



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PARMA  
Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione

## Mobile IP

Luca Veltri

(mail.to: luca.veltri@unipr.it)

Corso di Reti di Telecomunicazioni A, a.a. 2006/2007  
<http://www.tlc.unipr.it/veltri>

## Classical terminal mobility/portability in IPv4

- Problema: un host non può mantenere uno stesso indirizzo IP cambiando punto di accesso
- Autoconfigurazione di un Host IP: protocolli di autoconfigurazione
  - LAN:
    - Dynamic Host Configuration Protocol (DHCP)
  - Dial-up:
    - Point to Point Protocol (PPP)
- Problemi:
  - raggiungibilità
  - mantenimento della comunicazione durante l'“handoff”

2

## Terminology

- Layer two mobility
  - the wireless terminal moves amongst different access spots (e.g. WLAN spots, GSM/GPRS cells, satellite beams, etc.) remaining within the same IP access network (same IP addr, access router)
- Terminal portability
  - the terminal can change its point of attachment (IP subnet)
  - the terminal needs a new IP configuration, e.g. by means of dynamic host configuration protocols such as DHCP, PPP, etc.
- Terminal mobility
  - the terminal can change its point of attachment (IP subnet) without losing the transport/application connectivity
  - e.g. Mobile IP
- User mobility (Nomadicity)
  - the user is always reachable
  - the user may change terminal
  - e.g. DNS, SIP, H.323, ICQ, etc.

3

## Portabilità vs. Mobilità (1/3)

- (Terminal) portability: (via DHCP, PPP, etc.)
  - un nodo (host) può muoversi da un punto ad un altro cambiando dinamicamente indirizzo IP
  - la mobilità offerta (portabilità) richiede ogni volta la autoconfigurazione dell'host e quindi l'interruzione di eventuali applicativi di rete (perdita di connettività)
  - non è possibile utilizzare sempre lo stesso IP address per indirizzare un host
  - esempio tramite protocolli di autoconfigurazione, come: DHCP, PPP
- User mobility:
  - l'utente mantiene la raggiungibilità
  - l'utente può cambiare terminale
  - normalmente viene sfruttato un identificativo mnemonico che viene risolto dinamicamente per raggiungere un host (IP addr) o un applicativo (IP addr + port number)

4

## Portabilità vs. Mobilità (2/3)

- User mobility (cont.):
  - **come:**
    - tramite DNS dinamico, associando un indirizzo mnemonico fisso ad un host/utente e aggiornando dinamicamente il DNS con l'indirizzo IP corrente
      - ci sono problemi dovuti alla memorizzazione locale (tramite cache) della risoluzione da parte dei DNS
    - approcci Client-Server proprietari (e.g. ICQ, MSN Messenger, etc)
      - utilizzano dei server per risolvere nome→indirizzo IP
      - soluzioni dipendenti dalle specifiche applicazioni (proprietarie)
      - spesso problemi di scalabilità
    - SIP (Session Initiation Protocol)
      - approccio standard per IP telephony
      - ogni utente si registra e de-registra su server SIP
      - tali server hanno il compito, se interrogati, di ridirigere la segnalazione verso l'utente desiderato
      - utilizzano URL del tipo: sip:luca.veltri@unipr.it

5

## Portabilità vs. Mobilità (3/3)

- Terminal mobility (soluz. a livello di strato di rete):
  - **cambia il punto di accesso, vengono mantenute le connessioni, viene mantenuto uno stesso identificativo**
  - **soluzione: Mobile IP (IETF, RFC 2002)**
  - **completamente trasparente ai protocolli di trasporto e applicativi**
  - **completamente trasparente ai nodi remoti (fissi o mobili)**
  - **meccanismo di indirizzamento:**
    - un indirizzo fisso per identificare il mobile
    - un indirizzo dinamico per effettuare il routing

6

## Mobilità a vari livelli protocollari

- Layer two (sub-net layer):
  - **WLAN (IEEE 802.11)**
  - **bluetooth**
  - **GSM/GPRS**
  - **UMTS**

non si cambia punto di accesso alla rete IP
- IP Layer:
  - **Mobile IP**

il punto di accesso cambia, ma non cambia l'indirizzo IP (ne viene aggiunto un altro)
- Application layer:
  - **DNS**
  - **ICQ-like Applications**
  - **SIP, H.323**

cambia l'indirizzo IP insieme al punto di accesso, l'host viene raggiunto tramite un identificativo mnemonico risolto tramite server

7

## Link-Layer + IP Mobility

- La rete é suddivisa in sottoreti (sino a coprire l'intera area geografica)
  - **Mobilità a livello di Link-layer all'interno di ciascuna sottorete (handoff classico)**

*Micromobility: (Access mobility)*
  - **Mobile IP per gli spostamenti tra sottoreti (handoff tra punti di accesso IP)**

*Macromobility (Mobile IP)*

8

## Mobile IP

- "IP Mobility Support", RFC 2002 (October 1996), obsoleted by RFC 3220 (January 2002), obsoleted by RFC 3344 (August 2002)
- Mobile IP estende il protocollo IP (Internet Protocol) consentendo la mobilità dei terminali
- Motivazioni:
  - diffusione dei personal computer portatili (laptop, palmtop, PDA)
  - accesso wireless
    - wireless LAN (IEEE 802.11)
    - bluetooth
    - GSM/GPRS
    - UMTS

9

## Mobile IP

- Esigenze:
  - un computer portatile deve poter continuare a comunicare senza abbattere le sessioni attive al passaggio da un punto di accesso ad un'altro
  - non si devono modificare i protocolli di routing nella rete IP
  - non si deve modificare il sistema di indirizzamento
  - si devono poter utilizzare le applicazioni già esistenti in maniera trasparente
  - compatibilità con host che non implementano il mobile IP
  - basso numero di messaggi di controllo scambiati
  - il nodo mobile può cambiare punto di accesso con frequenza sino a una volta per secondo
  - scalabilità: milioni di host mobili

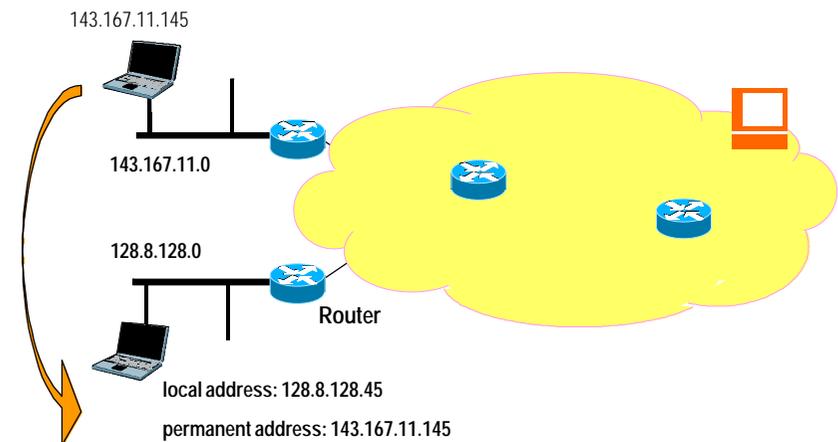
10

## Architettura

- l'host mobile possiede un indirizzo permanente
- quando l'host si muove, attraverso opportune procedure, acquisisce un indirizzo di riferimento locale nella nuova rete
- l'host mobile comunica tale indirizzo ad un "home agent"
- tutti i pacchetti che sono destinati all'host mobile vengono catturati dal "home agent" e instradati verso l'host mobile
- i pacchetti uscenti dall'host mobile seguono il normale instradamento su Internet

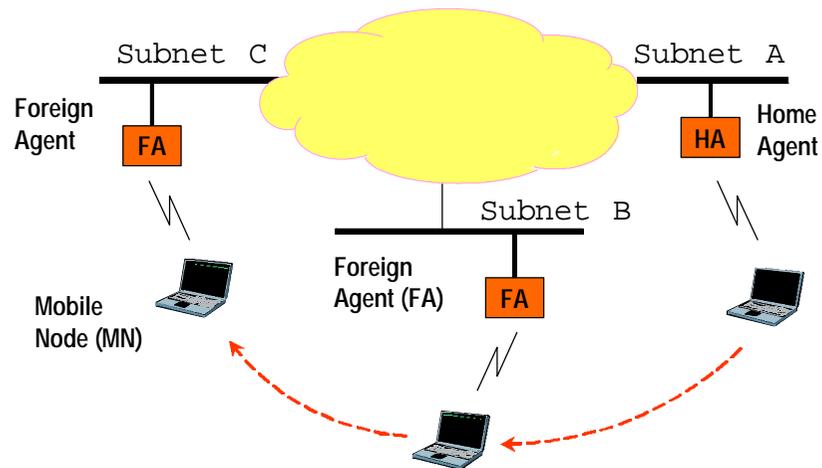
11

## Architettura



12

## Architettura



13

## Terminologia

- cooperazione di tre entità:
  - “**mobile node**” è un host o router che cambia il suo punto di accesso a Internet da una sotto-rete ad un'altra senza cambiare il suo indirizzo IP
  - “**home agent**” è un router della “**home network**” del mobile node che reinstrada i datagrammi diretti al mobile node
  - “**foreign agent**” un router della rete visitata dal mobile node “**visited network**” che riceve i pacchetti reinstradati dal home agent e li consegna al mobile node
- due tipi di indirizzi:
  - ad ogni mobile node è assegnato permanentemente un indirizzo IP (“**home address**”) nella home network; tale home address viene sempre utilizzato nei pacchetti inviati dal mobile node
  - quando il mobile node è fuori dalla sua home network gli viene associato un “**care-of address**” che lo identifica nella rete che lo ospita

14

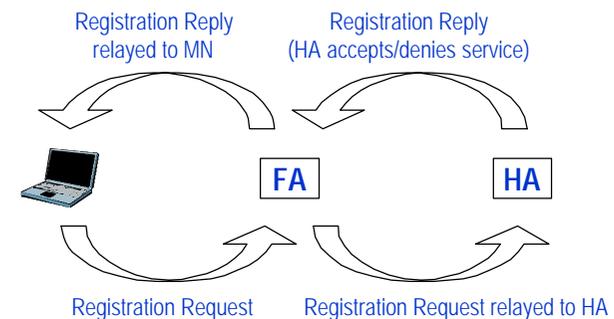
## Procedura (1/4)

- 1) foreign agent e home agent pubblicizzano la loro presenza attraverso opportuni messaggi di Agent Advertisement; un mobile node può facoltativamente sollecitare l'emissione di tali messaggi attraverso messaggi di Agent Solicitation
- 2) un mobile node riceve un messaggio di Agent Advertisement e determina se si trova nella sua home network o in una foreign network
- 3) se il mobile node si trova nella sua home network opera senza alcun supporto di mobile IP; se è di ritorno nella home network, si deregistra dall'home agent
- 4) se il mobile node arriva in una nuova foreign network, si procura un care-of address locale; questo può essere ottenuto direttamente con il foreign agent o attraverso altri protocolli (tipo DHCP o PPP)

15

## Procedura (2/4)

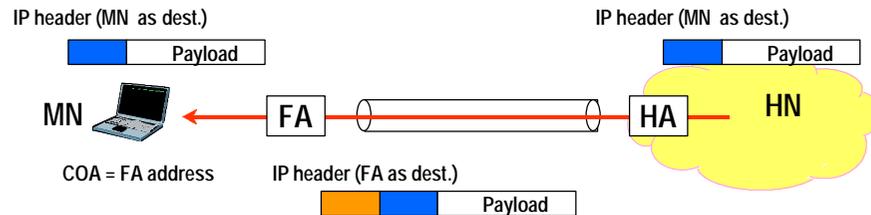
- 5) se il mobile node è fuori dalla sua home network, registra il care-of address nel suo home agent attraverso messaggi di Registration Request e Registration Reply scambiati direttamente con l'home agent oppure tramite il foreign agent (in fig. è rappresentato il secondo caso)



16

## Procedura (3/4)

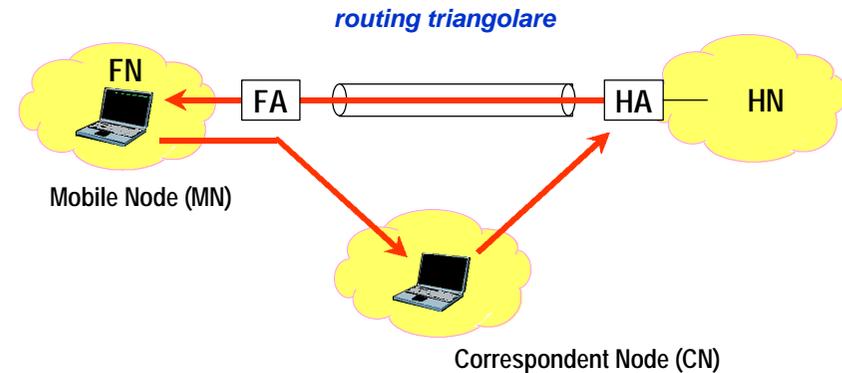
- 6) i datagrammi che sono inviati al mobile node (attraverso il relativo home address) sono intercettati dal suo home agent, reinstradati (tunneling) verso il care-of address e ricevuti al punto di uscita (che può essere il mobile node stesso o il foreign agent)
- 7) nel caso sia il foreign agent a ricevere i datagrammi destinati al mobile node, li estrae dal tunnel e li re-instrada verso il mobile node



17

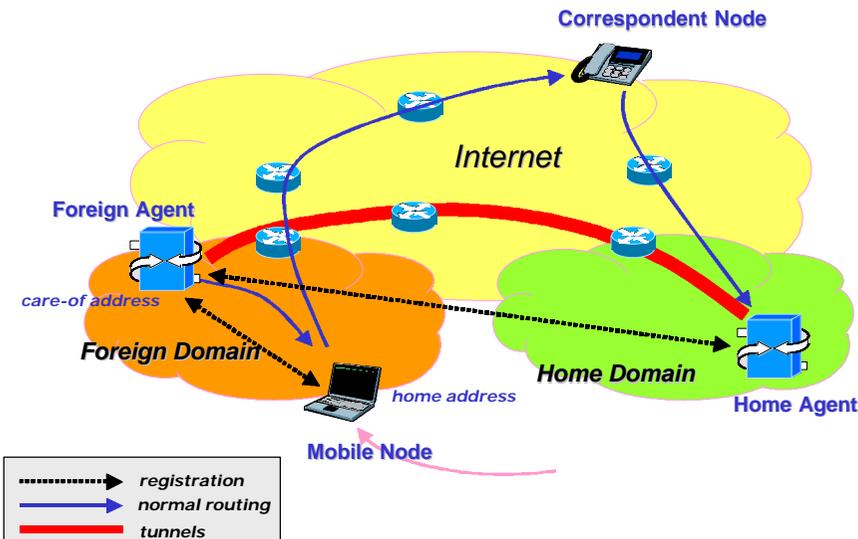
## Procedura (4/4)

- 8) i datagrammi nella direzione opposta sono instradati in modo classico attraverso Internet e seguiranno un percorso diverso



18

## Mobile IP Architecture



19

## Care-of address

- Mobile IP fornisce due modalità alternative per acquisire il care-of address:
  - un **“foreign care-of address”** è un care-of address fornito dal FA tramite i suoi messaggi di Agent Advertisement; in questo caso il care-of address è uno degli indirizzi del FA il FA è il punto di uscita del tunnel, ovvero dove i datagrammi vengono decapsulati e inviati al MN questa modalità è preferibile per il basso numero di indirizzi richiesti
  - un **“co-located care-of address”** è un care-of address acquisito dal MN attraverso un protocollo esterno (tipo DHCP o PPP) oppure assegnato permanentemente al nodo stesso in questo caso il MN è anche il punto di uscita dal tunnel il vantaggio è che in questa modalità non c'è bisogno del FA ma è richiesto un numero maggiore di indirizzi IP

20

## Agent Discovery

- Agent Discovery è il modo attraverso cui un MN:
  - **determina se è collegato con con la sua home network o con una foreign network**
  - **capisce se si è mosso da una sotto-rete ad un'altra**
  - **se connesso con una foreign network, determina il suo foreign care-of address**
- mobile IP estende l'ICMP Router Discovery per fornire l'Agent Discovery aggiungendo un opportuna estensione ai relativi messaggi ICMP (Advertisement e Solicitation)
- Agent Advertisement: **sono emessi dai mobility agent per rendere nota la loro presenza nella relativa sotto-rete; contengono varie opzioni (compressione nell'incapsulamento, FA busy state, registration required (with the FA), etc.)**
- Agent Solicitation: **sono messaggi emessi dai MN per sollecitare gli Agent Advertisement; sono identici a quelli usati nel Routing Discovery**

21

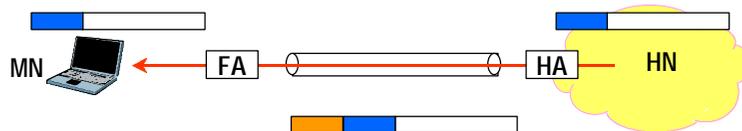
## Registration

- il processo di registrazione è un meccanismo flessibile che permette al MN di comunicare la sua raggiungibilità al suo HA, ovvero:
  - **richiedere un servizio di reinstradamento quando visita una nuova foreign network**
  - **rinnovare la registrazione quando ancora valida**
  - **deregistrarsi quando ritorna nella sua home network**
- se il MN ha ottenuto il care-of address dal FA, invia la richiesta (di registrazione) al FA e quest'ultimo lo inoltrerà verso l'HA
- se ha acquisito il (co-located) care-of address in modo indipendente, invia la richiesta direttamente al suo HA
- I messaggi di Registration Request e Registration Reply sono incapsulati in UDP/IP

22

## Tunneling

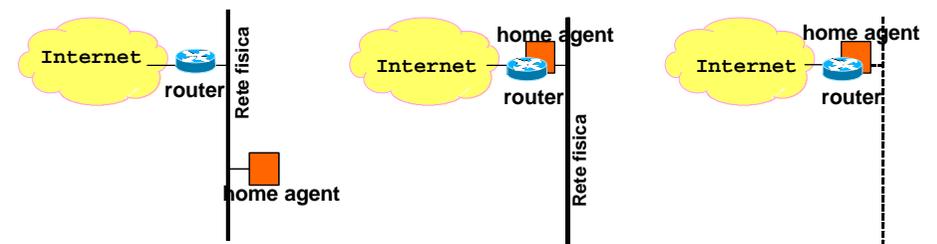
- a seguito della registrazione di un MN, l'HA deve attrarre i datagrammi destinati al MN (home address) e reinstradarli tramite tunneling verso il relativo care-of address
- il tunneling può essere fatto attraverso opportune modalità di incapsulamento
- deve sempre essere supportato l'incapsulamento classico di IP-over-IP
- alternativamente possono essere usate altre forme di incapsulamento con "compressione" dell'intestazione



23

## Tipi di Home Networks

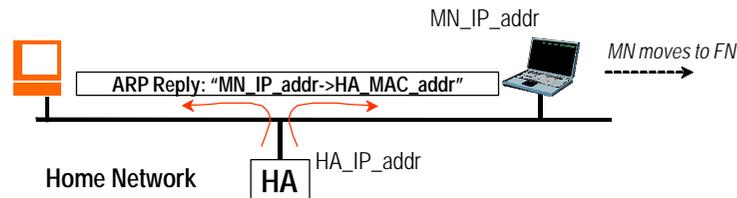
- Tre possibili configurazioni base per la home network:
  - **rete locale "standard", con un router di accesso e un nodo HA distinto dal router**
  - **rete locale in cui il router di accesso è anche un HA**
  - **rete "virtuale", senza realizzazione fisica; l'HA viene visto dal resto della rete come un router di accesso ad una rete (la home network) che non esiste fisicamente**



24

## Home Agent

- un HA deve poter intercettare i datagrammi che sono destinati a tutti i MN da lui registrati
- questo può essere fatto in maniera diversa a seconda che l'HA sia o meno l'unico router di accesso alla home network
- nel secondo caso (HA è diverso dal router di accesso), l'HA dovrà usare opportune procedure (proxy ARP e gratuitous ARP) per catturare i pacchetti destinati al mobile node



25

## Proxy ARP e gratuitous ARP

- un proxy ARP è un ARP reply inviato da un nodo al posto di un altro nodo quando quest'ultimo non può o non vuole rispondere alle ARP request
- un gratuitous ARP è un pacchetto ARP inviato da un nodo per forzare l'aggiornamento delle tabelle ARP degli altri nodi della sotto-rete
- mentre un MN è in una foreign network, il suo HA utilizza il proxy ARP per rispondere alle ARP request
- quando un MN lascia la sua home network il suo HA utilizza gratuitous ARP per aggiornare le tabelle ARP degli altri nodi della sotto-rete
- quando un MN torna nella sua home network usa il gratuitous ARP prima di deregistrarsi dal sul HA

26

## Reverse Tunneling

- Opzionale per il MN
- Permette al MN di inviare i propri pacchetti tramite il HA
- I pacchetti vengono incapsulati e inviati al HA (tunnel); l'HA provvederà ad estrarre il pacchetto originale e inviarlo verso il destinatario (CN)
- Il reverse tunnel va dal Care-of Address (CoA) al HA
- A seconda che il MN utilizzi un co-located CoA o un foreign CoA, il reverse tunnel sarà rispettivamente tra MN e HA, o tra FA e HA
- Il reverse tunneling può essere usato per motivi di
  - **privacy, in modo che ogni pacchetto del MN risulti effettivamente generato dalla sua home network,**
  - **firewall crossing, in modo da evitare che un eventuale firewall possa trovare in uscita dalla foreign network pacchetti con IP addr sorgente estraneo alla rete**

27