

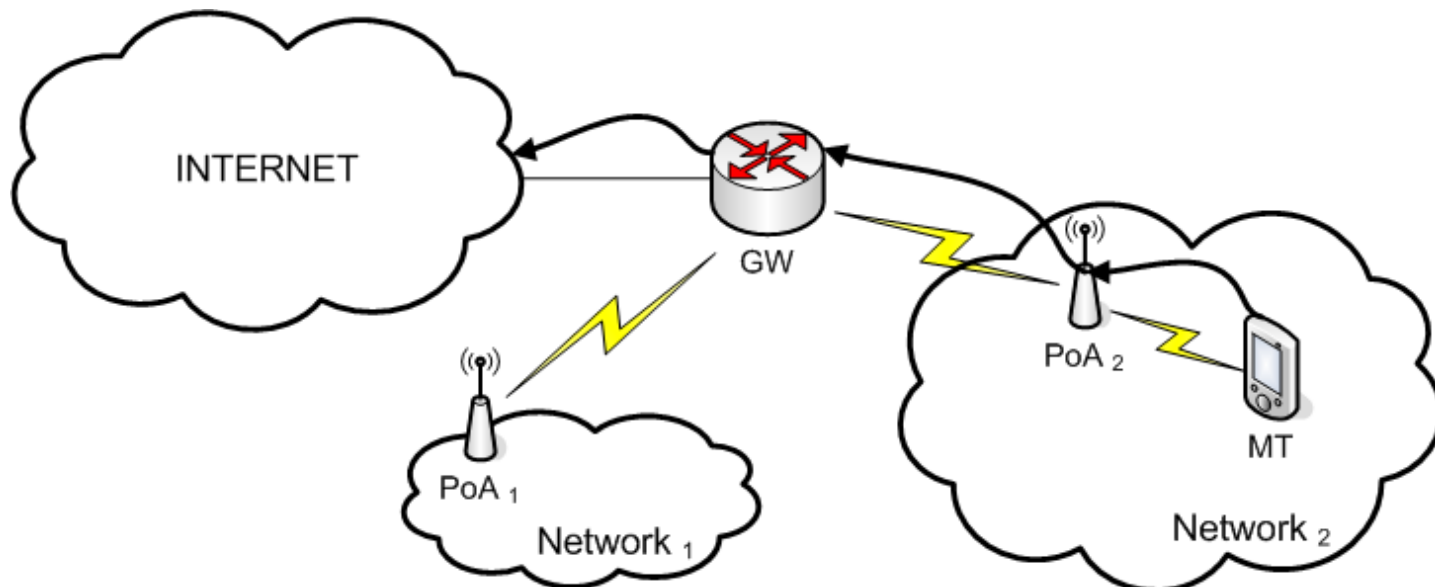
Mobile IP

Ing. Anna Maria Vegni

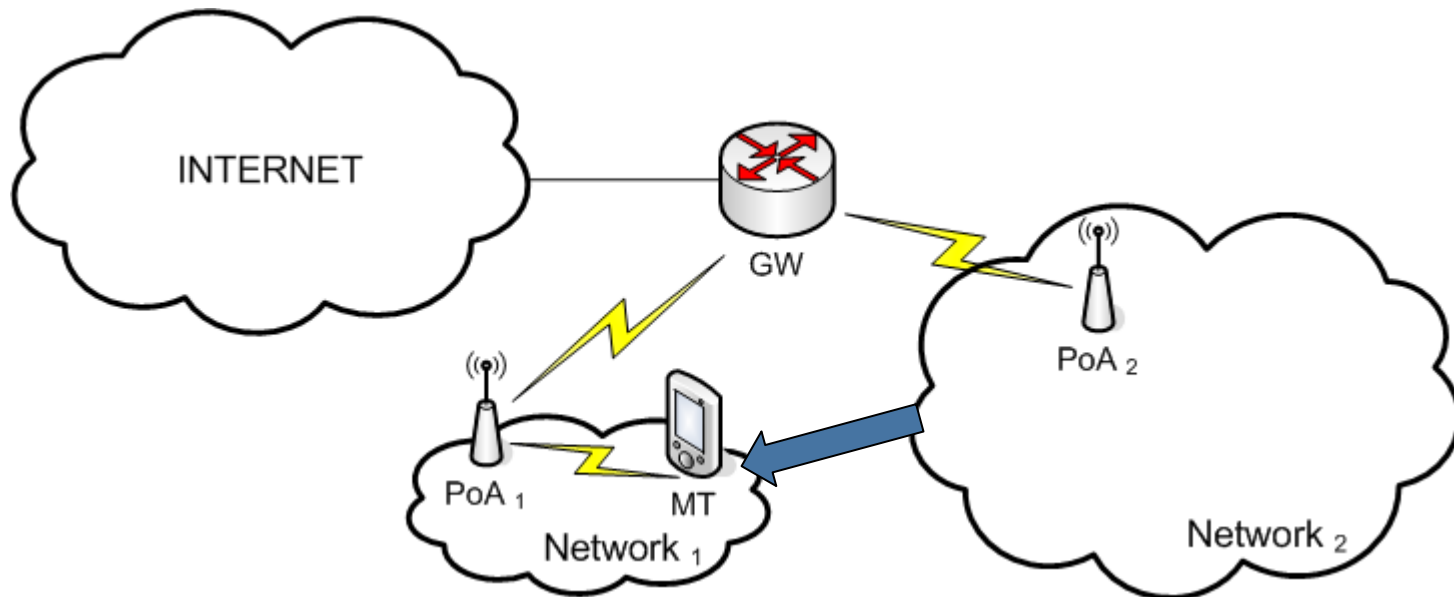
avegni@uniroma3.it

- Il protocollo IP si occupa dell'instradamento dei pacchetti, sulla base dell'indirizzo IP di un Mobile Host (MH).
 - Gli indirizzi IP di un host danno informazione su:
 1. La rete di appartenenza di un host,
 2. Il numero dell'host.
- Quando un MH si sposta, quale sarà il suo nuovo indirizzo IP?
 1. Un MH cambierà il suo indirizzo IP quando starà in movimento;
 2. Dovrà mantenere le esistenti connessioni TCP, e quindi non dovrà cambiare il preesistente indirizzo IP.
- **Mobile IP** è uno standard dell'IETF, progettato per risolvere il problema dei due indirizzi IP di un MH.
 - **Main goal:** rendere trasparente la mobilità per i protocolli di alto livello senza troppi cambiamenti nella preesistente infrastruttura Internet.

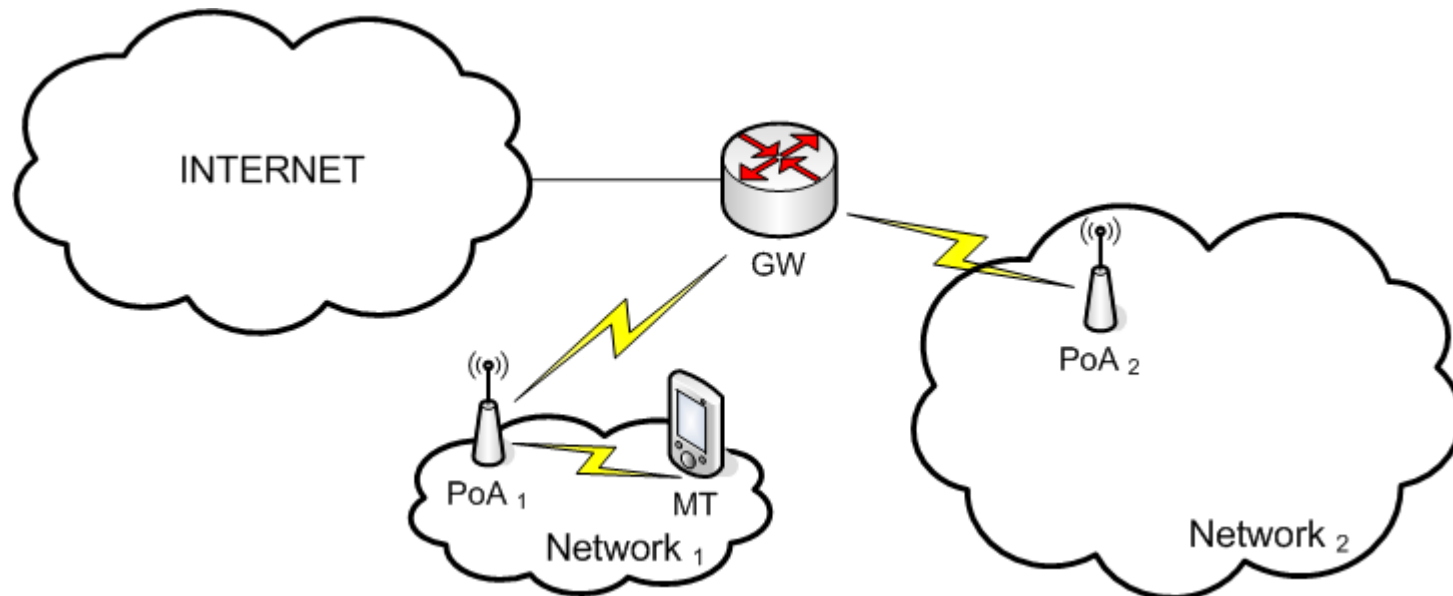
- Quando un **Mobile Terminal (MT)** si connette ad un **Punto di Accesso (PoA)**, può collegarsi a Internet ed ottenere un indirizzo IP (es. mediante DHCP o indirizzo statico).
- PoA_1 e PoA_2 rappresentano due punti di accesso differenti, facenti riferimento a due sottoreti diverse (ad es. $Network_1$ e $Network_2$).
- Il **Gateway (GW)** rappresenta il punto di accesso che collega il MT con Internet.



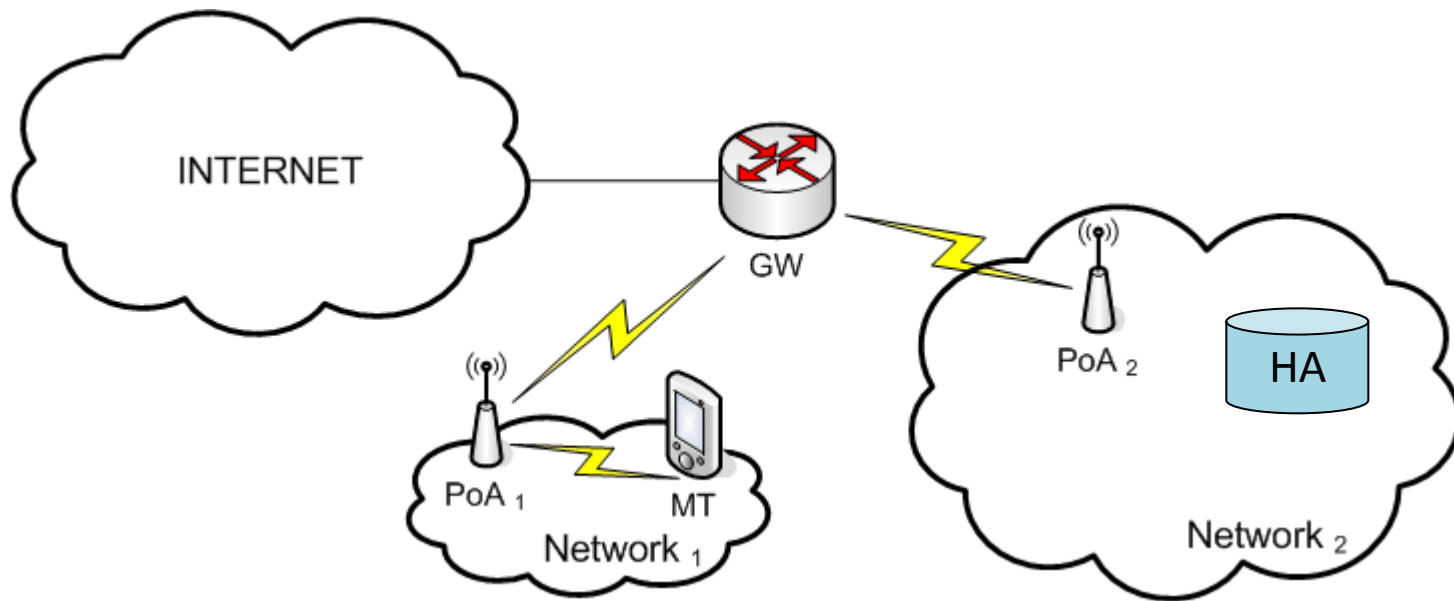
- Quando il MT si sposta da Network₂ a Network₁, la connessione con Internet verrà interrotta. Occorrerà instaurare una nuova connessione con PoA₁ per ottenere quindi un nuovo indirizzo IP.
- **Come evitare interruzioni del servizio quando un utente è in mobilità?**
 - **“*Tunneling IP*”**, ovvero un sistema di “imbustamento” di un pacchetto IP nel payload di un altro pacchetto IP.



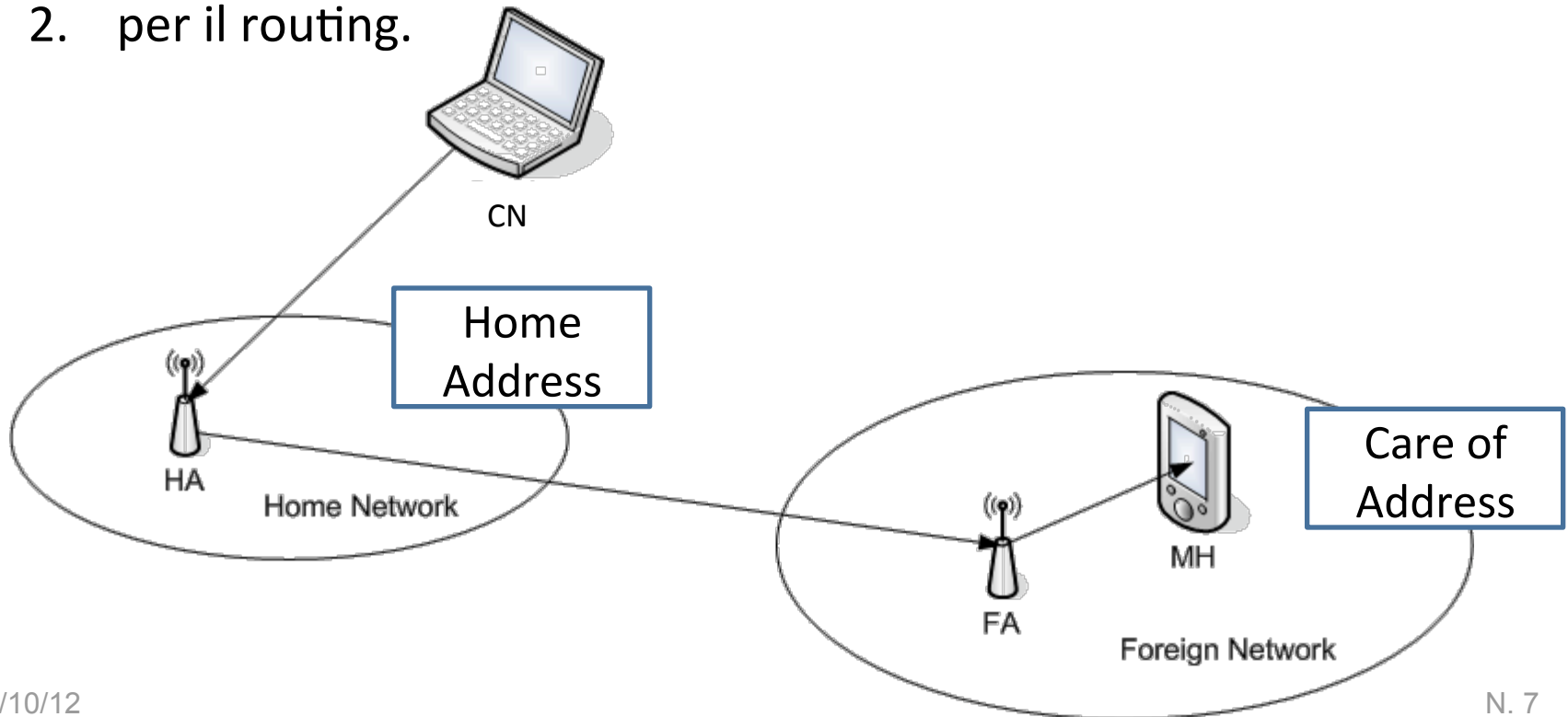
- Se, nel campo destinatario dei pacchetti IP trasmessi in downlink verso MT, si specifica **l'indirizzo IP del MT nella Network₂** (ovvero la rete originale), non è garantita la ricezione di pacchetti IP qualora il MT si sposti ed esca dalla Network₂, giungendo nella Network₁.



- **SOLUZIONE:** Occorre inviare i pacchetti IP tramite *un'entità di rete* in grado di “tenere traccia” degli eventuali spostamenti del MT.
- Tale entità di rete è rappresentata dall'**Home Agent (HA)** che conosce l'indirizzo IP del MT sulla rete originale (*i.e.* Network₂).

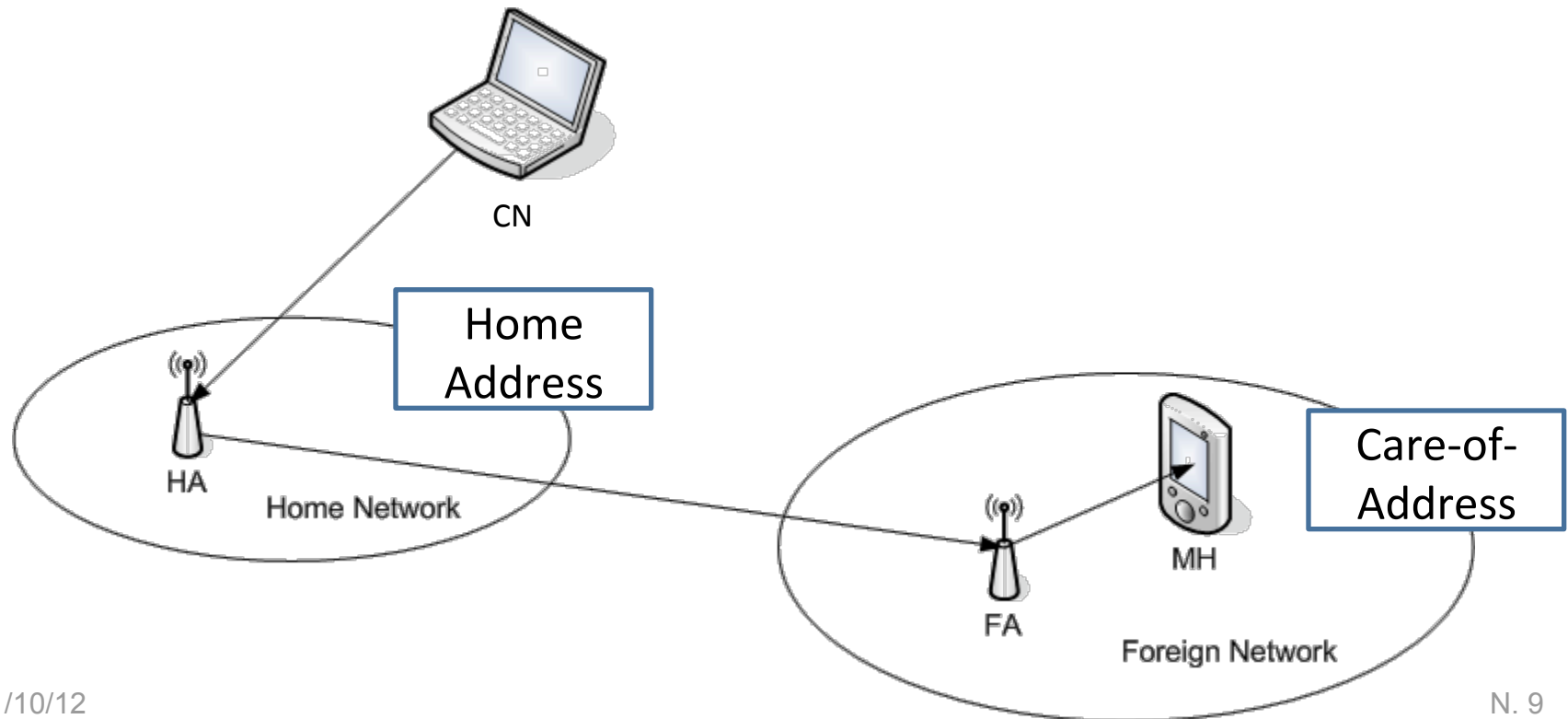


- **Mobile IP (MIP)** rappresenta una mobilità a livello di rete (modificando soltanto il protocollo IP). È trasparente al tipo di applicazione e permette il **seamless roaming**.
- A differenza di TCP/IP, Mobile IP utilizza due indirizzi IP:
 1. per la posizione,
 2. per il routing.

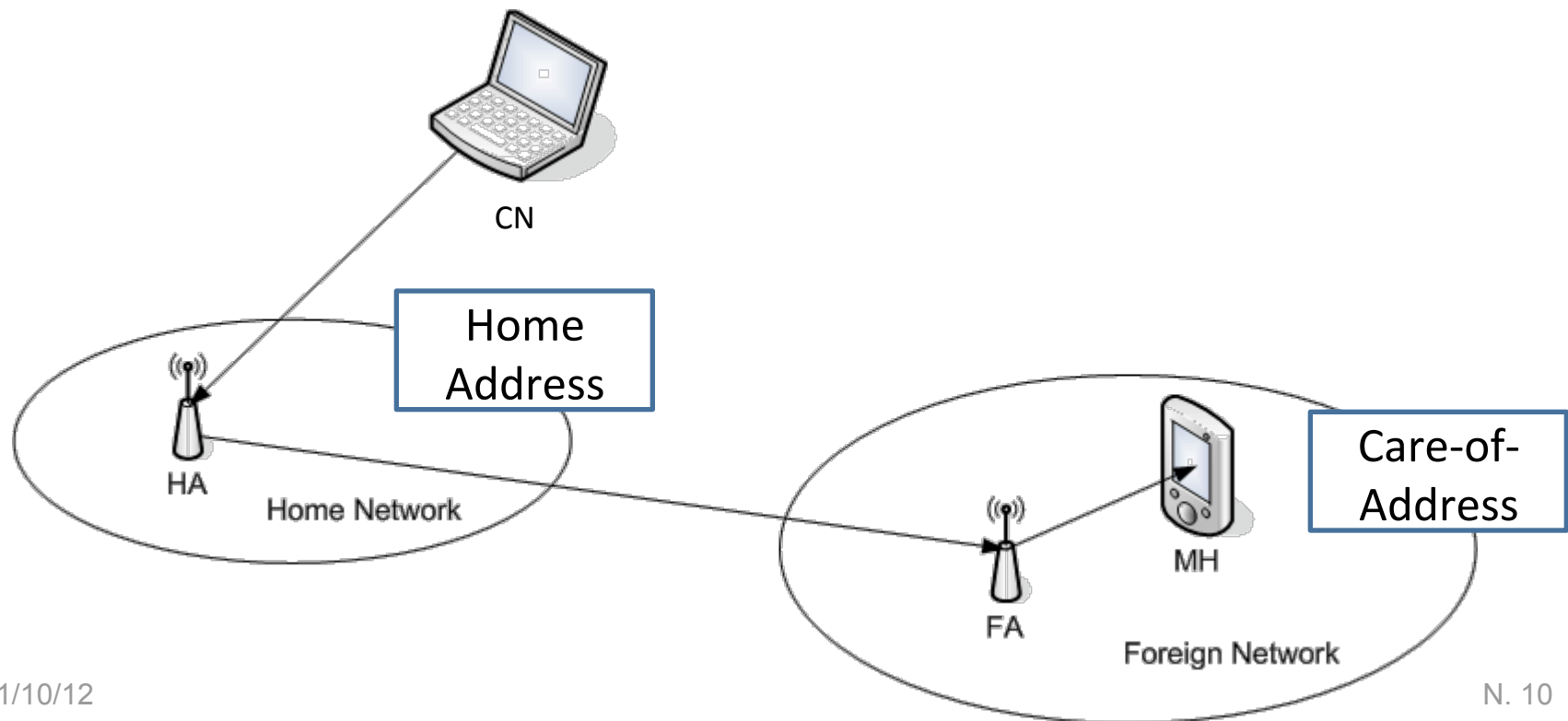


- **Mobile Host (MH)** può cambiare il proprio collegamento (*Point-of-Attachment, PoA*), pur mantenendo la comunicazione attiva.
- **Correspondent Node (CN)** è il nodo che colloquia con il MH.
- **Home Network (HN)** è la rete originale dove risiede il MT.
- **Home Agent (HA)** è un router con un'interfaccia di rete relativa all'Home Network del MH.
- **Foreign Network (FN)** è la rete ospite dove risiede temporaneamente il MT (chiamato Mobile Host).
- **Foreign Agent (FA)** è un router con un'interfaccia di rete relativa alla Foreign Network del MH.

- Il CN invia all'HA i pacchetti destinati al MH.
- L'HA conosce l'indirizzo IP del MH (*Home Address*), ma non la sua attuale posizione (*Care-of-Address*).
- L'HA comunica con il FA, il quale gli comunicherà l'attuale indirizzo IP del MH (*Care-of-Address*).



- L'**Home Agent** memorizza il *Care-of-Address* (CoA) del MH.
 - Inoltra i pacchetti destinati al MH e fa **Tunnel IP** verso il CoA, tramite il quale il MH può essere raggiunto.
- Il **Foreign Agent** assiste il MH e informa l'HA del CoA.
 - Effettua il "detunnel" dei pacchetti imbustati dall'HA.

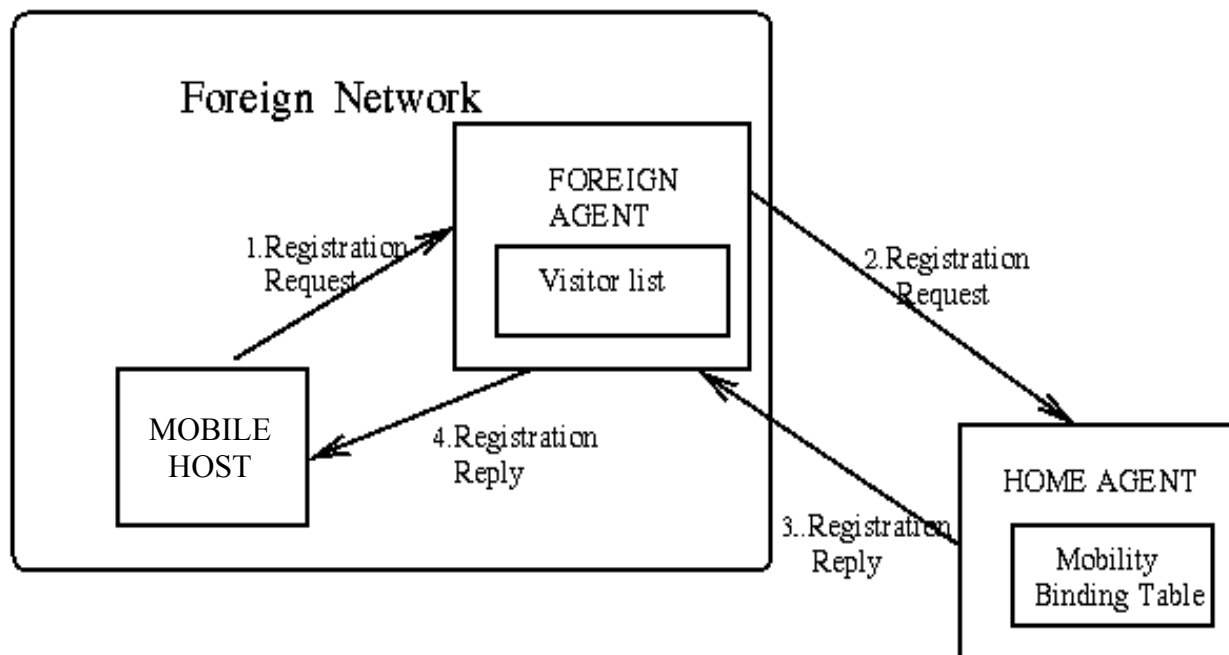


- Mobile IP consiste di 4 fasi:
 - 1. Agent Discovery;**
 - 2. Registration;**
 - 3. In service;**
 - 4. Deregistration**

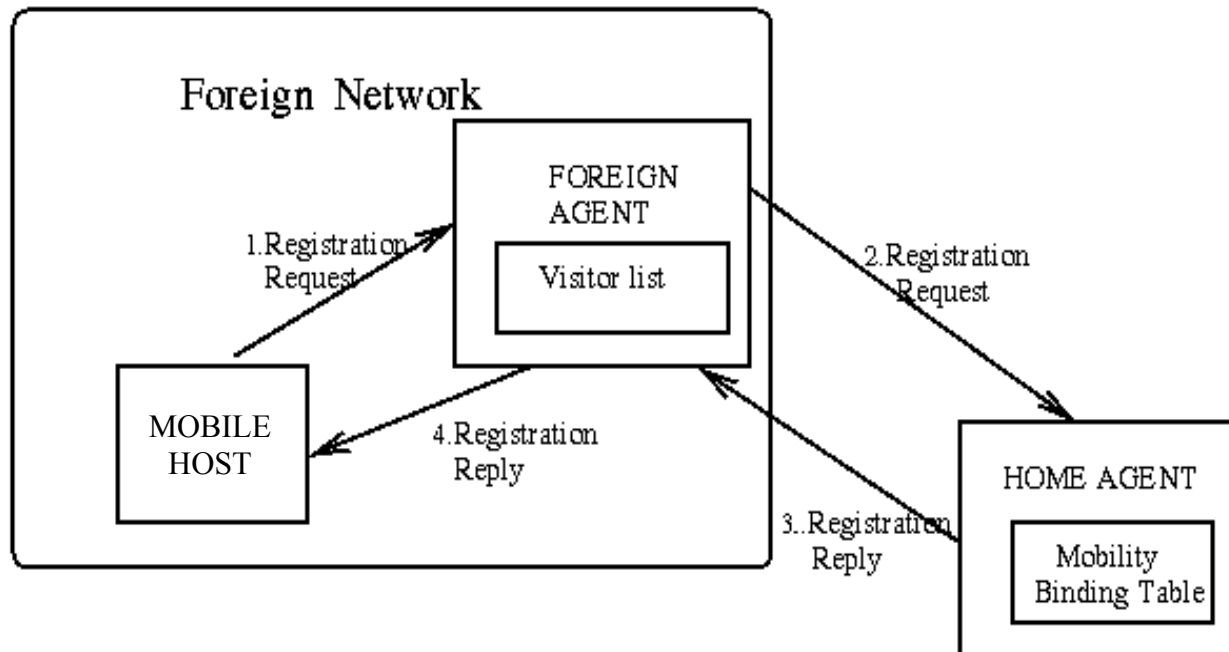
- L'**Agent Discovery** consiste dei seguenti steps:
 1. I *mobility agents* (i.e. HA e FA) segnalano la loro presenza mediante messaggi periodici inviati via broadcast, definiti come **Agent Advertisement messages**;
 2. Il MH che riceve l'Agent Advertisement message controlla da dove proviene il messaggio, se dalla sua HN oppure da una FN;
 3. Il MH può anche inviare un **Agent Solicitation message** invece di attendere un **Agent Advertisement message**.

- La fase di **Registration** consiste dei seguenti steps: (N.B. *Se un MH determina che si trova nella sua HN, allora non effettua nessuna procedura di mobilità*).

1. Se il MH si trova in una nuova rete, allora si registra con il FA, inviando un **Registration Request message** che include l'indirizzo IP statico del MH e l'indirizzo IP dell'HA.



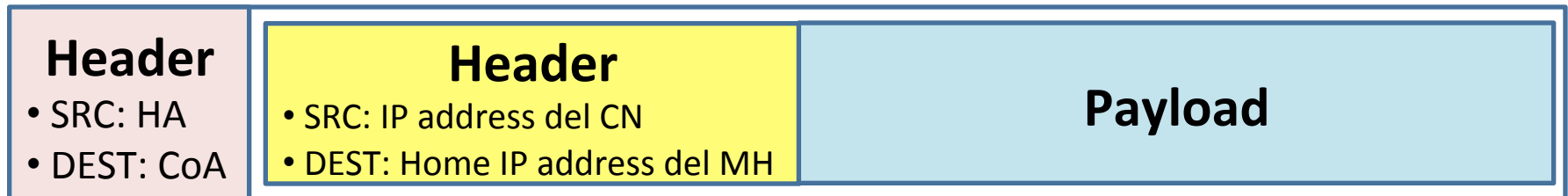
2. Il FA a sua volta invia all'HA una **Registration Request** che contiene l'indirizzo IP statico del MH e l'indirizzo IP del FA.
 - Quando l'HA riceve la Registration Request, aggiorna la *mobility binding table* e associa il **Care-of-Address** del MH con il suo indirizzo IP statico.
3. L'HA successivamente invia un acknowledgement al FA (Registration Reply).
 - Il FA aggiorna la *visitor list* e inserisce il MH.



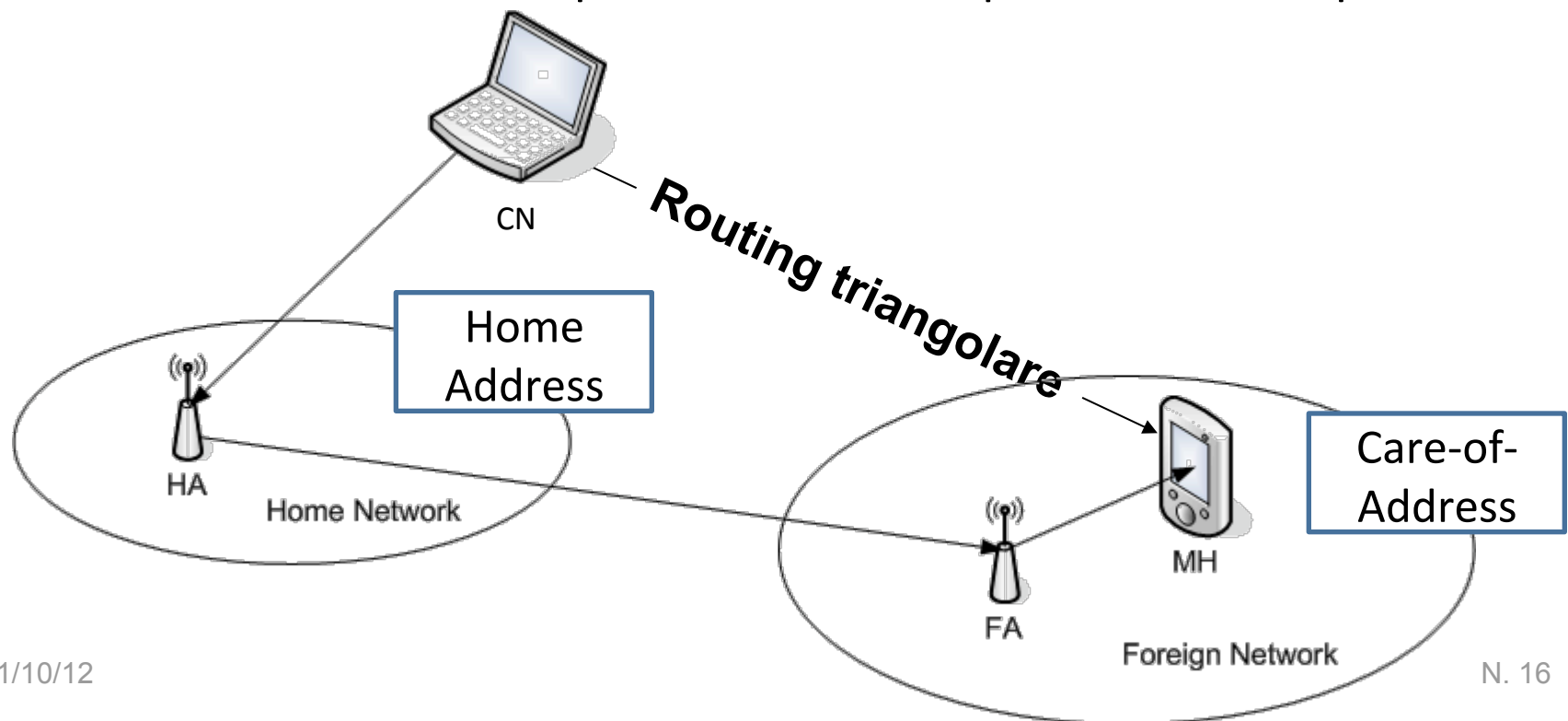
- L'indirizzo IP del MT non cambia, sarà il suo indirizzo IP statico.
 - Nell'header è memorizzato l'indirizzo IP del destinatario (*i.e.* MH) e l'indirizzo IP della sorgente (*i.e.* CN).



- Il pacchetto viene ricevuto dall'HA e **imbustato** nel pacchetto IP inviato dall'HA verso il FA
 - Nell'header è memorizzato l'indirizzo IP della sorgente (*i.e.* HA) e il CoA del MH.



- Il **Packet Tunneling** avviene tra l'HA e il FA.
- Il **Routing triangolare** permette la comunicazione direttamente tra il CN e il MH.
 - Se il FA non c'è nella Foreign Network, allora il MH avrà un **Co-located FA** e sarà responsabile del decapsulamento dei pacchetti.



- È necessario un meccanismo di **notifica degli spostamenti** del MH (**mobility binding**).
- L'HA costruisce una tabella degli spostamenti del MH (**mobility binding table**). Lo scopo è quello di mappare l'home address del MH con il suo care-of address, per inoltrare correttamente i pacchetti.
- In assenza della **mobility binding**, l'HA non potrà aggiornare la propria tabella di associazione IP statico / dinamico ed i pacchetti verranno inoltrati sempre allo stesso IP, anche quando il MH si è spostato.

Home Address	Care-of Address	Lifetime (in sec)
131.193.171.4	128.172.23.78	200
131.193.171.2	119.123.56.78	150

- Il FA mantiene una **visitor list** che contiene l'informazione relativa ai MH che si trovano attualmente nella FN.

Home Address	Home Agent Address	Media Address	Lifetime (in s)
131.193.44.14	131.193.44.7	00-60-08-95-66-E1	150
131.193.33.19	131.193.33.1	00-60-08-68-A2-56	200

- Se il CN e il MH sono nella stessa rete, ma non nella HN del MH, i messaggi subiranno un ritardo dovuto all'invio non necessario verso l'HA della HN.
- La **Route Optimization** prevede l'invio dei messaggi *direttamente al care-of address*, senza passare per l'HA.
- Tra i compiti della **Route Optimization**, vi è
 - 1. Updating binding caches.** Le binding caches sono mantenute dal CN per associare l'home address del MH con il suo *care-of address*. Esse vengono aggiornate periodicamente.
 - 2. Smooth handoff tra Foreign Agents.** Quando un MH si registra con un nuovo FA, occorre informare il vecchio FA di tale cambiamento. Il MH richiede al nuovo FA di inviare, durante la fase di registrazione, l'informazione della nuova posizione al vecchio FA.

- Un MH che vuole deregistrarsi, lo fa inviando al proprio HA un messaggio di Registration Request con il parametro di lifetime pari a 0.

- In Mobile IPv6 il CN è direttamente informato dell'attuale posizione di un MH con il quale intende comunicare (mediante "binding updates").
- I **Binding updates** servono per informare il CN della posizione di un MH
- Non vi è più bisogno del FA. La FN non è necessariamente informata della presenza di terminali mobili; la mobilità è gestita direttamente dai terminali mobili.
- Sfrutta le **Destination Options** incluse nel protocollo IPv6 (ad esempio per trasportare le "binding updates")

- **Numero di nodi**

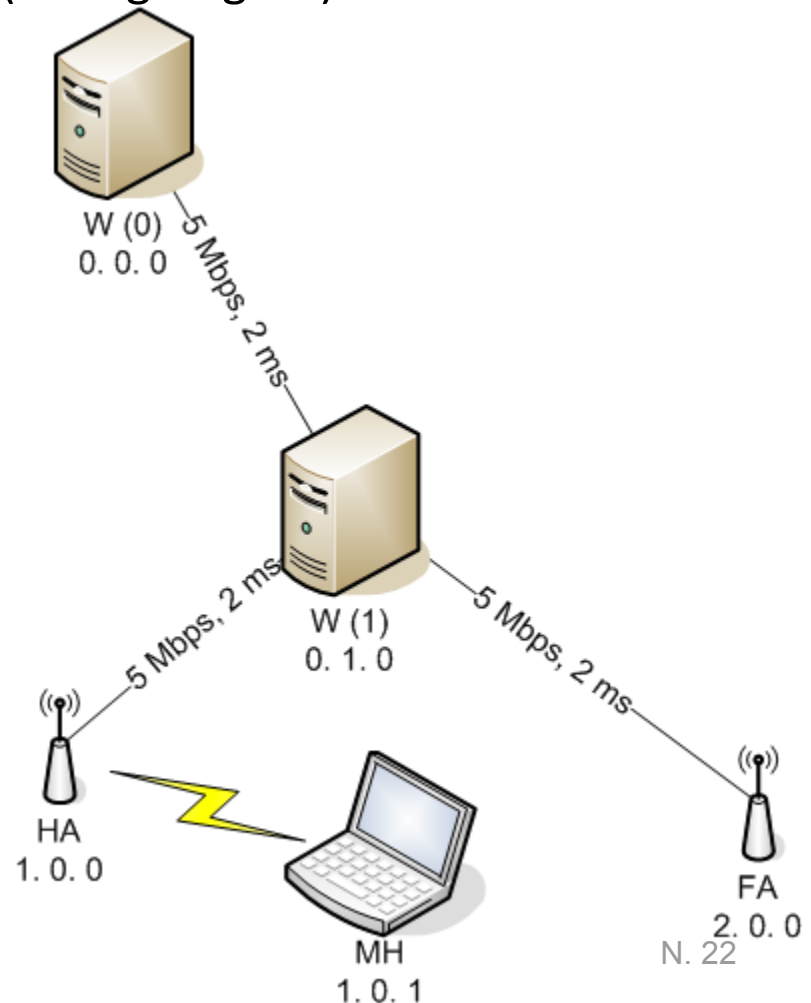
- 2 nodi fissi, W(0) e W(1),
- 2 agenti mobili, HA (Home Agent) e FA (Foreign Agent)
- 1 nodo mobile, MH (Mobile Host)

- **Traffico:** da W(0) a MH

- W(0) → W(1) → HA → MH

- **Mobilià:**

- MH si sposta verso il FA,
per poi tornare indietro verso l'HA
- Il cammino di routing cambia:
 1. W(0) → W(1) → FA → MH
 2. W(0) → W(1) → HA → MH



```

set opt(nn)          1      # numero dei nodi mobili
set num_wired_nodes 2      # numero dei nodi fissi
# opt() indica una variabile definita solo all'interno di
# questo script. val() è una variabile globale.

set opt(x) 670          # coordinate x e y della
                        # topologia di rete

set opt(y) 670

set opt(stop) 250      # istante temporale per
                        # interrompere la simulazione

set opt(tr-ns) wireless3-out.tr # file di traccia
set opt(tr-nam) wireless3-out.nam # file NAM

```

```
# Settaggi dell'IEEE 802.11
```

```
Mac/802_11 set dataRate_ 2.0e6
```

```
Mac/802_11 set RTSThreshold_ 3000
```

```
set tracefd [open $opt(tr-ns) w]
```

```
set namtrace [open $opt(tr-nam) w]
```

```
$ns_ trace-all $tracefd
```

```
$ns_ namtrace-all-wireless $namtrace $opt(x) $opt(y)
```

```
set topo [new Topography] # crea la topologia
```

```
$topo load_flatgrid $opt(x) $opt(y)
```

```
create-god [expr $opt(nn) + 2] # crea l'oggetto GOD  
(General Operations Director)
```



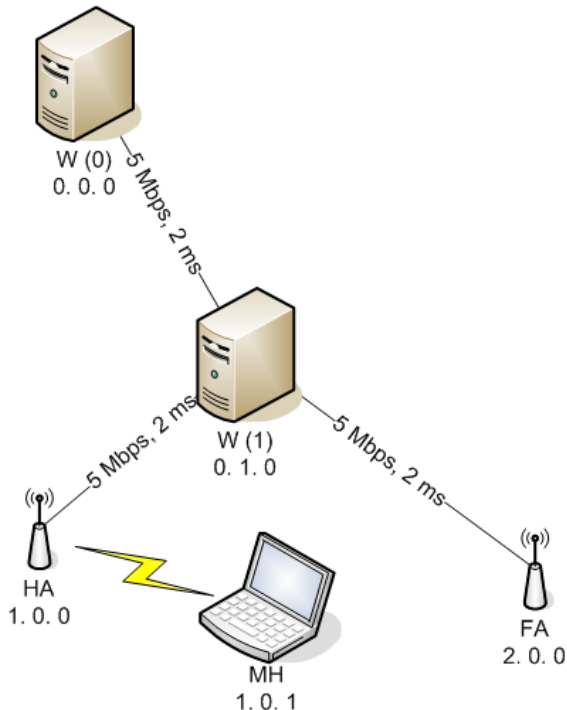
```
set ns_ [new Simulator]# crea la classe SIMULATORE
```

```
# indirizzi gerarchici per i nodi di rete
```

```
$ns_ node-config -addressType hierarchical
```

```
AddrParams set domain_num_ 3 # numero di domini
```

```
lappend cluster_num 2 1 1 # numero di clusters  
in ciascun dominio
```



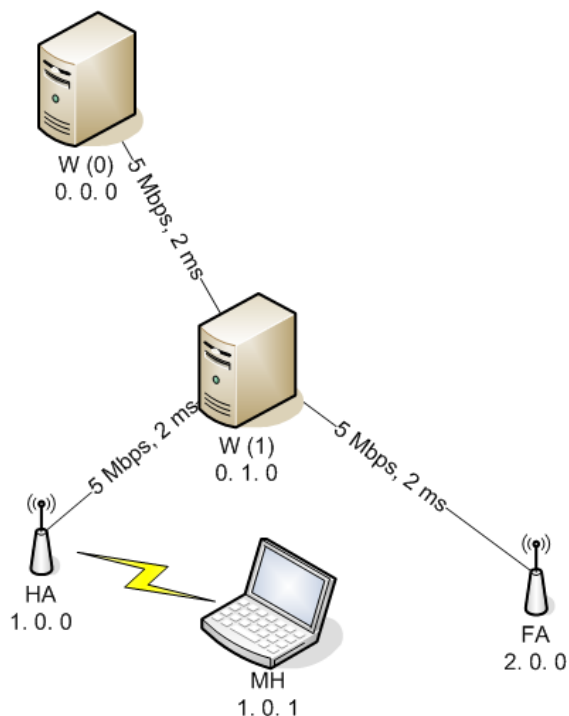
Domini	Clusters	Nodi
(1) 0.x.x	(1.1) 0.0.x	(1.1.1) 0.0.0
	(1.2) 0.1.x	(1.2.1) 0.1.0
(2) 1.x.x	(2.1) 1.0.x	(2.1.1) 1.0.0
		(2.1.2) 1.0.1
(3) 2.x.x	(3.1) 2.0.x	(3.1.1) 2.0.0

numero di nodi in ciascun cluster di ogni dominio

```
AddrParams set cluster_num_ $cluster_num
```

```
lappend eilastlevel 1 1 2 1
```

```
AddrParams set nodes_num_ $eilastlevel
```



Domini	Clusters	Nodi
(1) 0.x.x	(1.1) 0.0.x	(1.1.1) 0.0.0
	(1.2) 0.1.x	(1.2.1) 0.1.0
(2) 1.x.x	(2.1) 1.0.x	(2.1.1) 1.0.0
		(2.1.2) 1.0.1
(3) 2.x.x	(3.1) 2.0.x	(3.1.1) 2.0.0



crea 2 nodi fissi

**set W(0) [\$ns_ node 0.0.0] # il nodo W(0) con
indirizzo 0.0.0**

**set W(1) [\$ns_ node 0.1.0] # il nodo W(1) con
indirizzo 0.1.0**

Configurazione del Foreign Agent e Home Agent

```

$ns_ node-config      - mobileIP ON \      # Mobile IP
    -adhocRouting DSDV \
    -llType LL \
    -macType Mac/802_11 \
    -ifqType Queue/DropTail/PriQueue \
    -ifqLen 50 \
    -antType Antenna/OmniAntenna \
    -propType Propagation/TwoRayGround \
    -phyType Phy/WirelessPhy \
    -channelType Channel/WirelessChannel \
    -topoInstance $topo \
    -wiredRouting ON \
    -agentTrace ON \
    -routerTrace OFF \
    -macTrace OFF
  
```

Creazione dell'Home e Foreign Agent

```
set HA [$ns_ node 1.0.0]
```

```
set FA [$ns_ node 2.0.0]
```

```
$HA set X_ 1.00
```

```
$HA set Y_ 2.00 # Posizione dell'HA sul NAM
```

```
$HA set Z_ 0.00
```

```
$FA set X_ 650.00
```

```
$FA set Y_ 600.00 # Posizione dell'FA sul NAM
```

```
$FA set Z_ 0.00
```

Crea i collegamenti tra i nodi fissi e la Base Station

```
$ns_ duplex-link $W(0) $W(1) 5Mb 2ms DropTail
```

```
$ns_ duplex-link $W(1) $HA 5Mb 2ms DropTail
```

```
$ns_ duplex-link $W(1) $FA 5Mb 2ms DropTail
```

Istruzioni per la visualizzazione sul NAM

```
$ns_ duplex-link-op $W(0) $W(1) orient down
```

```
$ns_ duplex-link-op $W(1) $HA orient left-down
```

```
$ns_ duplex-link-op $W(1) $FA orient right-down
```

```

# Crea un nodo mobile (nel dominio dell'HA)
# che si sposta tra l'HA e il FA
# Disattiva il routing tra nodi fissi
$ns_ node-config -wiredRouting OFF

set MH [$ns_ node 1.0.1]      # crea il MH con
                             # indirizzo 1.0.1
set HAaddress [AddrParams addr2id [$HA node-addr]]
[$MH set regagent_] set home_agent_ $HAaddress

$MH set X_ 2.00
$MH set Y_ 2.00
$MH set Z_ 0.00

```

Il MH inizia a muoversi verso il FA

```
$ns_ at 100.00 "$MH setdest 640.00 610.00 20.00"
```

Il MH torna indietro verso l'HA

```
$ns_ at 200.00 "$MH setdest 2.00 2.00 20.00"
```

Definisce la posizione iniziale nel NAM

```
$ns_ initial_node_pos $MH 20
```


Creazione degli agenti TCP e Sink

```
set tcp1 [new Agent/TCP]
$tcp1 set class_ 2
```

Agent TCP



W(0)
0.0.0

```
set sink1 [new Agent/TCPSink]
$ns_ attach-agent $W(0) $tcp1
$ns_ attach-agent $MH $sink1
$ns_ connect $tcp1 $sink1
```

Agent Sink



MH
1.0.1

Creazione dell'applicazione FTP

```
set ftp1 [new Application/FTP]
$ftp1 attach-agent $tcp1
$ns_ at 100.0 "$ftp1 start"
```

Application FTP

Agent TCP



W(0)
0.0.0

Alla fine della simulazione viene resettato il
MH, l'HA e il FA

```
$ns_ at $opt(stop).0 "$MH reset"
```

```
$ns_ at $opt(stop).0 "$HA reset"
```

```
$ns_ at $opt(stop).0 "$FA reset"
```

```
$ns_ at $opt(stop).02 "puts \"NS EXITING...\"; $ns_  
halt"
```

```
$ns_ at $opt(stop).01 "finish"
```

```
proc finish {} {  
    global ns_ tracefd namtrace  
    close $tracefd  
    close $namtrace  
    exec rm -f out-tcp.xgr  
    exec awk -f fil-tcp.awk infra-out.tr > out-tcp.xgr  
    exec xgraph out-tcp.xgr &  
    exec nam infra-out.nam &  
}  
  
puts "Inizia la simulazione"  
$ns_ run
```

- <http://www.isi.edu/nsnam/ns/tutorial/nsscript6.html>
- <http://www.acm.org/crossroads/xrds7-2/mobileip.html>
- <http://icapeople.epfl.ch/iaad/teaching/HoE/ns.pdf>
- <http://academic.csuohio.edu/yuc/mobile07/week11-lab-mobileip.pdf>
- <http://academic.csuohio.edu/yuc/mobile07/week08-class-MIP.pdf>