

Aula 11 – Redes Sem Fio: Redes Celular/Mobilidade: Introdução

Diego Passos

Universidade Federal Fluminense

Redes de Computadores II

Na Última Aula...

- Enlaces sem fio: **mais propensos a erros.**
 - **Baixa potência, ruídos, interferências,...**
 - Necessidade de **múltiplas taxas de transmissão.**
 - Há ainda **terminais escondidos.**
- CDMA: acesso múltiplo por **código**
 - Transmissões **simultâneas, no mesmo canal.**
 - Códigos **ortogonais** garantem ausência de colisões.
- IEEE 802.11: padrão para **WLANs.**
 - **CSMA/CA.**
 - **Não é possível detectar** (diretamente) colisões.
 - Solução: evitá-las, usar confirmações (**acks**).
 - **RTS/CTS.**
 - Reserva do meio.
 - Modos **infraestruturado** e *ad hoc*.

Redes Celular

Histórico: 1G

- Evolução das redes celular se deu em “gerações”.
 - 1G, 2G, 3G, ...
- Primeira geração:
 - Rede de voz.
 - Analógica.
 - FDMA.
 - Pouca interoperabilidade.

Histórico: GSM (2G)

- *Global System for Mobile Communications.*
 - Ou, originalmente: *Groupe Spécial Mobile.*
- Padrão europeu.
 - Primeira implementação: Finlândia, 1991.
 - Mas eventualmente adotado no mundo todo.
- Características:
 - Rede de voz.
 - **Digital.**
 - Interoperabilidade (por conta da ampla adoção).

Histórico: 2.5G

- Expansão do 2G para permitir tráfego de dados.
- GSM + GPRS.
 - GPRS: *General Packet Radio Service*.
- Serviço de **melhor esforço**.

Histórico: Outras Evoluções

- 3G.
 - Voz e dados.
 - Digital.
 - Várias tecnologias proveem taxas de transmissão diferentes.
 - 3.5G, 3.75G, ...
- 4G.
 - Próxima evolução.
 - Principais tecnologias candidatas: LTE, Mobile WiMAX.
 - Embora o LTE pareça estar em vantagem hoje.
 - Maior compatibilidade com padrões anteriores.
 - Tecnologia 4G dominante no Brasil.

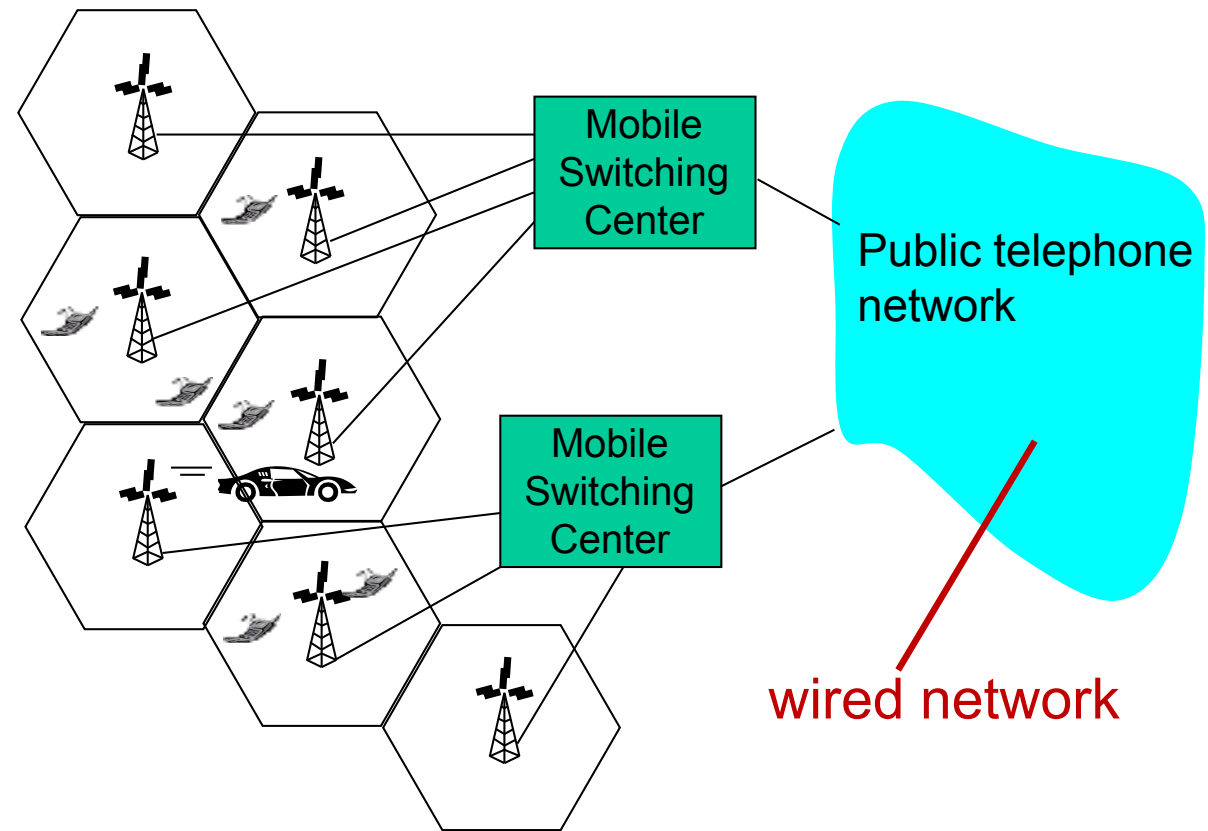
Componentes da Arquitetura da Rede Celular

- **Célula:**

- Cobre região geográfica.
- **Estação base** (BS): análogo ao AP no 802.11.
- **Usuários móveis** se conectam à rede através do BS.
- **Interface aérea:** camadas física e de enlace entre usuário móvel e BS.

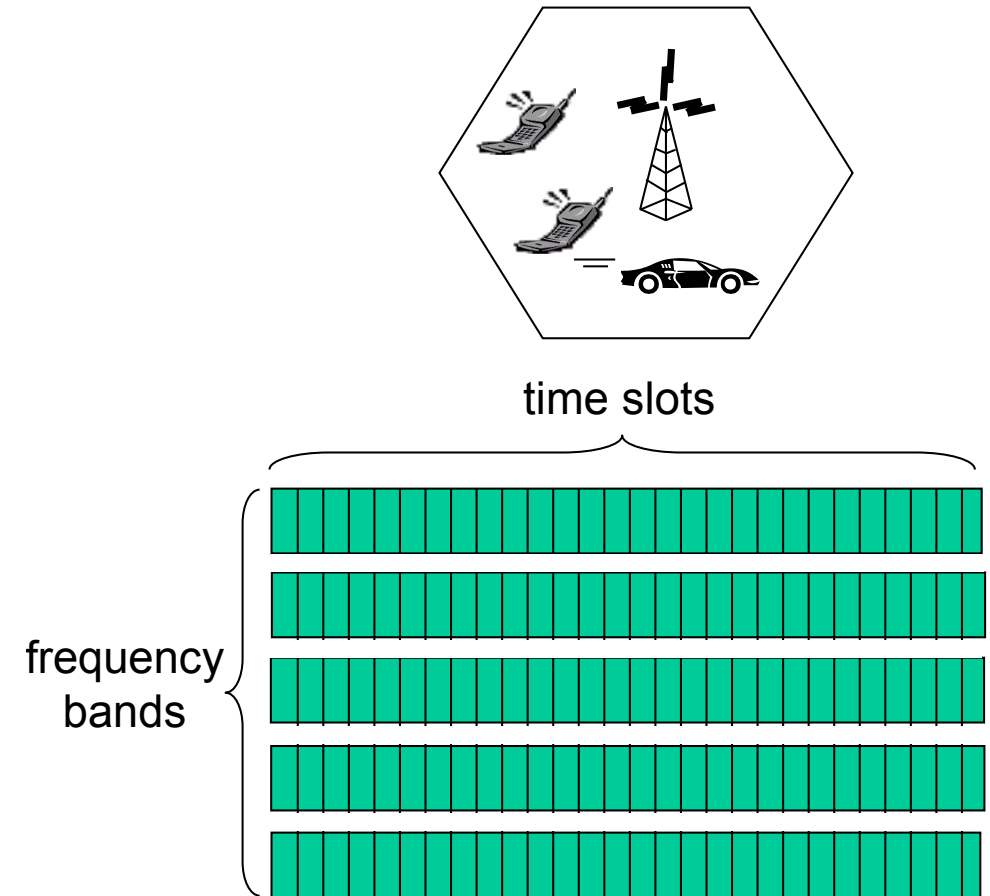
- **MSC (Mobile Switching Center)**

- Conecta células à rede cabeada de telefone.
- Gerencia estabelecimento de ligações (detalhes mais tarde).
- Lida com a mobilidade (detalhes mais tarde).

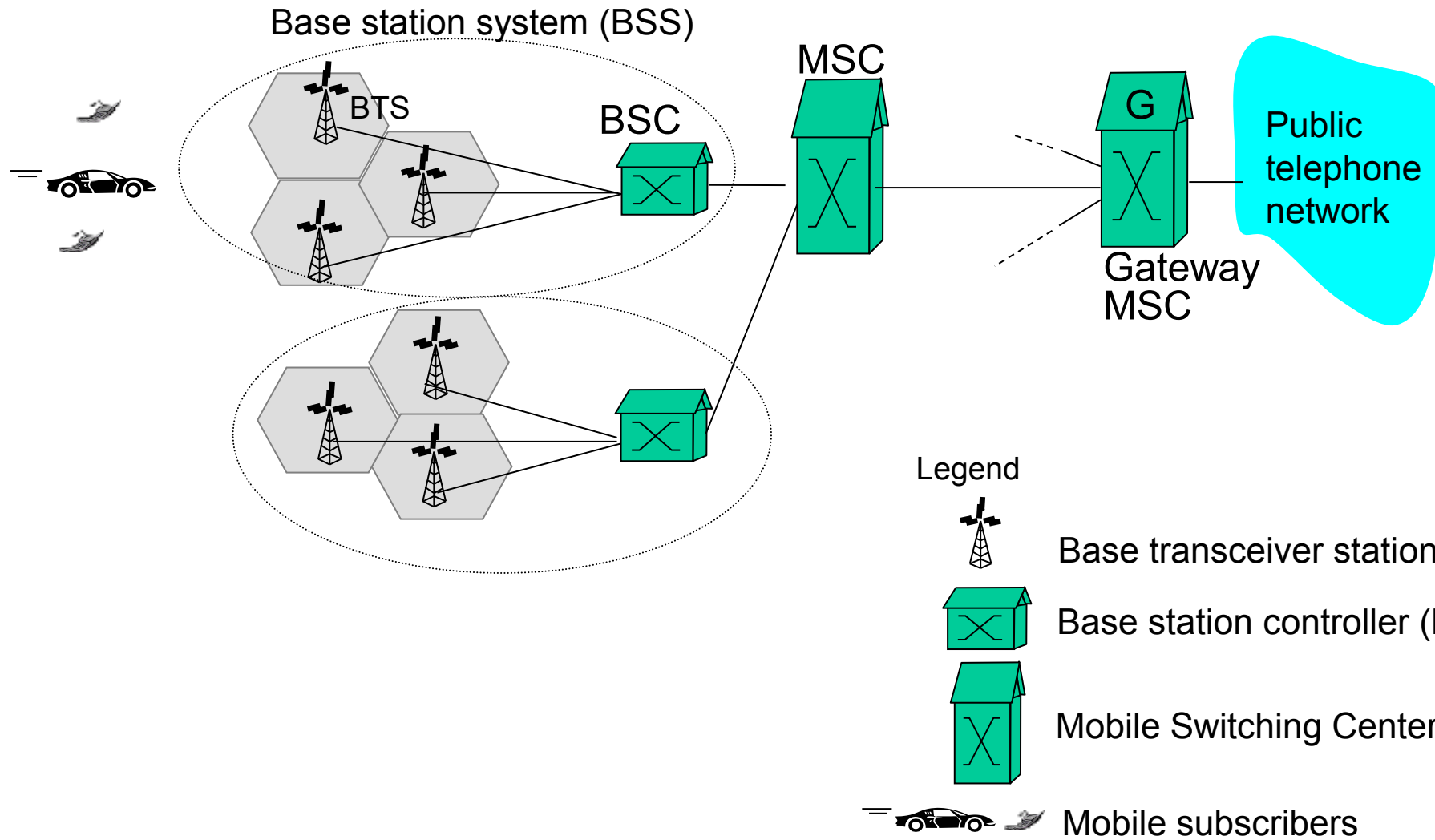


Rede Celular: Primeiro Salto

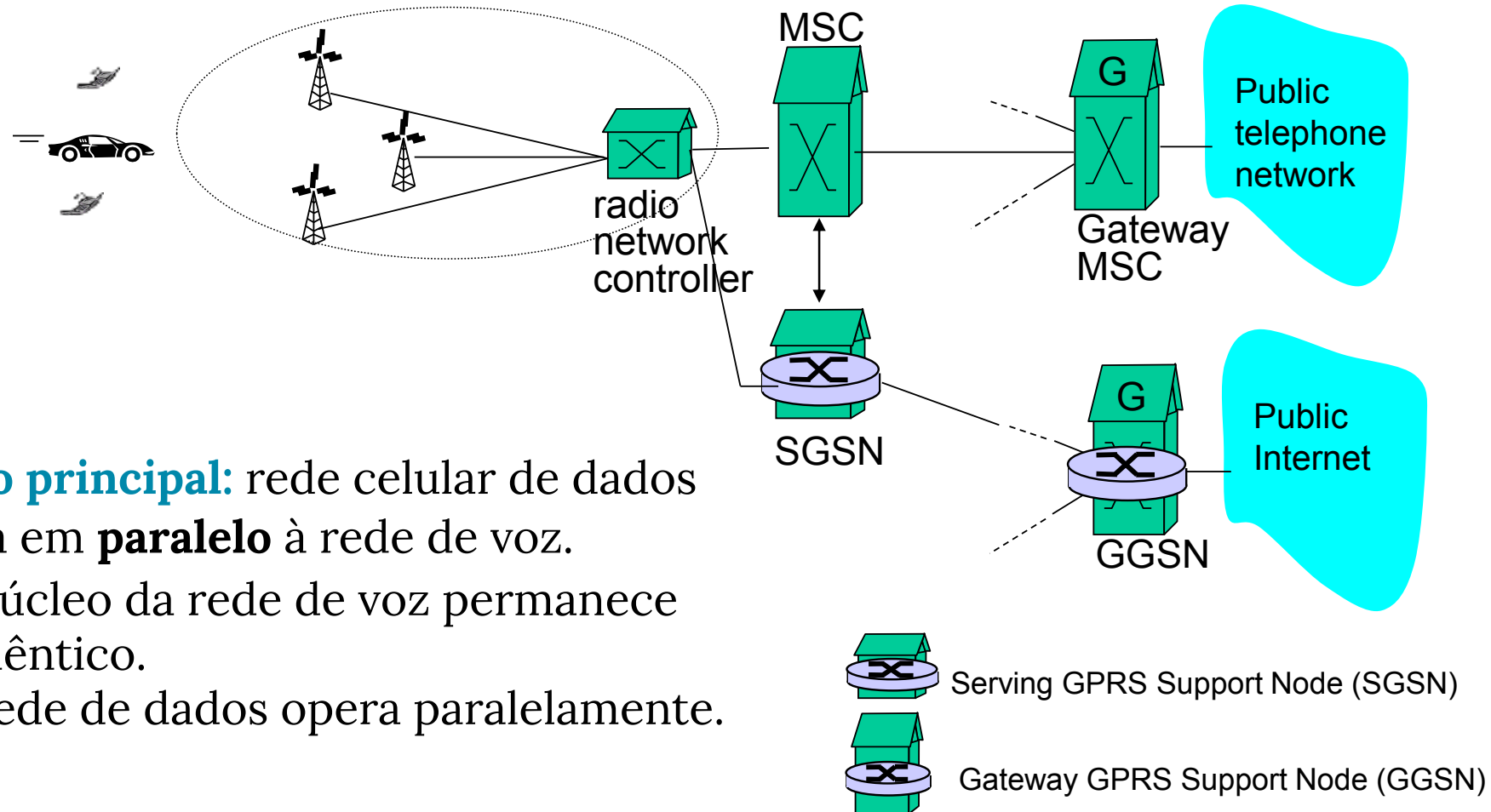
- Duas técnicas usadas para lidar com acesso múltiplo:
 - **Combinação de FDMA e TDMA:**
 - Divide espectro em canais de frequências diferentes.
 - Cada canal é dividido em slots.
 - **CDMA:**
 - Códigos diferentes são atribuídos para usuários.



Arquitetura das Redes 2G (Voz)

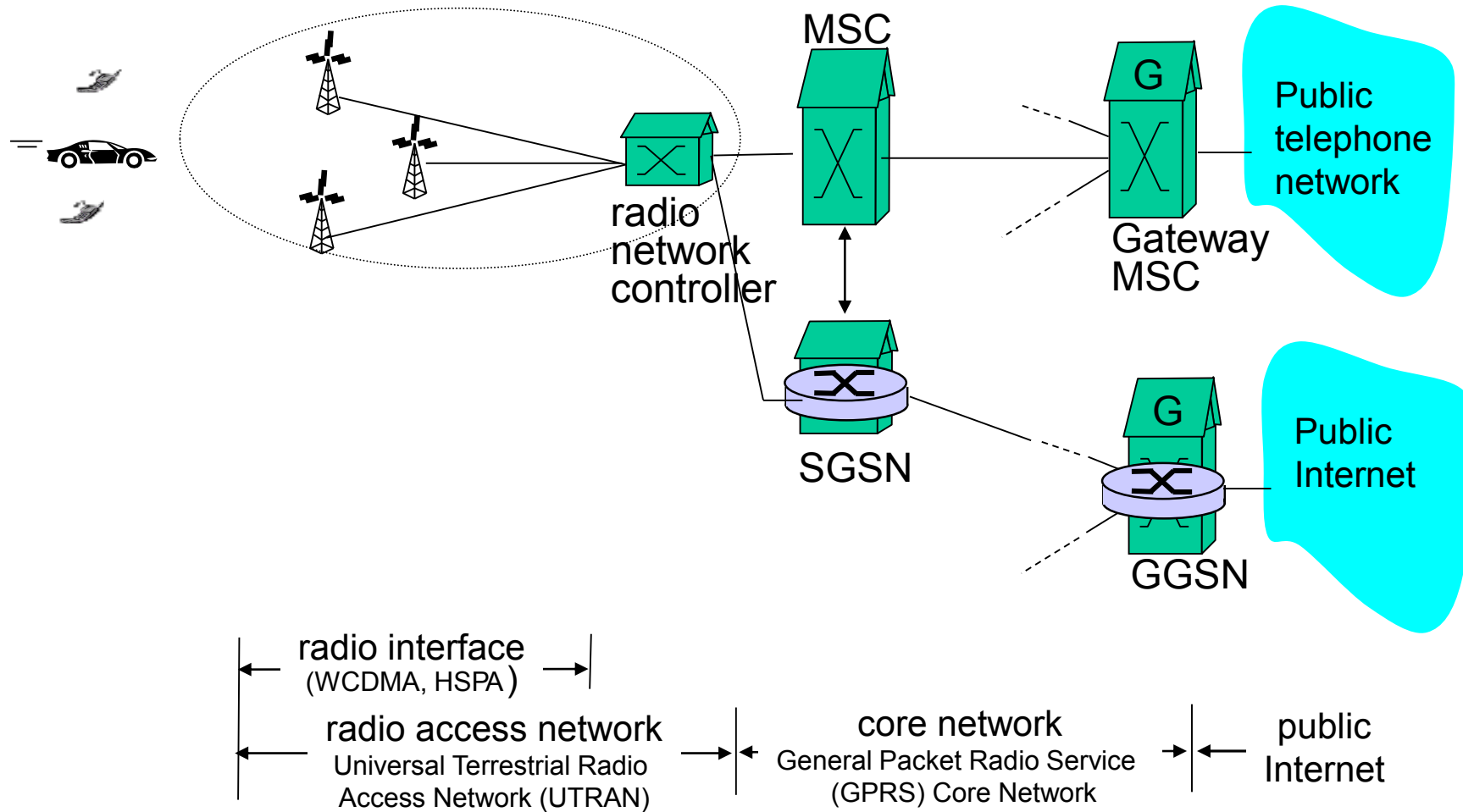


Arquitetura das Redes 3G (Voz+Dados) (I)



- **Ponto principal:** rede celular de dados opera em **paralelo** à rede de voz.
 - Núcleo da rede de voz permanece idêntico.
 - Rede de dados opera paralelamente.

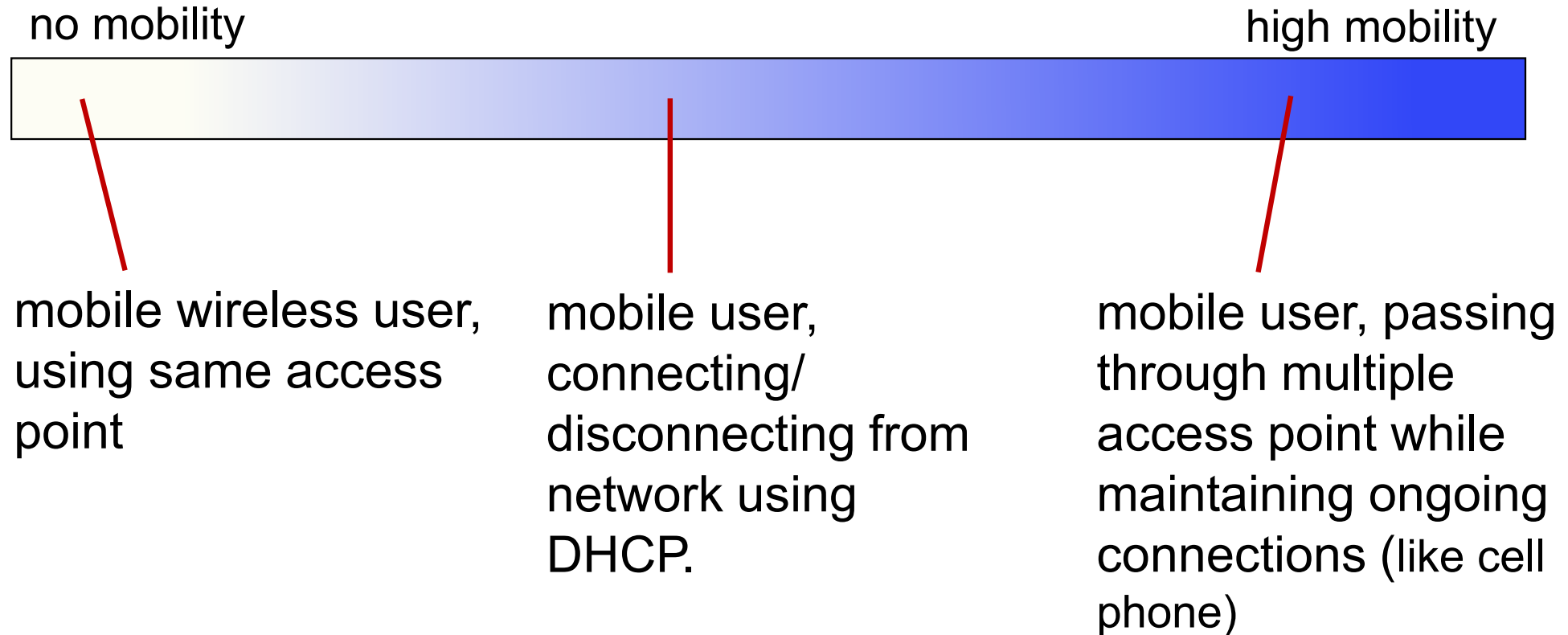
Arquitetura das Redes 3G (Voz+Dados) (II)



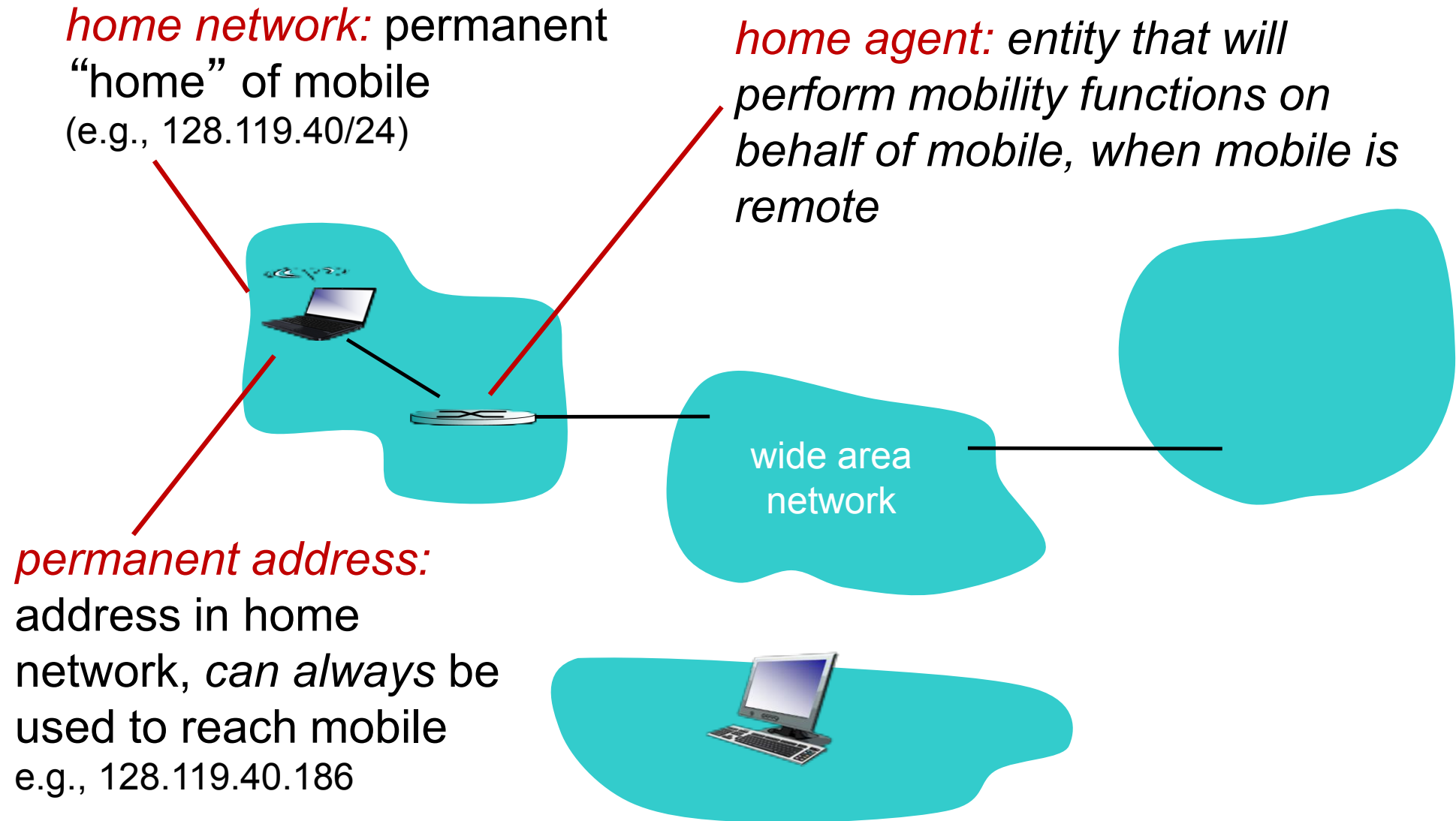
Mobilidade: Endereçamento e Roteamento para Usuários Móveis

O Que É Mobilidade?

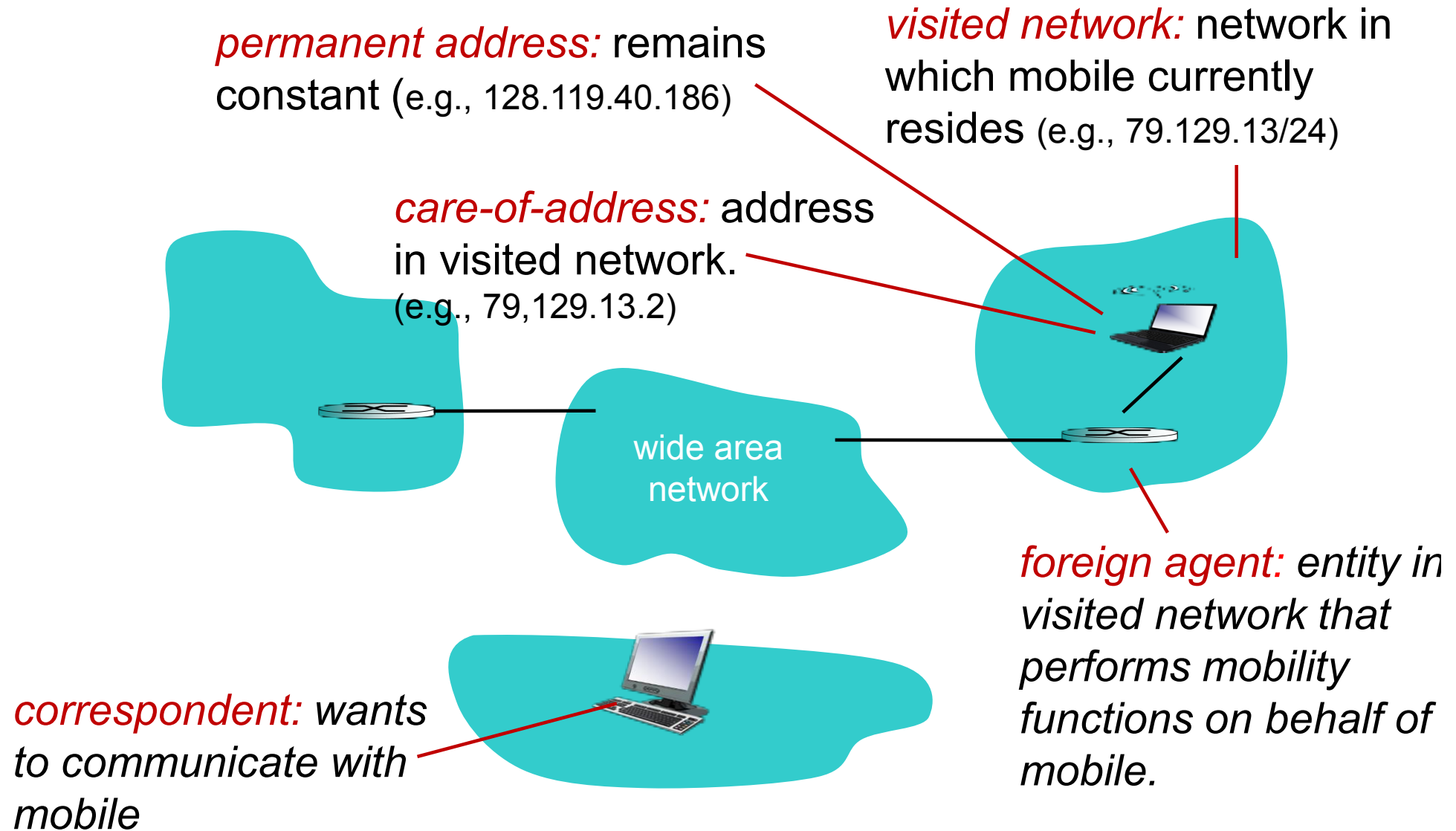
- Há vários **níveis** de mobilidade.
- Espectro de mobilidade, do ponto de vista da **rede**:



Mobilidade: Jargão



Mobilidade: Jargão (Mais)



Como Você Contacta um Amigo Móvel?

- Considere uma amiga que constantemente muda de endereço. Como encontrá-la?
 - Procurar em todas as listas telefônicas?
 - Ligar para os pais dela?
 - Aguardar até que ela entre em contato avisando onde está?



Mobilidade: Abordagens

- **Deixar que o roteamento resolva:**

- Nós móveis possuem endereços permanentes.
- Quando nó se move para uma nova rede, roteador anuncia endereço específico através dos protocolos normais.
- Tabelas de roteamento indicam localização do nó.
- Não são necessárias alterações nos sistemas finais.

- **Deixar que os sistemas finais resolvam:**

- **Roteamento indireto:** comunicação com nó móvel intermediada pelo **home agent**, que realiza o encaminhamento.
- **Roteamento direto:** nó remoto obtém o **care-of-address** do nó móvel, transmite diretamente.

Mobilidade: Abordagens

- Deixar que o roteamento resolva:

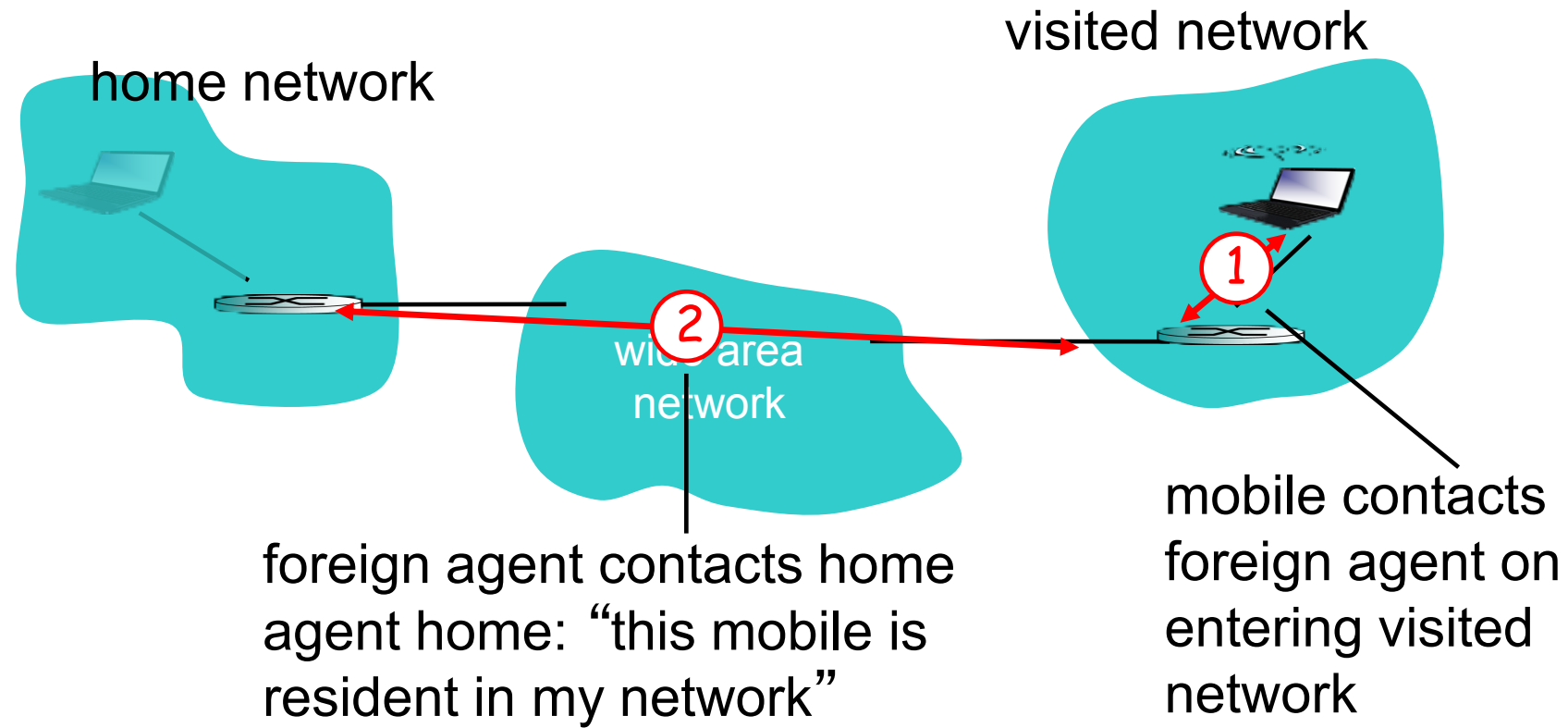
- Nós móveis possuem endereço fixo.
- Quando nó se move para uma nova rede, o roteador anuncia endereço específico através dos protocolos normais.
- Tabelas de roteamento indicam o caminho para cada nó.
- Não são necessárias alterações nos sistemas finais.

Não Escalável
para Milhões
de Usuários
Móveis

- Deixar que os sistemas finais resolvam:

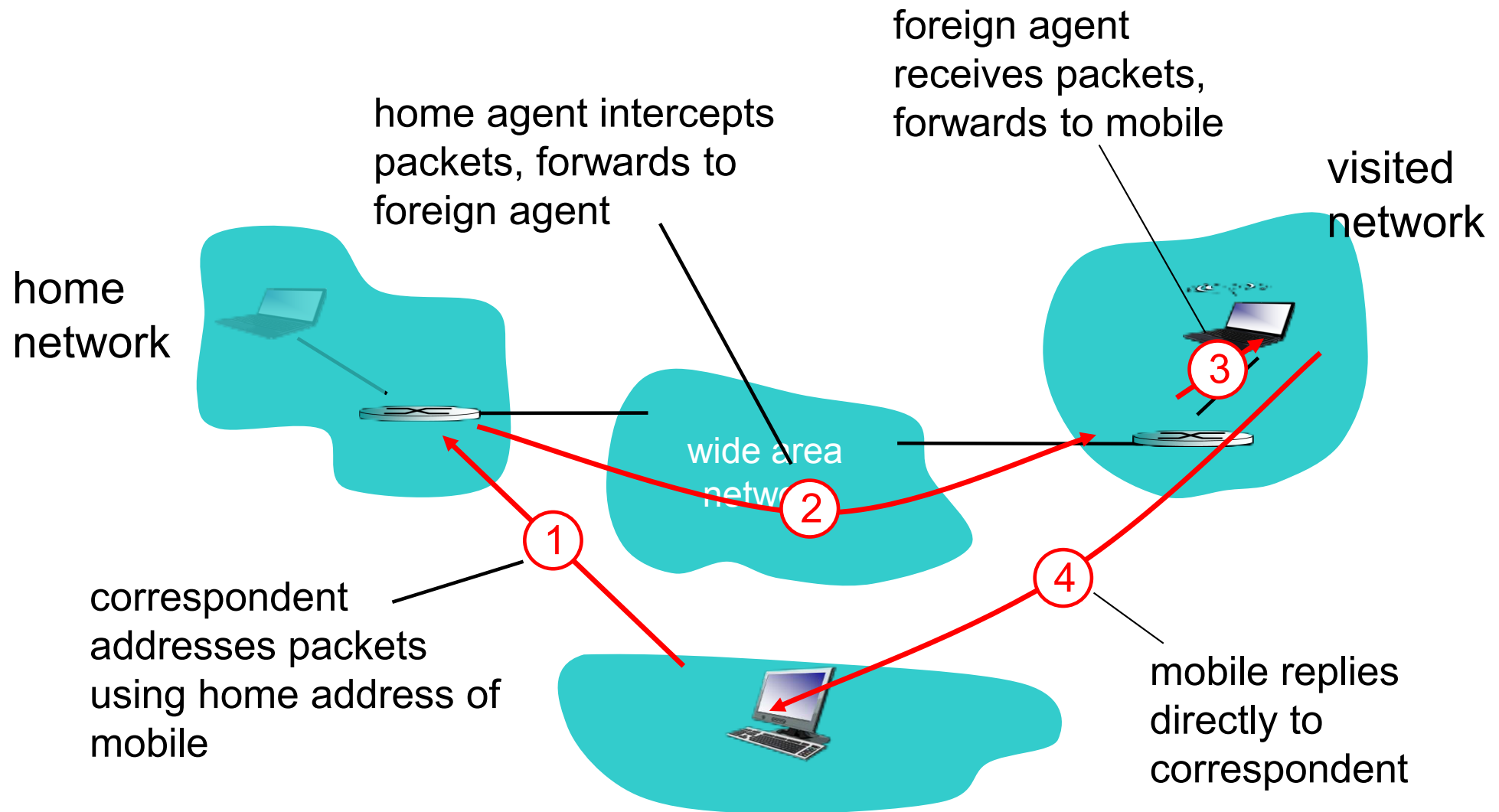
- **Roteamento indireto:** comunicação com nó móvel intermediada pelo **home agent**, que realiza o encaminhamento.
- **Roteamento direto:** nó remoto obtém o **care-of-address** do nó móvel, transmite diretamente.

Mobilidade: Registro



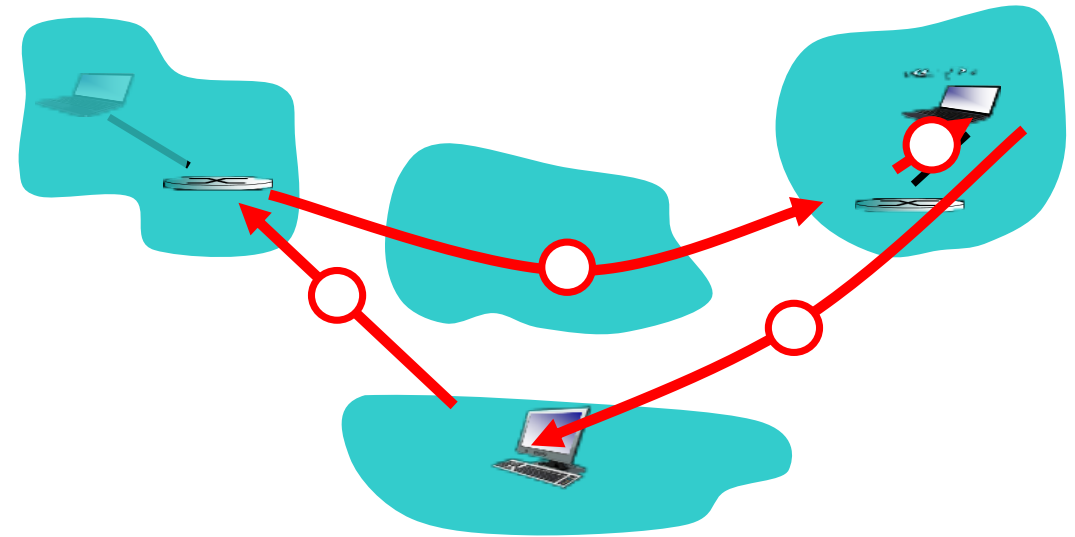
- Resultado:
 - **Foreign Agent** conhece nó móvel.
 - **Home Agent** conhece localização do nó móvel.

Mobilidade Através de Roteamento Indireto



Roteamento Indireto: Observações

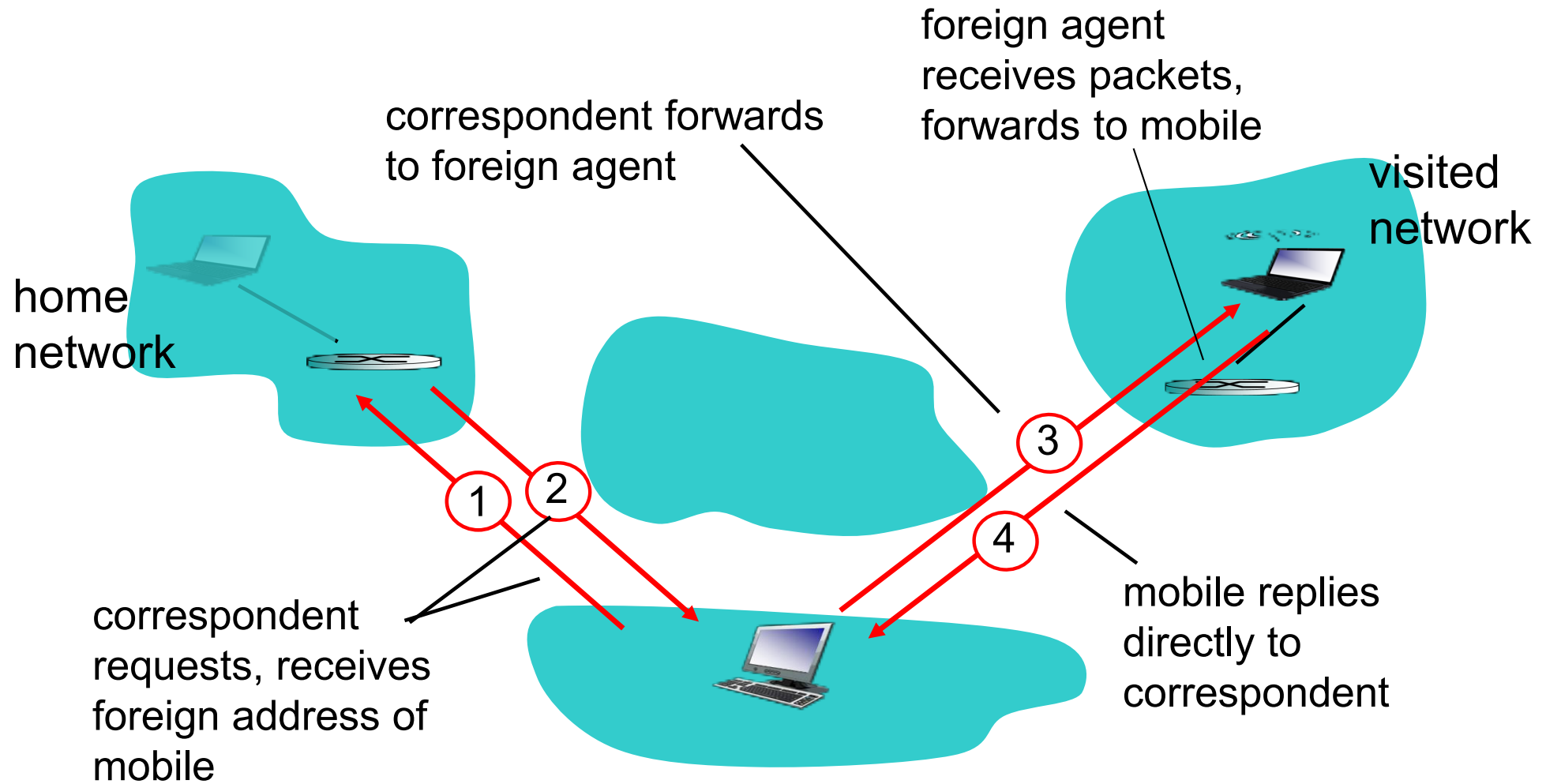
- Usuário móvel utiliza dois endereços:
 - **Endereço permanente (home address):** usado pelo nó remoto.
 - Logo, localização do nó móvel é transparente para o remoto.
 - **Endereço temporário (care-of-address):** usado pelo *home agent* para encaminhar pacotes ao usuário móvel.
- Funções do *foreign agent* podem ser feitas pelo próprio nó móvel.
- **Roteamento triangular:** remoto → rede de origem → nó móvel
 - Ineficiente quando nó móvel e remoto estão na mesma rede.



Roteamento Indireto: Migrando para uma Nova Rede

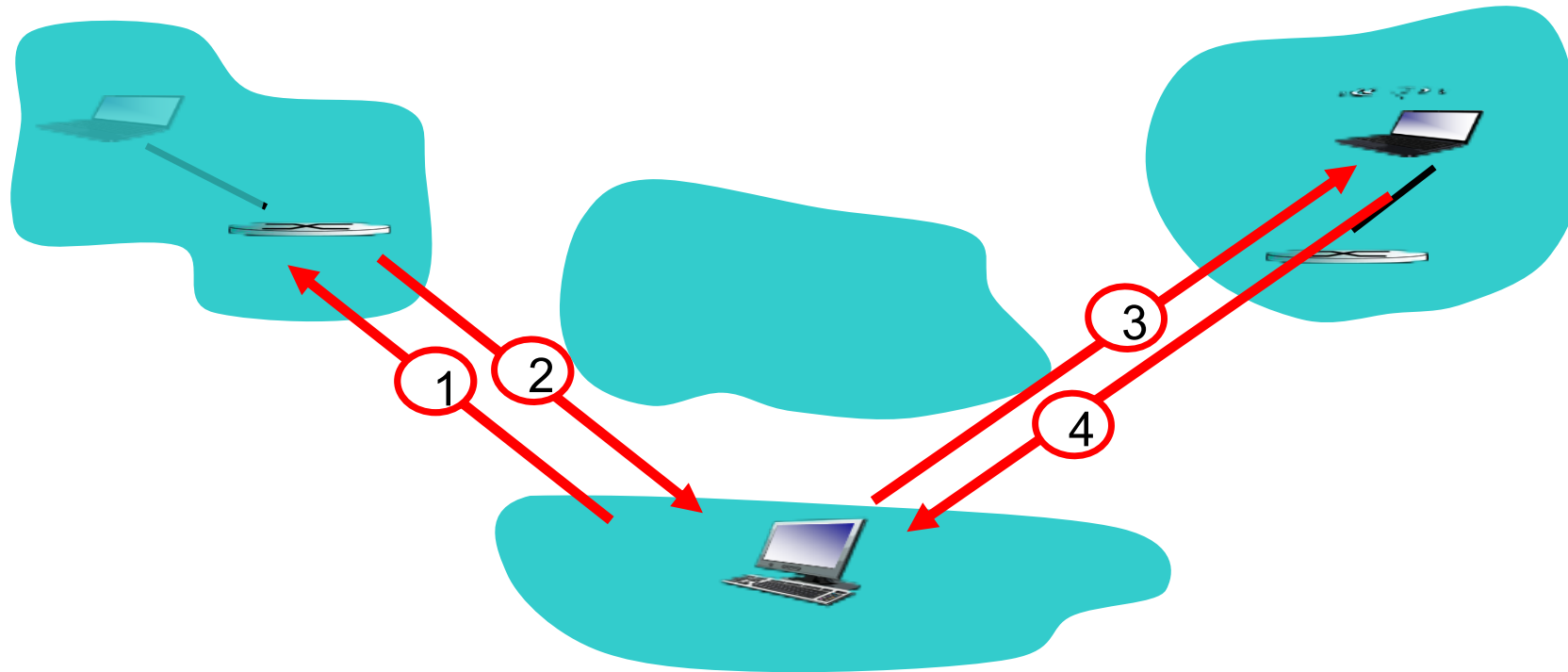
- Suponha que o nó móvel migra para uma nova rede.
 - Se registra com o novo *foreign agent*.
 - Novo *foreign agent* se registra com o *home agent*.
 - *Home agent* atualiza endereço temporário do nó móvel.
 - Pacotes continuam sendo encaminhados para o nó móvel.
 - Mas com o novo endereço temporário.
- Mobilidade e mudança de rede são transparentes: **conexões em andamento podem ser mantidas!**

Mobilidade Através de Roteamento Direto



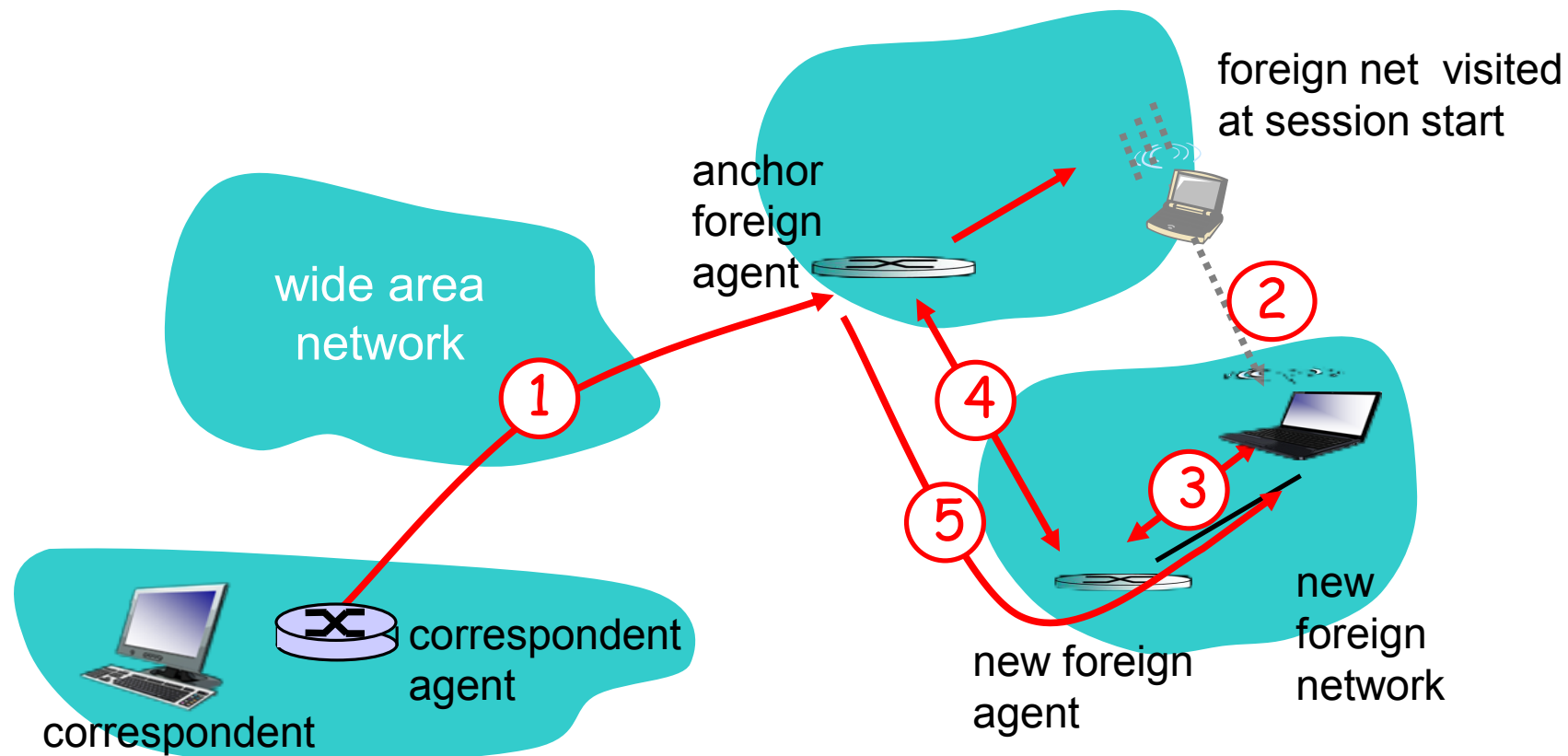
Mobilidade Através de Roteamento Direto: Observações

- Resolve problema de roteamento triangular.
- **Mas não é transparente para o nó remoto:**
 - Nó remoto precisa obter endereço temporário com o *home agent*.
 - O que acontece se nó móvel visita outra rede?



Mobilidade Através de Roteamento Direto: Lidando com Mudanças de Rede

- *Foreign agent* âncora: FA da primeira rede visitada.
- Dados **sempre** são encaminhados através do FA âncora.
- Quando nó móvel visita nova rede:
 - Novo FA pede que FA antigo encaminhe os dados para ele (encadeamento).



Resumo da Aula...

- Redes celular: arquitetura.
 - **Célula**: região de cobertura.
 - Composta por **estação base, usuários móveis**.
 - Células se conectam à rede cabeada de telefone por um **MSC**.
 - Responsável por **ligações, mobilidade**.
- Redes celular: comunicação entre usuário e estação.
 - Pode ser **combinação de FDMA e TDMA**.
 - Ou **CDMA**.
- Redes celular: evolução.
 - 2G: somente voz.
 - 3G: rede de voz idêntica, **rede de dados paralela**.
- Mobilidade: **vários tipos**.
 - Dentro de um mesmo ponto de acesso.
 - Entre redes, obtendo novo IP.
 - Entre pontos de acesso, mantendo conexões.
- Mobilidade: Jargão.
 - Rede de origem: **home network, home agent, endereço permanente**.
 - Rede de destino: **foreign-agent**.
- Mobilidade: possíveis abordagens.
 - Atualização de **tabelas de roteamento**: não escala.
 - Sistemas finais: **roteamento direto ou indireto**.

Leitura e Exercícios Sugeridos

- Redes Celular.
 - Páginas 401 a 405 do Kurose (Seção 6.4).
 - Questões dissertativas 2 e 5 do capítulo 6 do Kurose.
- Princípios de Mobilidade.
 - Páginas 405 a 412 do Kurose (Seção 6.5).
 - Exercícios de fixação 16 e 17 do capítulo 6 do Kurose.
 - Problemas 11 e 12 do capítulo 6 do Kurose.

Próxima Aula...

- Continuaremos discutindo mobilidade:
 - IP Móvel.
 - Mobilidade em redes celular.
 - Comparações entre as duas abordagens.