

# Capítulo 6: Redes inalámbricas y móviles Parte II

*Computer Networking: A Top Down  
Approach Featuring the Internet*  
Jim Kurose, Keith Ross

# Capítulo 6: Contenidos

## 6.1 Introducción

### Wireless

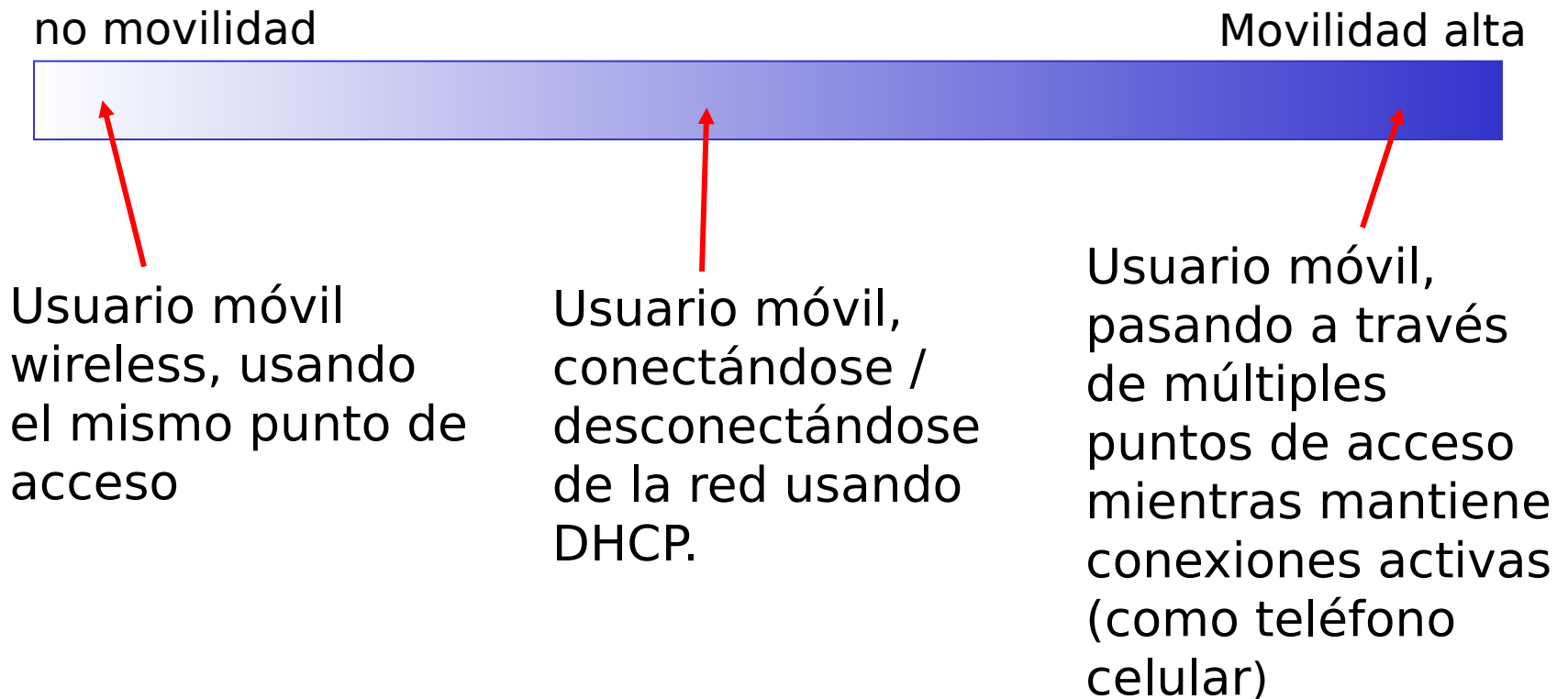
- ❑ 6.2 Enlaces Wireless, características
  - CDMA
- ❑ 6.3 IEEE 802.11 wireless LANs (“wi-fi”)
- ❑ 6.4 Acceso a Internet vía celular
  - arquitectura
  - estándares (e.g., 3G, LTE)

## Movilidad

- ❑ 6.5 Principios: direccionamiento y ruteo de usuarios móviles
- ❑ 6.6 IP móvil
- ❑ 6.7 Manejo de movilidad en redes celulares
- ❑ 6.8 Movilidad y protocolos de capas superiores
- 6.9 Resumen

# ¿Qué es movilidad?

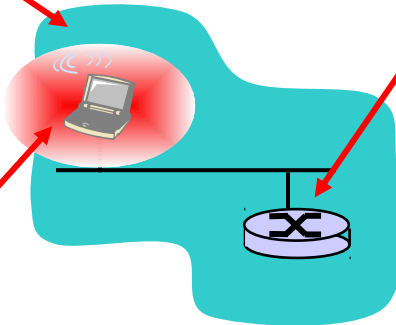
- Espectro de movilidad, desde la perspectiva de la *red* :



# Movilidad: Vocabulario

**home network:** “hogar” permanente del móvil (e.g., 128.119.40/24)

**home agent:** entidad/agente que hará funciones de movilidad en nombre del móvil, cuando el móvil esté remoto



wide area network

**Permanent address:** dir. En red “hogar” (home), siempre puede ser usada para ubicar al móvil e.g., 128.119.40.186

corresponsal

# Movilidad: más vocabulario

**Permanent address:**  
permanece constante (e.g.,  
128.119.40.186)

**visited network:** red en la  
que reside  
transitoriamente el móvil  
(e.g., 79.129.13/24)

**Care-of-address:**  
dirección en red  
visitada.  
(e.g., 79.129.13.2)

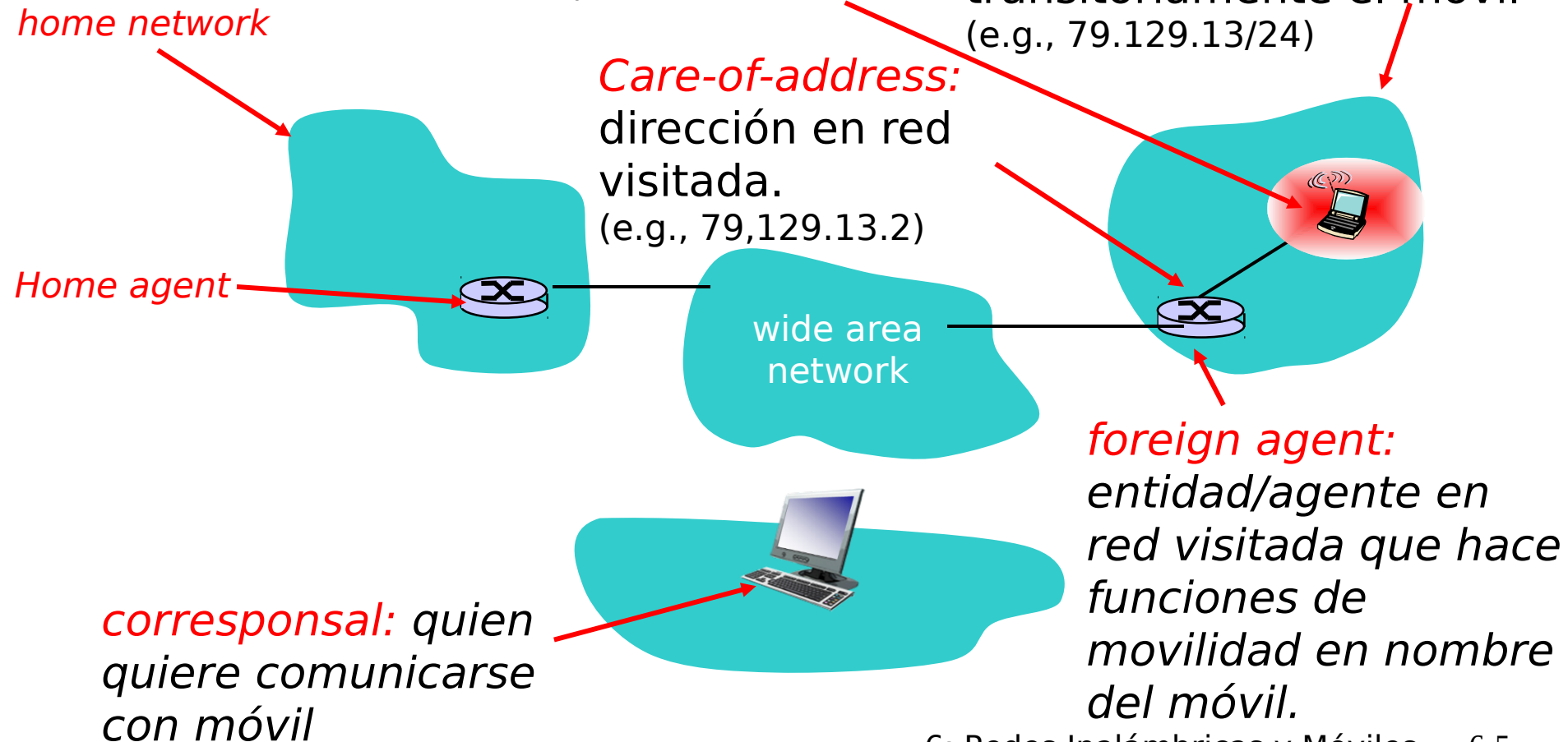
**foreign agent:**  
entidad/agente en  
red visitada que hace  
funciones de  
movilidad en nombre  
del móvil.

**corresponsal:** quien  
quiere comunicarse  
con móvil

**home network**

**Home agent**

wide area  
network



# ¿Cómo contactamos a un amigo móvil? :

Consideremos que amiga cambia de dirección frecuentemente, ¿cómo la encontramos?

- ❑ ¿Buscar todas las guías telefónicas?
- ❑ ¿Llamar a sus padres?
- ❑ ¿Esperar que ella nos diga dónde está?



# Movilidad: estrategias

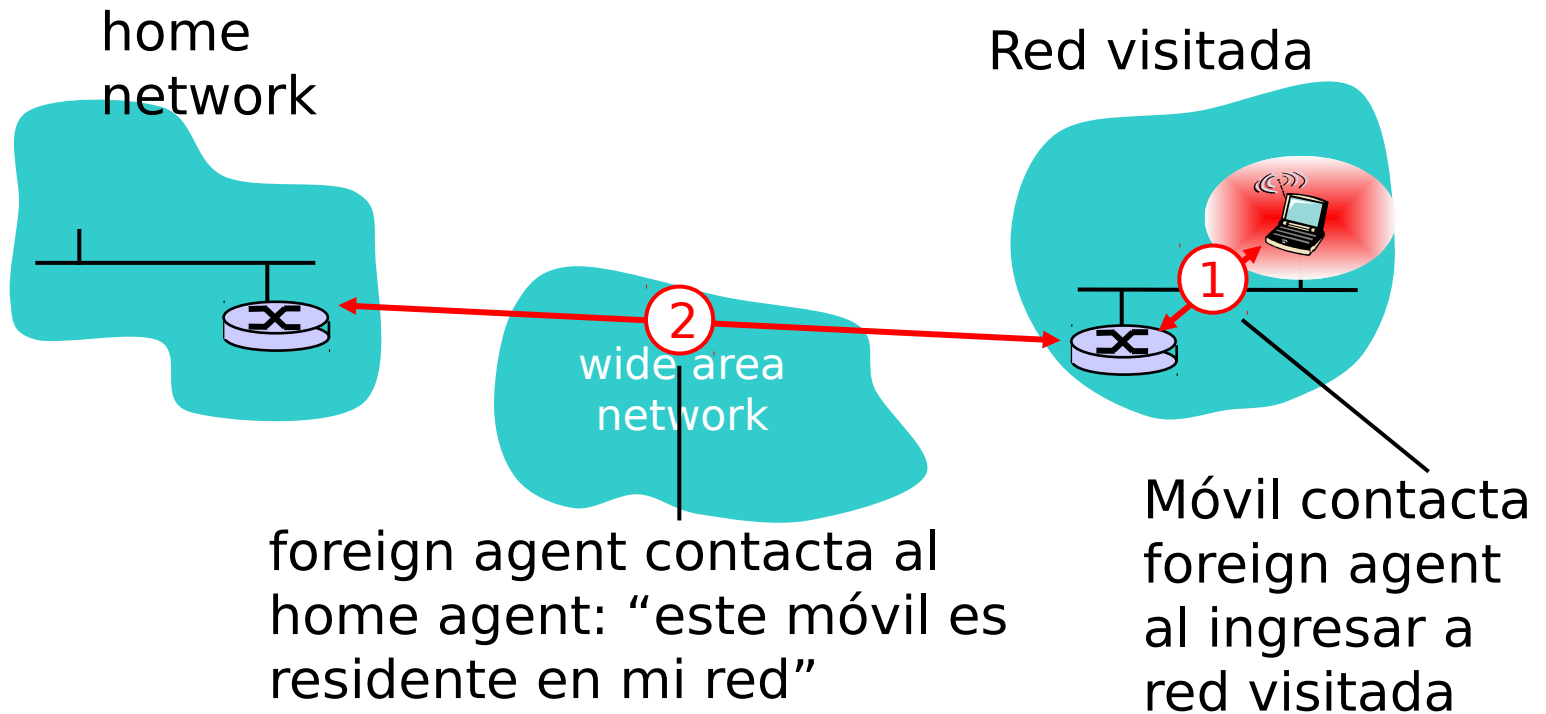
- *Que el ruteo maneje esto:* routers avisan direcciones permanentes de nodos móviles vía intercambio usual de tablas de ruteo.
  - Tablas de ruteo indican dónde está cada móvil
  - No hay cambios a los sistemas extremos
- *Permitir que los sistemas extremos manejen esto:*
  - *Ruteo indirecto:* comunicación desde correspondiente a móvil va a través de home agent, luego es re-enviada al móvil remoto
  - *Ruteo directo:* correspondiente recibe Care-of-address (dirección de paso) del móvil, envía datos directamente al móvil

# Movilidad: estrategias

- *Que el ruteo maneje esto:* routers avisar direcciones permanentes de nodos móviles vía intercambio usuario de ruteo.
  - Tablas de ruteo a millones de dónde está cada móvil
  - No hay cambios móviles sistemas extremos
- *Permitir que los sistemas extremos manejen esto:*  
*Hay dos opciones:*
  - *Ruteo indirecto:* comunicación desde correspondencia a móvil va a través de home agent, luego es re-enviada al móvil remoto
  - *Ruteo directo:* correspondencia recibe Care-of-address (dirección de paso) del móvil, envía datos directamente al móvil



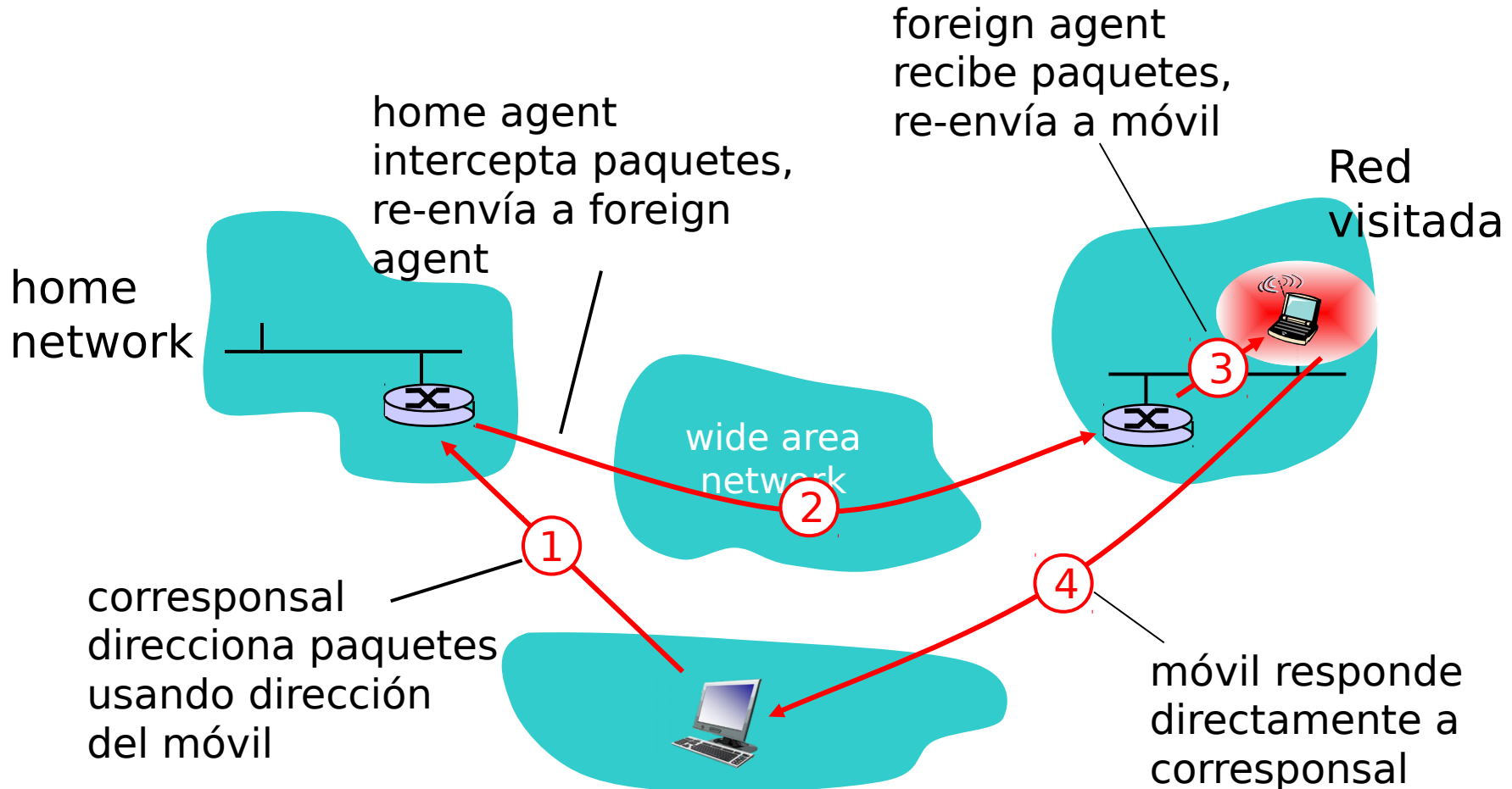
# Movilidad: registro



Resultado final:

- ❑ Foreign agent sabe sobre el móvil
- ❑ Home agent sabe localización del móvil

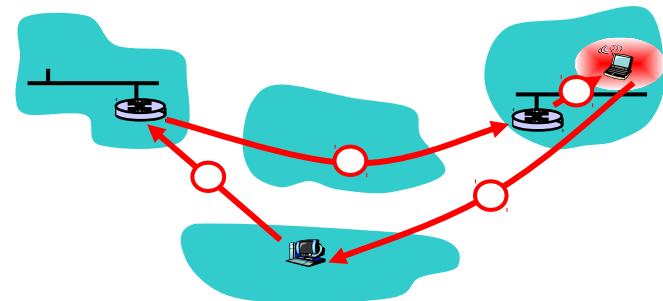
# Movilidad vía Ruteo Indirecto



Es transparente para el llamador.

# Ruteo Indirecto: comentarios

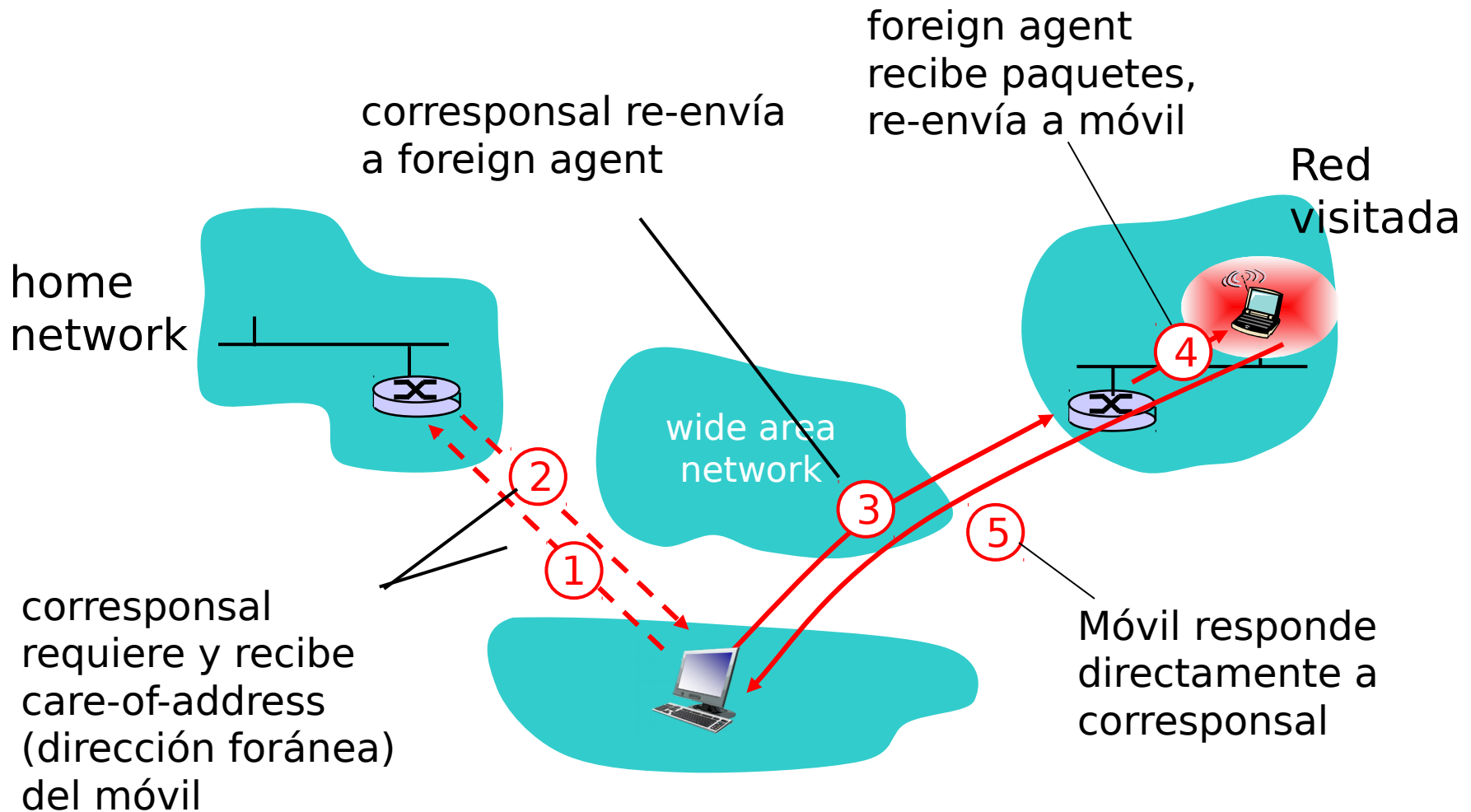
- ❑ Móvil usa dos direcciones:
  - Dirección permanente: usada por corresponsal (dado que localización del móvil es *transparente* para corresponsal)
  - care-of-address: usada por home agent para re-enviar datagramas al foreign agent.
- ❑ Funciones del foreign agent pueden ser hechas por el mismo móvil ¿cuáles son algunas consideraciones? (debe ser “visible” en Internet)
- ❑ Ruteo triangular: corresponsal-home-red-móvil
  - Ineficiente cuando corresponsal y móvil están en misma red



# Ruteo Indirecto: movimiento entre redes

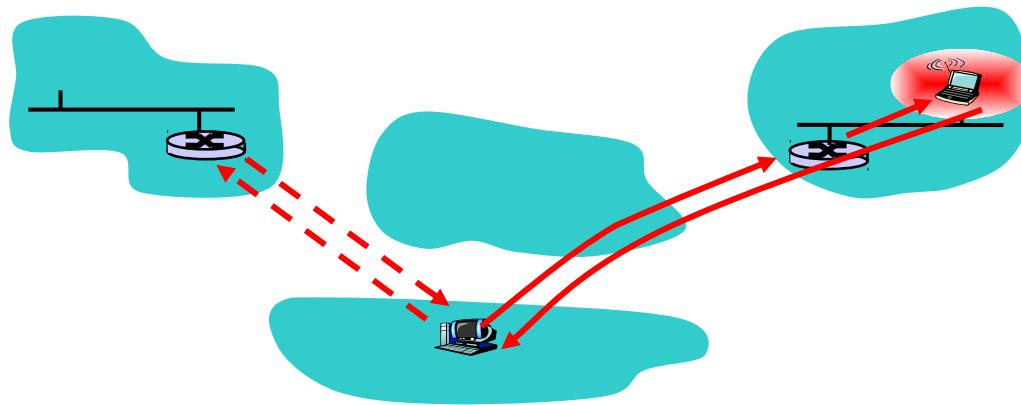
- Supongamos usuario móvil se mueve a otra red
  - Se registra con nuevo foreign agent
  - foreign agent nuevo se registra con home agent
  - home agent actualiza care-of-address del móvil
  - Paquetes continúan su re-envío a móvil (pero con care-of-address nueva)
- movilidad, cambio transparente de redes:  
*conexiones en progreso pueden ser mantenidas!*

# Movilidad vía Ruteo Directo



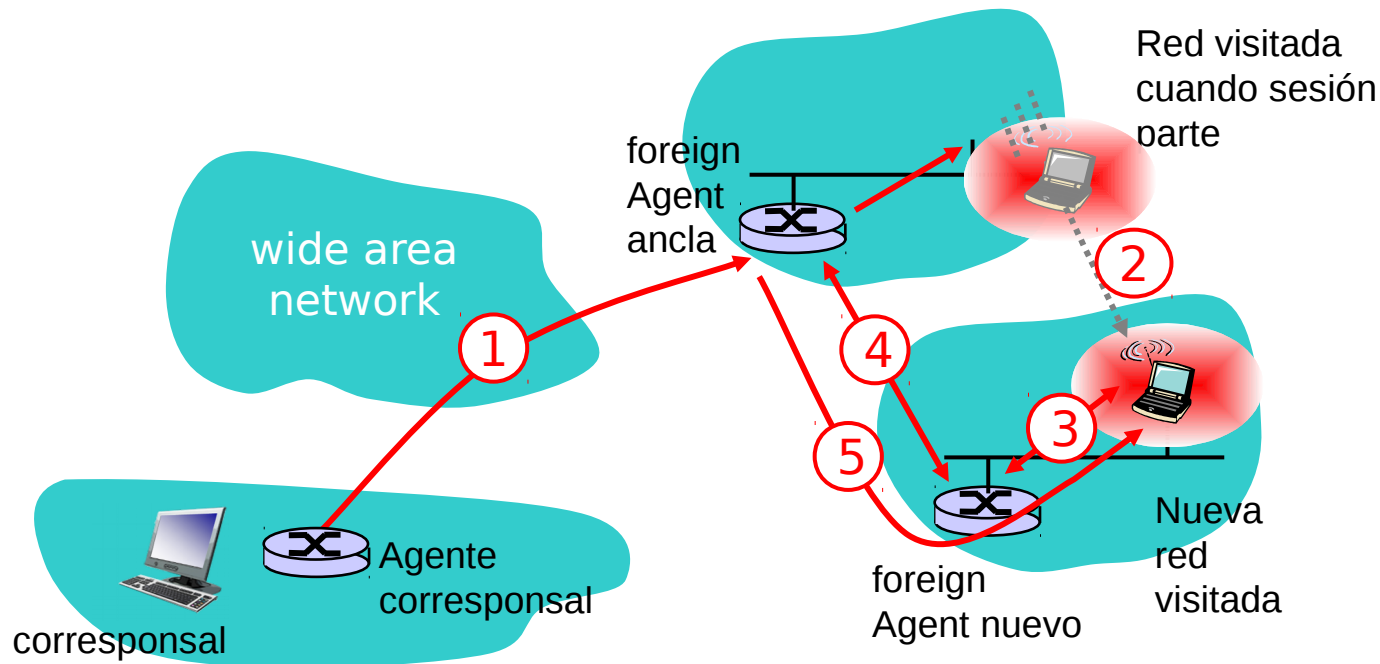
# Movilidad vía Ruteo Directo: comentarios

- ❑ Supera el problema de ruteo triangular
- ❑ **No transparente para correspondal:** correspondal debe obtener care-of-address desde home agent
  - Qué pasa si móvil cambia la red visitada?



# Acomodos en movilidad con ruteo directo

- ❑ anclar foreign agent: FA en la primera red visitada
- ❑ Datos siempre ruteados a primer FA ancla
- ❑ Cuando móvil se mueve: FA nuevo se las arregla para tener datos re-enviados desde FA previo (cadena)



# Capítulo 6: Contenidos

## 6.1 Introducción

### Wireless

- ❑ 6.2 Enlaces Wireless, características
  - CDMA
- ❑ 6.3 IEEE 802.11 wireless LANs (“wi-fi”)
- ❑ 6.4 Acceso a Internet vía celular
  - arquitectura
  - estándares (e.g., GSM)

### Movilidad

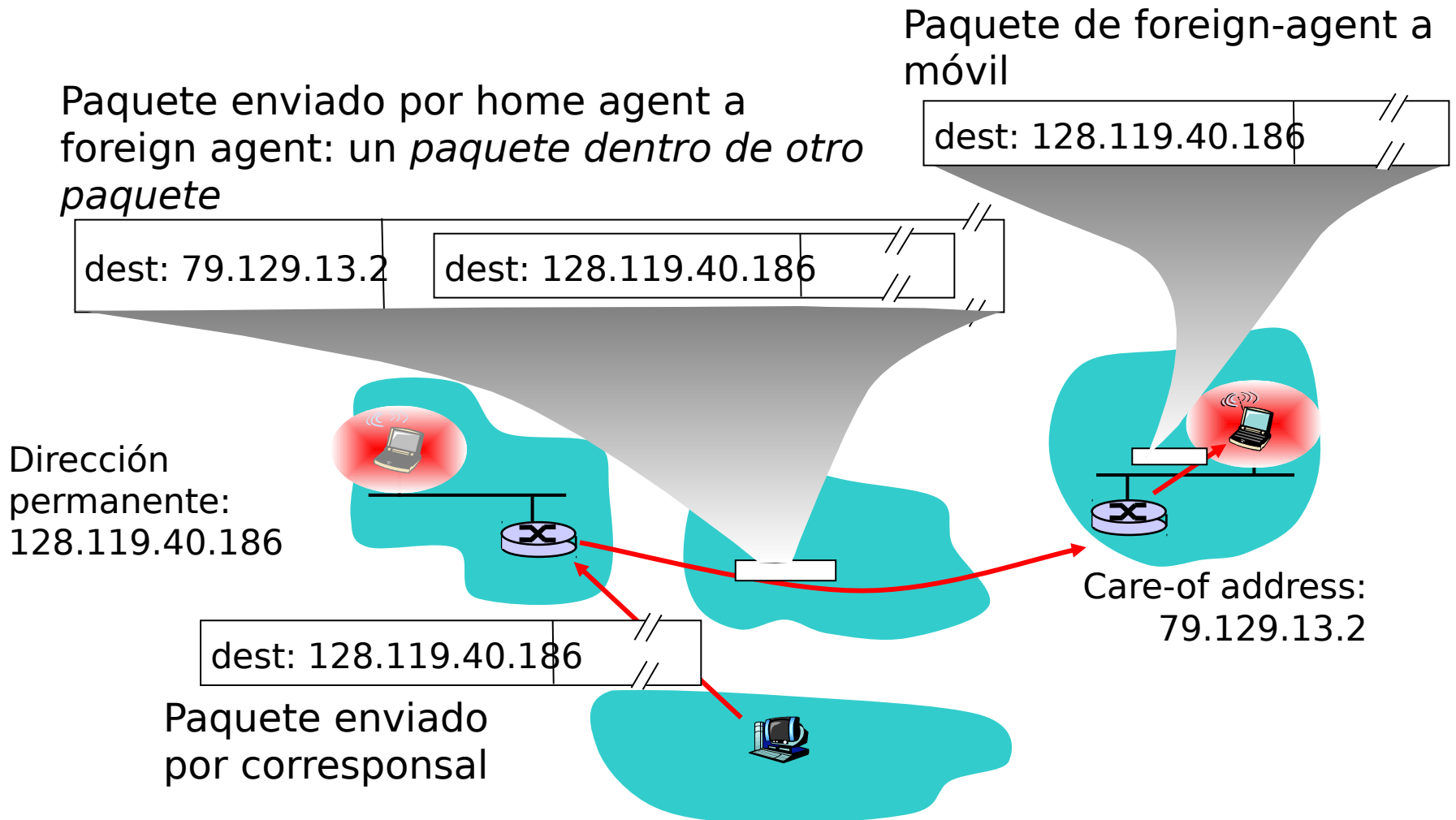
- ❑ 6.5 Principios: direccionamiento y ruteo de usuarios móviles
- ❑ 6.6 IP móvil
- ❑ 6.7 Manejo de movilidad en redes celulares
- ❑ 6.8 Movilidad y protocolos de capas superiores
- ❑ 6.9 Resumen



# IP Móvil

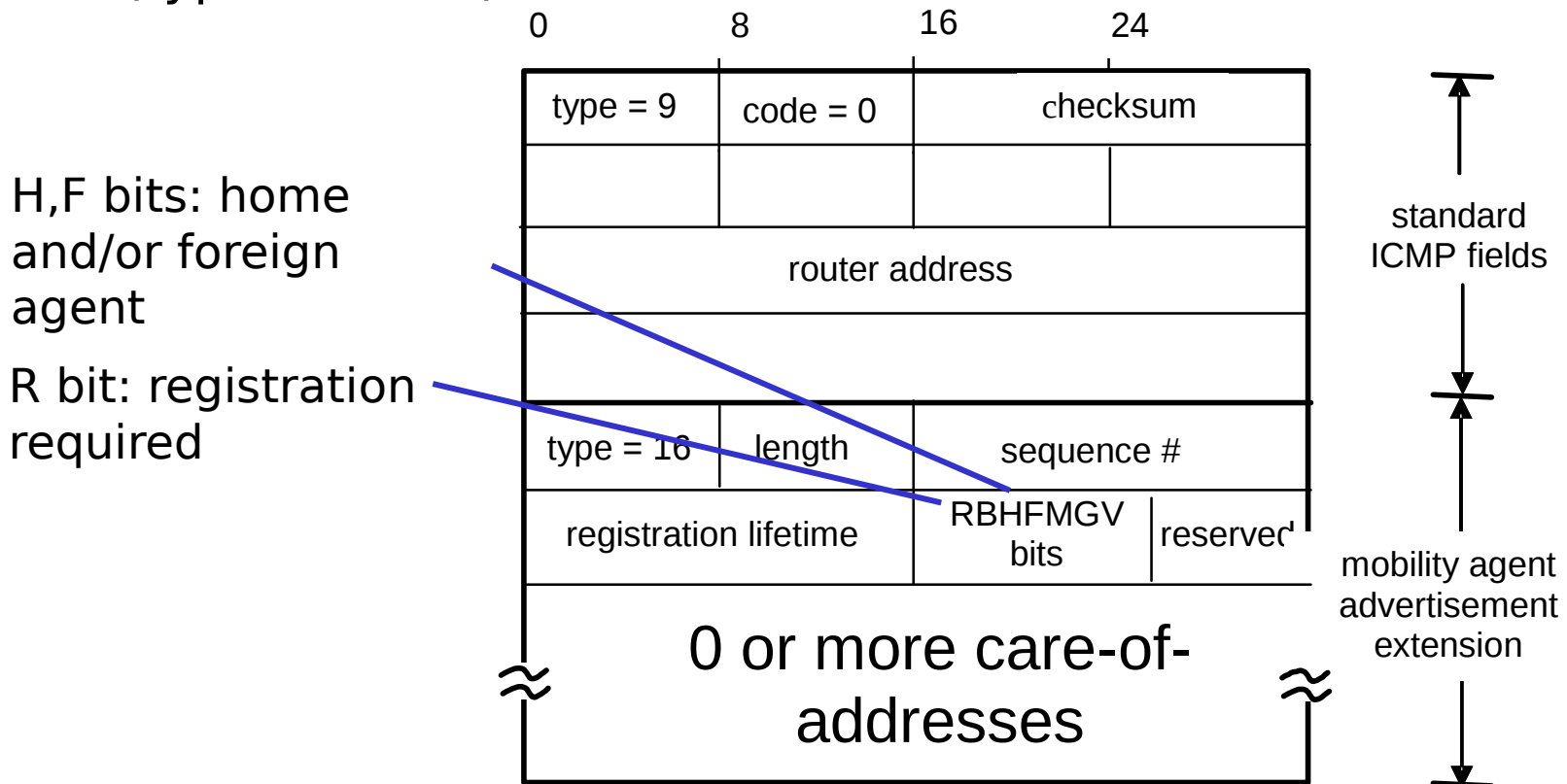
- ❑ RFC 3220
- ❑ Tiene varias características ya vistas:
  - home agents, foreign agents, registro del foreign-agent, care-of-addresses, encapsulación (paquete dentro de un paquete)
- ❑ Tres componentes a estandarizar:
  - Ruteo indirecto de datagramas
  - Descubrimiento de agentes (agents)
  - Registro con el home agent

# IP Móvil: ruteo indirecto

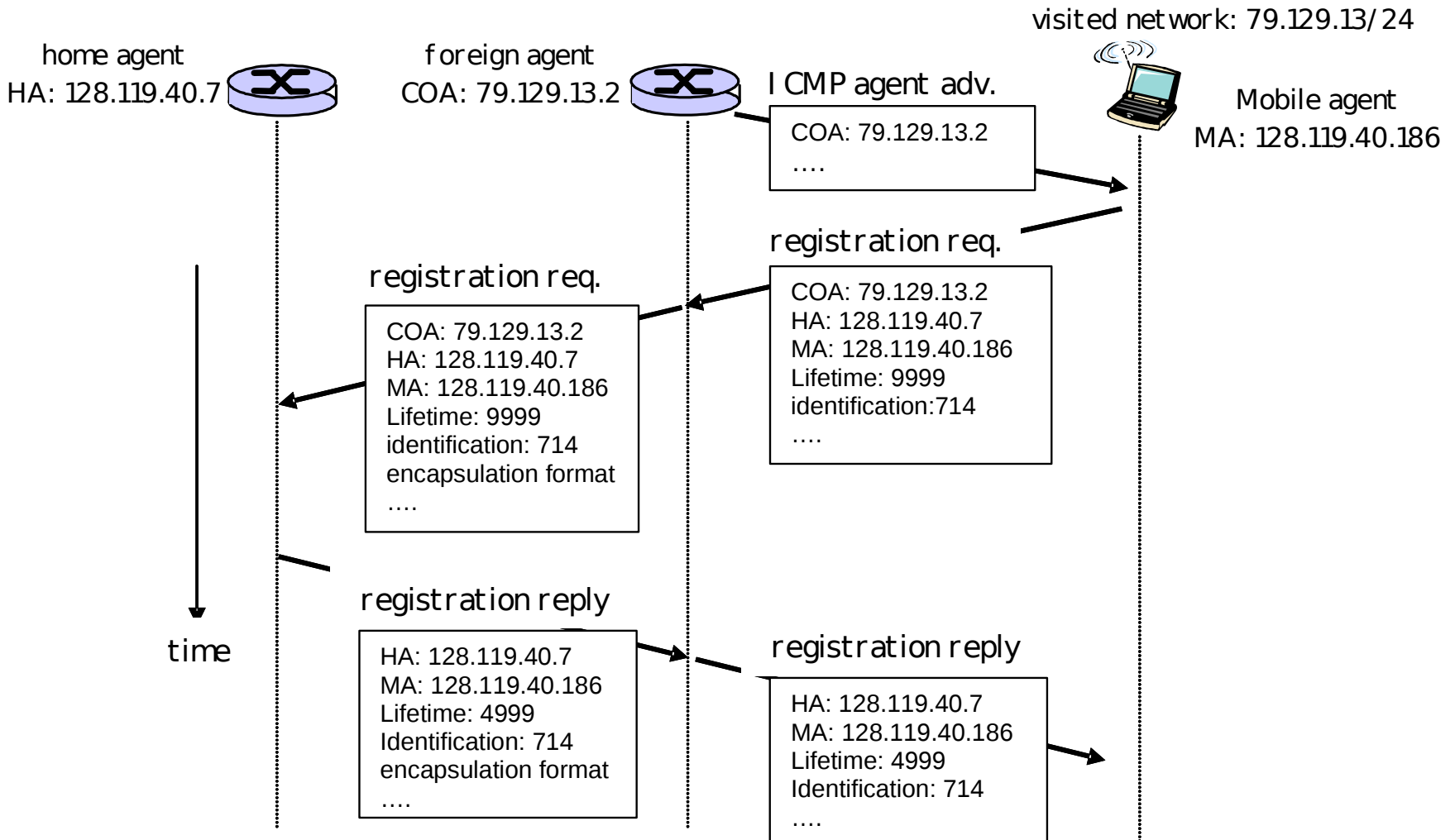


# IP Móvil: descubrimiento de agente

- **Difusión de agente:** agentes foreign/home avisan su servicio difundiendo mensajes ICMP (typefield = 9)



# IP Móvil: Ejemplo de registro



¿Hay alguna diferencia entre los datagramas IP enviados por el computador móvil desde su red hogar a un computador llamador y aquellos enviados por el móvil cuando está en una red visitada? Explique.

- ❑ No hay diferencia. En ruteo indirecto los datagramas recibidos por el computador llamador son iguales no importando si el móvil está en su red hogar o visitada. El llamador no distingue si el computador móvil está en su red hogar o visitada.
- ❑ En ruteo directo el computador llamador debe dirigir los datagramas hacia el agente foráneo, pero las respuestas del móvil siguen sin cambio respecto de las respuestas desde su red hogar.

# Capítulo 6: Contenidos

## 6.1 Introducción

### Wireless

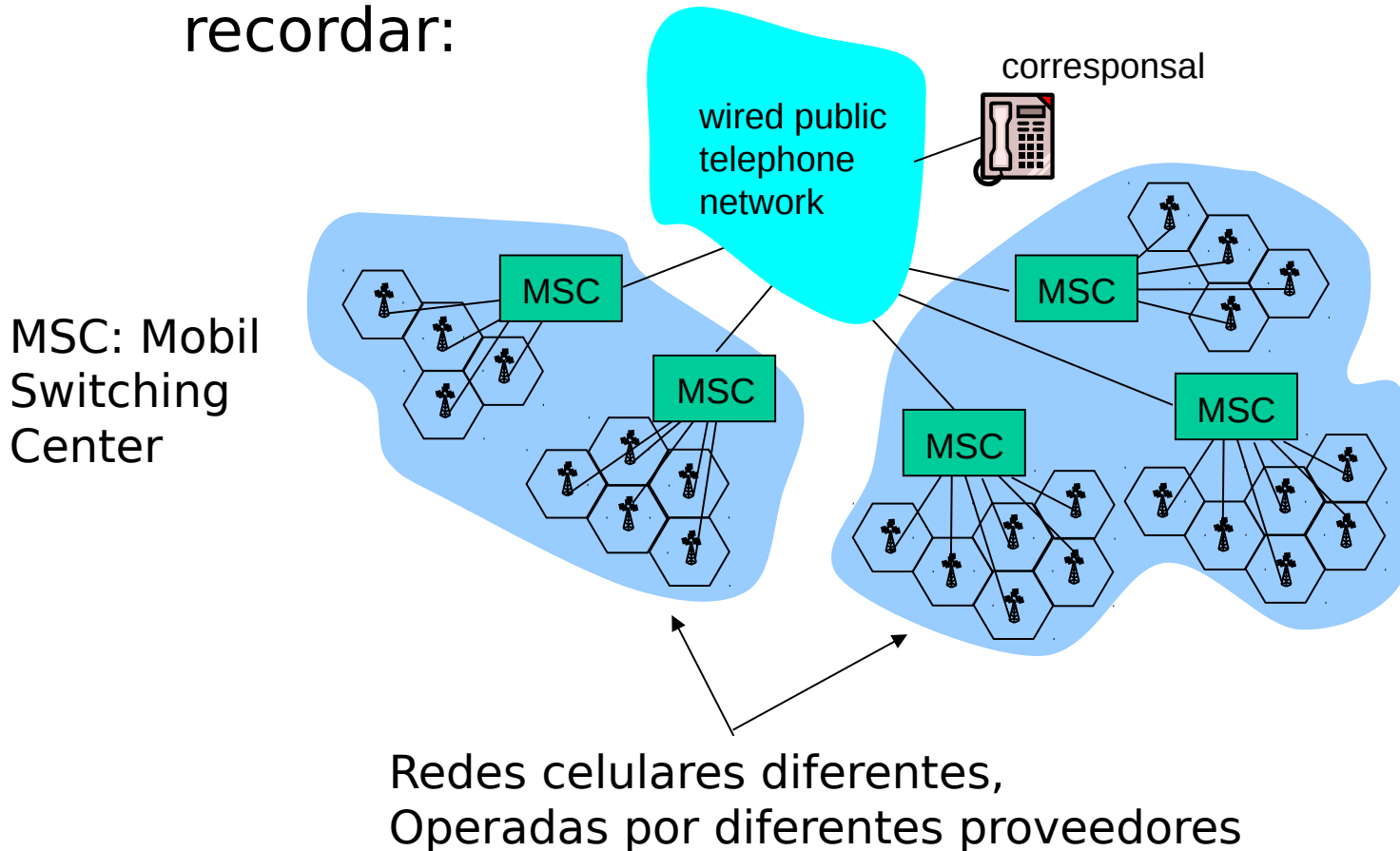
- ❑ 6.2 Enlaces Wireless, características
  - CDMA
- ❑ 6.3 IEEE 802.11 wireless LANs (“wi-fi”)
- ❑ 6.4 Acceso a Internet vía celular
  - arquitectura
  - estándares (e.g., GSM)

### Movilidad

- ❑ 6.5 Principios: direccionamiento y ruteo de usuarios móviles
- ❑ 6.6 IP móvil
- ❑ 6.7 Manejo de movilidad en redes celulares
- ❑ 6.8 Movilidad y protocolos de capas superiores
- ❑ 6.9 Resumen

# Componentes de arquitectura de redes celulares

recordar:

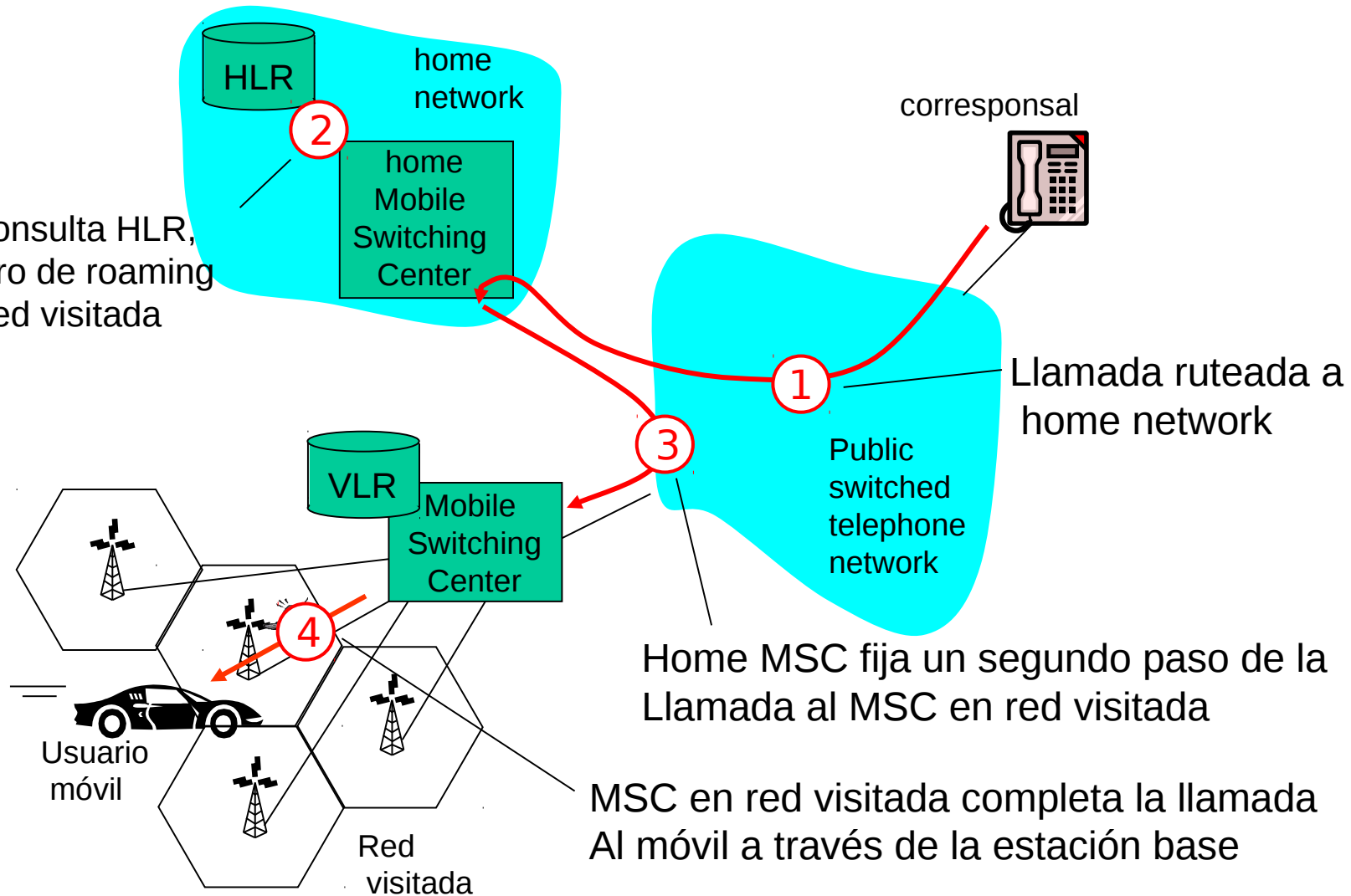


# Manejo de movilidad en redes celulares

- *home network*: red del proveedor de servicio que subscribimos (e.g., Entel, telefónica, claro)
  - *home location register (HLR)*: base de datos en home network contiene # celular permanente, información del perfil (servicios, preferencias, pagos), información sobre ubicación actual (móvil puede estar en otra red)
- *visited network*: red en la cual el móvil reside actualmente
  - *visitor location register (VLR)*: base de datos con entradas por cada usuario actualmente en la red
  - Podría ser home network para ese proveedor.



# GSM: ruteo indirecto al móvil



Home MSC consulta HLR, obtiene número de roaming del móvil en red visitada

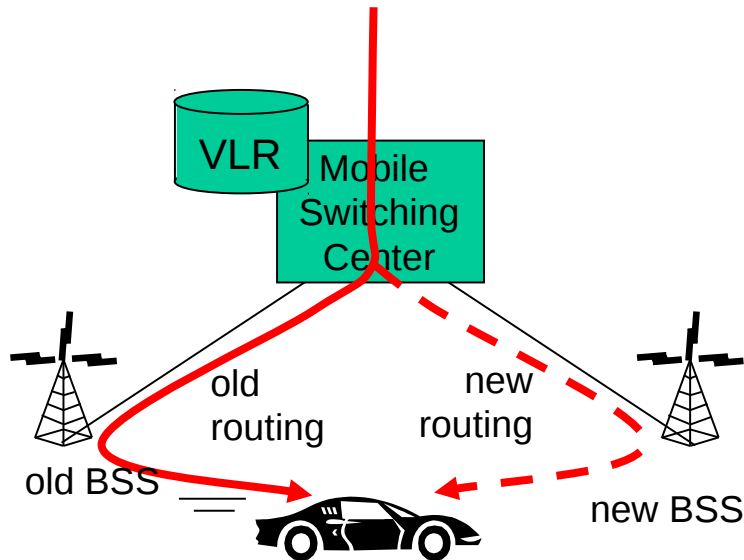
corresponsal

Llamada ruteada a home network

Home MSC fija un segundo paso de la Llamada al MSC en red visitada

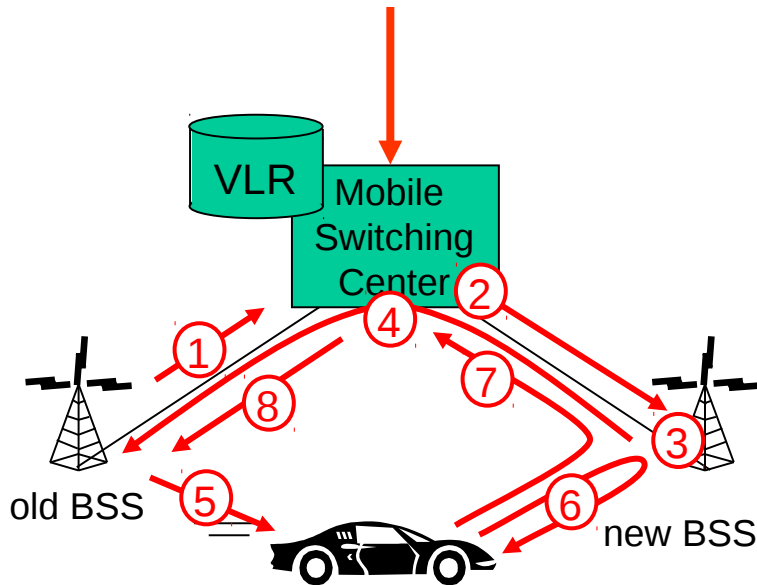
MSC en red visitada completa la llamada Al móvil a través de la estación base

# GSM: handoff con MSC común



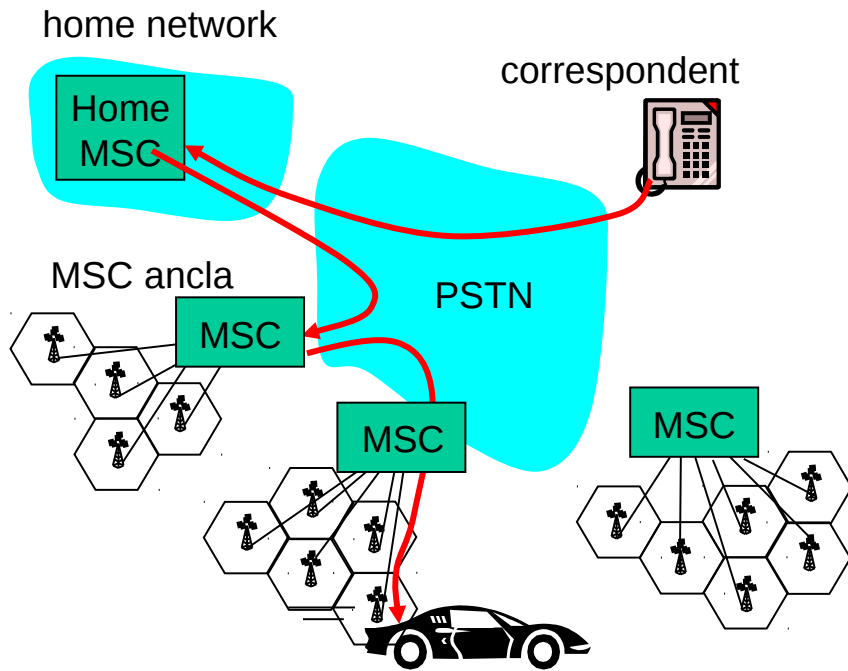
- ❑ Objetivo del handoff: rutear llamada vía nueva estación base (sin interrupción)
- ❑ Razones para handoff:
  - Señal más fuerte a/desde BSS (basic service set o celda) nueva (conectividad continua, menor consumo baterías)
  - Balance de carga: liberar canal en BSS actual
  - GSM no indica por qué hacer handoff (política), sólo el cómo (mecanismo)
- ❑ handoff es iniciado por BSS antiguo

# GSM: handoff con MSC común



1. BSS antiguo informa MSC del handoff inminente, proveyendo lista de 1+ BSSs nuevas
2. MSC reserva rutas (reserva recursos) en nuevo BSS
3. BSS nueva reserva canal de radio para el móvil
4. BSS nueva señala a su MSC y BSS antigua: estamos listo
5. BSS antigua pide al móvil: realizar handoff a nueva BSS
6. Móvil y nueva BSS intercambian mensajes para activar canal nuevo
7. Móvil señala vía nuevo BSS a MSC: handoff completado. MSC re-rutea la llamada
8. MSC pide a antigua BSS liberar recursos

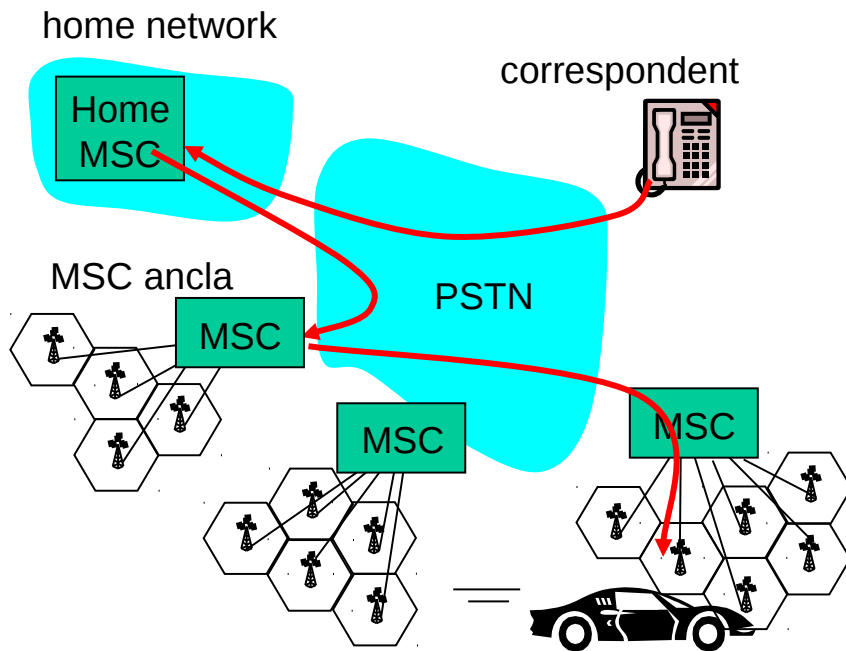
# GSM: handoff entre MSCs



(a) Antes de handoff

- **MSC ancla:** primer MSC visitado durante llamada
  - Llamada permanece ruteada a través de MSC ancla
- nuevos MSCs se suman al final de la cadena de MSC según móvil se mueve a nuevos MSC
- IS-41 permite opción de minimización de los pasos de la ruta para acortar cadena multi-MSC

# GSM: handoff entre MSCs



(b) Después de handoff

- **MSC ancla:** primer MSC visitado durante llamada
  - Llamada permanece ruteada a través de MSC ancla
- nuevos MSCs se suman al final de la cadena de MSC según móvil se mueve a nuevos MSC
- IS-41 permite opción de minimización de los pasos de la ruta para acortar cadena multi-MSC (situación mostrada)

# Movilidad: GSM versus IP móvil

Elemento GSM	Comentario sobre elemento GSM	Elemento IP móvil
Home system	Red a la cual el número permanente el usuario pertenece	Home network
Gateway Mobile Switching Center, o "home MSC". Home Location Register (HLR)	Home MSC: punto de contacto para obtener dirección ruteable del usuario móvil. HLR: base de dato en sistema "home" que contiene número permanente, perfil, ubicación actual del usuario móvil, información de suscripción	Home agent
Visited System	Red distinta al sistema home donde el usuario móvil está actualmente	Visited network
Visited Mobile services Switching Center. Visitor Location Record (VLR)	Visited MSC: responsable por establecer llamadas a/desde nodos móviles en celdas asociadas con MSC. VLR: entrada temporal en base de datos en sistema visitado, contiene información de suscripción por cada usuario móvil visita	Foreign agent
Mobile Station Roaming Number (MSRN), or "roaming number"	Dirección ruteable para el segmento de llamada entre home MSC y MSC visitada, transparente para el móvil y llamador.	Care-of-address

# Wireless, movilidad: impacto en protocolos de capas superiores

- ❑ lógicamente, impacto *debería* ser mínimo ...
  - Modelo de servicio “mejor esfuerzo” permanece sin cambios
  - TCP y UDP pueden correr (y corren) sobre wireless, móvil
- ❑ ... pero hay efectos en desempeño:
  - Pérdida/retardo de paquetes debido a errores (paquetes descartados, retardo debido a retransmisiones de capa enlace), y handoff
  - TCP interpreta pérdidas como congestión, decrece ventana de congestión innecesariamente
  - Mayor retardo en tráfico de tiempo real
  - Ancho de banda limitado de enlaces inalámbricos

# Capítulo 6 Resumen

## Wireless

- ❑ Enlaces wireless:
  - capacidad, distancia
  - Interferencia, decaimiento
  - CDMA
- ❑ IEEE 802.11 (“wi-fi”)
  - CSMA/CA refleja características del canal wireless
- ❑ Acceso celular
  - arquitectura
  - estándares (e.g., GSM, CDMA-2000, UMTS)

## Movilidad

- ❑ principios: direccionamiento, ruteo a usuarios móviles
  - Redes home y visitada
  - Ruteo indirecto y directo
  - care-of-addresses
- ❑ Estudio de casos
  - IP móvil
  - Movilidad en GSM
- ❑ Impacto sobre protocolos de capas superiores