

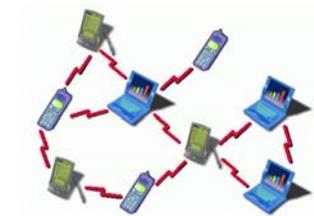
Routing basato su NACK nelle MANET

Gennaro (Rino) Vessio
gennaro.vessio@uniba.it

MANET

Una MANET è una rete wireless
caratterizzata da:

- l'**assenza** di una infrastruttura fisica fissa
- una topologia **dinamica**



2

Protocolli di routing

Al fine di stabilire una **comunicazione** fra
coppie di nodi si adottano specifici protocolli
di routing

Essi si basano sulla **cooperazione**: nodi
intermedi contribuiscono alla comunicazione
fra nodi non collegati direttamente

3

AODV

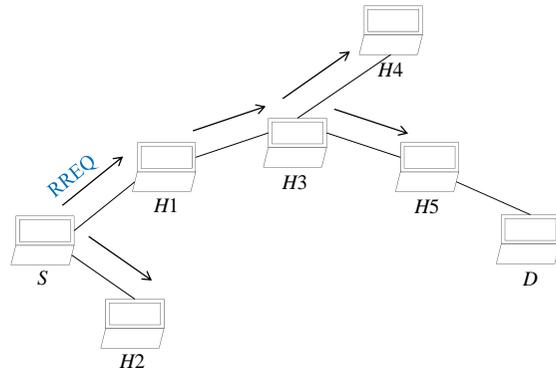
Popolare protocollo di routing per MANET
reattivo: le route sono stabilite on-demand

È caratterizzato da:

- l'uso di **tabelle di routing**
- l'uso di **sequence number**

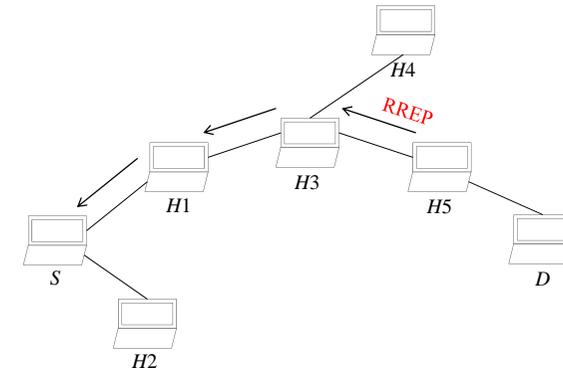
4

AODV: scenario illustrativo



5

AODV: scenario illustrativo



6

Network Topology Awareness

Ipotizziamo che la MANET sia appena stata inizializzata

Dopo il processo di route discovery chi è consapevole di chi?

Cosa s'intende esattamente con **consapevolezza**?

7

Network Topology Awareness

La consapevolezza della topologia è una **proprietà**

Domain-independent o domain-specific?

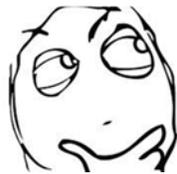
Safety o liveness?

8

Riflessione

AODV è un protocollo con **limitata** consapevolezza. Perché?

Come fare per aumentarla?



9

N-AODV

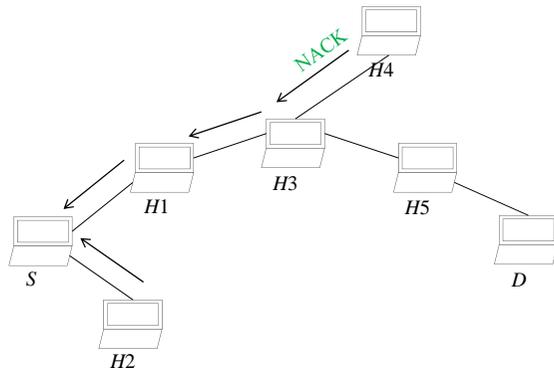
Introduciamo un **nuovo** pacchetto di controllo: un NACK!

Un nodo intermedio che **ignora** come raggiungere la destinazione comunica all'inziatore: «io non so nulla!»



10

N-AODV: scenario illustrativo



11

Cos'è cambiato?

Ipotizziamo che la MANET sia appena stata inizializzata

Dopo il processo di route discovery chi è consapevole di chi (chi ha beneficiato dei NACK)?

12

Modellazione

Abbiamo scritto la **specifica formale** del protocollo in ASM e ne abbiamo provato la **correttezza** [BPV14a]

A parte perché ci piacciono, perché usare le ASM?

13

Modellazione

Una ASM o una DASM?

Un insieme omogeneo o eterogeneo di agenti computazionali?

Ad alto livello di astrazione, quali attività ogni nodo svolge?

Esse computano in sequenza o in parallelo?

14

Modellazione

```
HostProgram(hi) =
  if wishToInitiate(self, dest) = true then
    Initiator(dest)
  if ~isEmpty(requests(self)) then {
    dest = top(requests(self)).dest
    nextHop = sender of top(requests(self))
    UpdateRoutingTable(self)
    Router(dest, nextHop)
  }

  if ~isEmpty(replies(self)) {
    dest = top(replies(self)).dest
    nextHop = select c.nextHop from
      routingTable(self) with dest = c.dest
    UpdateRoutingTable(self)
    UnicastRREP(nextHop)
    dequeue top(replies(self))
  }
  if ~isEmpty(nacks(self)) {
    dest = top(nacks(self)).dest
    nextHop = select c.nextHop from
      routingTable(self) with dest = c.dest
    UpdateRoutingTable(self)
    UnicastNACK(nextHop)
    dequeue top(nacks(self))
  }
```

15

Modellazione

Ciascuna ASM può trovarsi in più stati computazionali. Possiamo caratterizzarli con i seguenti **predicati sugli stati** [BPV15a]:

- idle
- initiating
- routing
- forwarding

16

Modellazione

Per esempio, $idle = wishToInitiate(\mathbf{self}, dest) = false \wedge isEmpty(requests(\mathbf{self})) = true \wedge isEmpty(replies(\mathbf{self})) = true \wedge isEmpty(nacks(\mathbf{self})) = true$

17

Prova di correttezza

È possibile dimostrare che:

- il modello è starvation-free
- *initiator* riceve i pacchetti in modo corretto:
 - almeno un RREP se esiste una route
 - solo NACK e nessun RREP se non esiste alcuna route
 - nessun pacchetto se è isolato

18

Sperimentazione

Abbiamo confrontato AODV e N-AODV rispetto a efficacia, efficienza e NTA attraverso **simulazioni** [BPV15b]

19

Sperimentazione

Rappresentiamo la mobilità mediante cambiamenti casuali di una **matrice di connettività**



$$c_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{se } i \text{ e } j \text{ sono vicini} \\ 0 & \text{altrimenti} \end{cases}$$

20

Sperimentazione

Disegno sperimentale:

- variabili indipendenti?
- variabili dipendenti?
- parametri?

21

Sperimentazione

Livello concettuale	Livello logico
Efficacia	Tasso totale di successo Tasso di successo dovuto alla topologia Tasso di successo dovuto alla consapevolezza dell'iniziatore Tasso di successo dovuto al route discovery
Efficienza	Control overhead
Network Topology Awareness	Dimensione delle tabelle di routing Aggiornamenti delle tabelle di routing Attivazioni di processi di broadcast

22

Sperimentazione

Interpretazione dei risultati:

- N-AODV è **più** efficace di AODV
- **non è meno** efficiente
- garantisce **maggiore** NTA

Persistono possibili
minacce e insidie.
Quali?



23

Riferimenti

[BPV14] Bianchi A., Pizzutilo S., Vessio G. Preliminary Description of NACK-based Ad-hoc On-demand Distance Vector Routing Protocol for MANETs. In: 9th International Conference on Software Engineering and Applications (ICSOFT-EA 2014), Vienna, Austria, 500-505, SciTePress (2014)

[BPV15a] Bianchi A., Pizzutilo S., Vessio G. Applying Predicate Abstraction to Abstract State Machines. In: 20th International Conference on Exploring Modelling Methods for Systems Analysis and Design (EMMSAD 2015), Stockholm, Sweden, 283-292, Springer (2015)

[BPV15b] Bianchi A., Pizzutilo S., Vessio G. Comparing AODV and N-AODV Routing Protocols for Mobile Ad-hoc Networks. In: 13th International Conference on Advances in Mobile Computing and Multimedia (MoMM 2015), Brussels, Belgium, ACM (to appear)

24