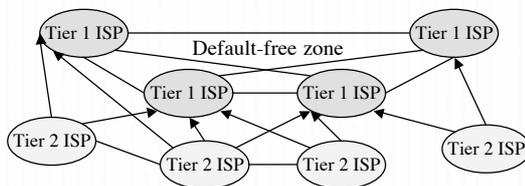
3 Nov

Características del enrutamiento dinámico en Internet

11/20

# Estructura de Internet

- Está influenciado fuertemente por la estructura de Internet
  - Hay una jerarquía de ISPs (Internet Service Providers)
- ⇒ - Tier-2 ISPs
- ⇒ • Regionales o nacionales
  - ⇒ • Se conectan (*peering agreement*) a unos pocos tier-1 ISPs (ellos son los *clientes* y el tier-1 el *proveedor de tránsito*)
  - ⇒ • Se pueden conectar a otros tier-2



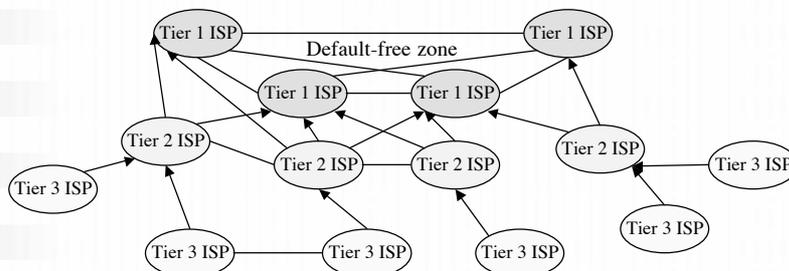
3 Nov

Características del enrutamiento dinámico en Internet

12/20

# Estructura de Internet

- Está influenciado fuertemente por la estructura de Internet
  - Hay una jerarquía de ISPs (Internet Service Providers)
- ⇒ - Tier-3 ISPs
- ⇒ • ISPs locales de acceso
  - ⇒ • Se conectan a uno o más tier-2 y entre ellos



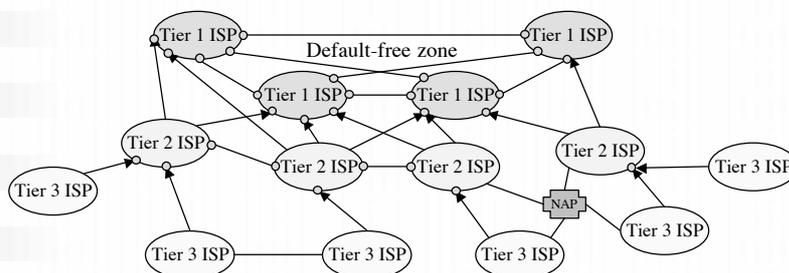
3 Nov

Características del enrutamiento dinámico en Internet

13/20

## Estructura de Internet

- ⇒ • Los puntos de la red de un ISP donde se conecta a otros IPS se llaman Puntos de Presencia (POPs) (donde está el equipamiento)
- ⇒ • También se pueden conectar en NAPs (Network Access Points) o IXP (Internet eXchange Point)
  - Son redes de alta velocidad en sí mismas
  - Pretenden ahorrar €€
  - Reducir retardo
  - *Mantener local el tráfico local*
  - Ejemplos: Espanix ([www.espanix.net](http://www.espanix.net)), Linx ([www.linx.net](http://www.linx.net))



3 Nov

Características del enrutamiento dinámico en Internet

14/20

## Contenido

- Funciones del nivel de red
  - Routing
  - Forwarding
- ¿Cómo construye el router su tabla de rutas?
  - El protocolo de enrutamiento
    - Estructura de Internet
    - **Arquitectura del enrutamiento en Internet**
    - **Tipos de enrutamiento:**
      - Intradomain
      - Interdomain

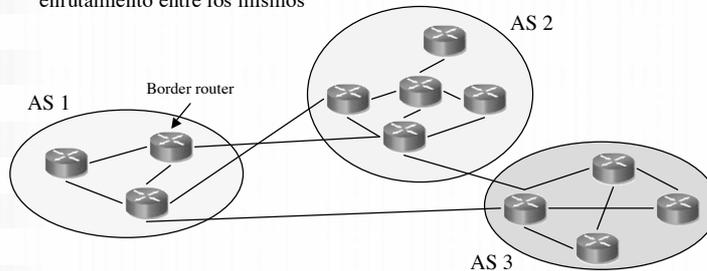
3 Nov

Características del enrutamiento dinámico en Internet

15/20

## Arquitectura del enrutamiento en Internet

- ⇒ • Vista la organización jerárquica, ¿cómo hacen los routers de todos los ISPs para aprender las rutas a todos los destinos?... Mediante protocolos de enrutamiento
- ⇒ • No existe un protocolo de enrutamiento único entre todos los routers en Internet
- ⇒ • Internet está organizada en Sistemas Autónomos o ASs (Autonomous Systems)
- ⇒ • Cada AS está bajo el control de un solo administrador y con la misma “política”
- ⇒ • Cada AS tiene asignado un identificador único de 16 bits o ASN (1-64511) (Cada ISP tiene normalmente un solo AS, aunque haya casos de más de uno)
- ⇒ • Enlaces conectan routers de los diferentes ASs
- ⇒ • Los routers que tienen enlaces con routers en otro(s) AS(s) se llaman Routers Frontera, Border Routers o Gateway Routers
- ⇒ • El enrutamiento es *jerárquico*. Se separa el enrutamiento dentro de los dominios del enrutamiento entre los mismos



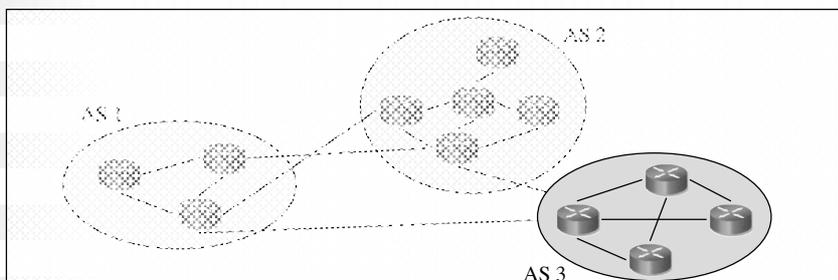
3 Nov

Características del enrutamiento dinámico en Internet

16/20

## Tipos de enrutamiento

- ⇒ • Intradomain
  - ⇒ - Dentro de un dominio (AS)
  - ⇒ - Un protocolo de enrutamiento para calcular rutas dentro de un dominio se llama IGP (Interior Gateway Protocol)
  - ⇒ - Características:
    - Simples
    - Calculan caminos eficientes respecto a una métrica
    - Recalculan rápidamente ante cambios
    - No escalan bien para redes grandes
  - ⇒ - Ejemplos: RIP (Routing Information Protocol), OSPF (Open Shortest Path First), IGRP (Interior Gateway Routing Protocol), EIGRP (Enhanced IGRP)



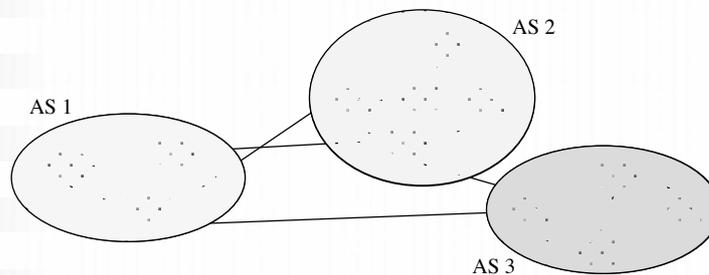
3 Nov

Características del enrutamiento dinámico en Internet

17/20

## Tipos de enrutamiento

- ⇒ • Interdomain
  - ⇒ - Entre dominios. Desacoplado del enrutamiento dentro de los mismos
  - ⇒ - Un protocolo de enrutamiento para calcular rutas entre dominios se llama EGP (Exterior Gateway Protocol)
  - ⇒ - Características:
    - Mejor escalabilidad
    - Habilidad para agregar rutas
    - Habilidad para expresar políticas
    - Mayor carga en el router
  - ⇒ - Ejemplos: EGP, BGP (Border Gateway Protocol)



3 Nov

Características del enrutamiento dinámico en Internet

18/20

## Resumen

- Los routers (conmutadores de paquetes) reenvían paquetes IP en función de sus tablas de rutas
- Aprenden estas tablas por medio de protocolos de enrutamiento
- La estructura de Internet es jerárquica (Tiers)
- Esto lleva a un enrutamiento jerárquico dividido en:
  - Intradomain
  - Interdomain
  - Diferente problemática para ambos

3 Nov

Características del enrutamiento dinámico en Internet

19/20

# A continuación

*Tipos de protocolos de enrutamiento*