

## Esempio di Modellazione mediante ASM: Robust Source Routing - RSR

ASM per RSR

1

## Nota Preliminare

- La presente dispensa è una rivisitazione del lavoro svolto da Dario Pietro Cavallo e Ferdinando Filangieri per l'esame di Modelli per Sistemi Distribuiti Cooperativi nell'a.a. 2012-13 per il Corso di Laurea Magistrale in Informatica - Bari, intitolato "Descrizione e Modellizzazione del Protocollo Robust Source Routing mediante CPN e ASM"

ASM per RSR

2

## Sommario

- Motivazioni e Problemi
- Il protocollo RSR
- Modellazione in ASM

ASM per RSR

3

## Motivazioni e Problemi

- In una MANET tutti gli host devono poter accedere a (almeno una parte di) tutti i pacchetti, al fine di governare al meglio la comunicazione
- È facile per un host malintenzionato modificare pacchetti in transito, assumere l'identità di altri host, distruggere pacchetti, crearne di nuovi, ...
- La letteratura suggerisce varie soluzioni
  - Con diversi vantaggi/svantaggi

ASM per RSR

4

## Scopo del Modulo

- Tra i vari protocolli proposti è di particolare interesse per gli scopi del corso il protocollo di Robust Source Routing - RSR

## Assunzioni di RSR (1)

- Ogni nodo ha un identificatore univoco
- Ogni nodo riceve da un'autorità certificata:
  - Un certificato valido
  - Una coppia di chiavi pubblica/privata usate per firmare i pacchetti
- La comunicazione tra i nodi è simmetrica
  - Cioè, se N è nel transmission range di M, allora M è nel transmission range di N

## Assunzioni di RSR (2)

- Il livello link dei nodi della MANET fornisce servizi di trasmissione e rilevamento errori
- Ogni nodo nel percorso tra sorgente e destinazione è considerato come potenzialmente malevolo
  - Non ottiene fiducia totale dagli altri nodi
- Ogni nodo contiene una propria tabu list, che elenca i nodi che quel nodo considera malevoli o intrusi

## Dettagli di RSR

- Il protocollo prevede due fasi:
  - Route discovery
  - Route maintenance
- Header dei pck instradati
  - Source address: identificatore della sorgente
  - Destination address : identificatore della destinazione
  - Source route: cammino da seguire per spedire il pck da Source a Destination

## Route Discovery (1)

- Se Source deve comunicare con Dest di cui non conosce collocazione / percorso per raggiungerla, allora produce un Route Request (RREQ) Pck
- RREQ contiene:
  - Request ID: univoco e casuale, con id della sorgente identifica il RREQ pck
  - Exclusion links: lista di link che NON devono essere percorsi (eventualmente vuota)
  - Route record: lista dei nodi attraversati sino a quel momento dal RREQ pck e relative tabu list

ASM per RSR  
list

9

## Route Discovery (2)

- Exclusion list e tabu list sono entità separate:
  - Se il nodo N è inserito nella tabu list del nodo M allora M ignorerà tutti i RREQ pck generati da N
  - Se N fa parte di uno dei routing path di M continuerà a spedire a M i dati attraverso quel path, ma N non apparirà su nuovi path per M sino a che non riceverà un nuovo RREQ da M

ASM per RSR

10

## Route Discovery (3)

- Dopo aver generato un RREQ Source lo firma e lo spedisce in broadcast ai vicini
- Quando un nodo riceve un insieme di RREQ con lo stesso source address, ne sceglie uno casualmente e se vale almeno una delle seguenti lo scarta
  - Il Source che lo ha generato è nella tabu list
  - Il proprio id è nella tabu list del RREQ
  - La exclusion list include un link tra sé stesso e uno dei vicini elencati nel route record

ASM per RSR

11

## Route Discovery (4)

- Viceversa, viene verificata la firma
- Se la verifica della firma fallisce e il proprio livello link NON riporta un errore di trasmissione
  - Aggiunge nella propria tabu list l'identificatore di chi gli ha inviato il RREQ
  - Scarta il RREQ pck
- Se la firma è verificata il RREQ viene nuovamente reinviato ai vicini

ASM per RSR

12

## Route Discovery (5)

- Quando il RREQ raggiunge Dest, questi sceglie il cammino più vantaggioso considerando
  - Il numero di nodi attraversati
  - L'assenza di nodi della tabu list
  - L'assenza di link della Exclusion list
- Viene infine verificata la firma e se OK allora il RREQ è sostituito da un Route Reply (RREP) pck che viene inviato a Source

## Route Discovery (6)

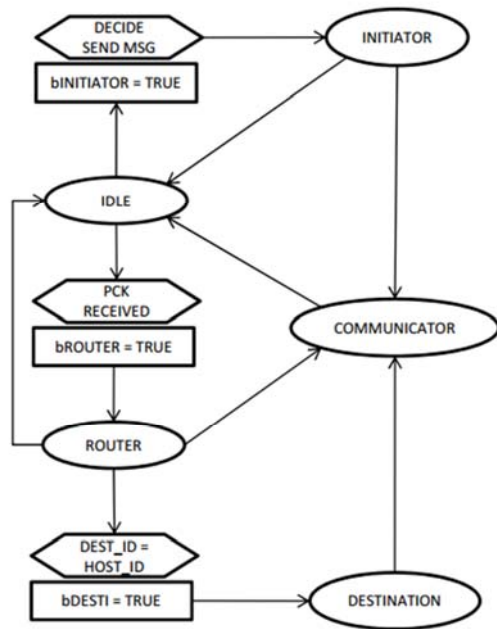
- RREP contiene:
  - Request ID corrispondente al Request ID del RREQ
  - Path, cioè la lista di nodi da seguire

## Fault Detection and Isolation (1)

- Se si evidenziano anomalie su un path viene usato il Forerunner (FR) pck per informare i nodi di quel path, costituito da:
  - Indirizzo della sorgente del FR pck
  - FR ID, che insieme al precedente identifica univocamente il pck
  - Expected data rate
  - Ack Indicator, flag 0/1 che se settato indica che chi riceve il FR pck oltre a inoltrarlo deve mandare un ack alla sorgente, altrimenti viene solo reinviato il FR pck

## Fault Detection and Isolation (2)

- FR pck viene via via inviato lungo tutti i nodi di quel path
- Ogni nodo lo verifica e, se valido lo inoltra ai vicini
- Se un nodo malintenzionato non reinvia il FR pck la sorgente non riceverà l'ack e quindi si assume che il path sia infetto



## RSR – Ground Model (1)

17

## RSR – Ground Model (2)

- Condizioni
  - *Decide send Msg*: Il nodo decide di comunicare con un altro nodo all'interno della rete MANET
  - *Pck Received*: Il nodo riceve un pacchetto da un altro nodo
  - *Dest\_ID = Host\_ID*: Il nodo verifica il proprio ID per controllare se è il destinatario del pacchetto

ASM per RSR

18

## RSR – Ground Model (3)

- Stati

IDLE (Stato Iniziale)	
beIDLE	TRUE
beINITIATOR	FALSE
beROUTER	FALSE
beDESTINATION	FALSE

INITIATOR	
beIDLE	FALSE
beINITIATOR	TRUE
beROUTER	FALSE
beDESTINATION	FALSE

ROUTER	
beIDLE	FALSE
beINITIATOR	FALSE
beROUTER	TRUE
beDESTINATION	FALSE

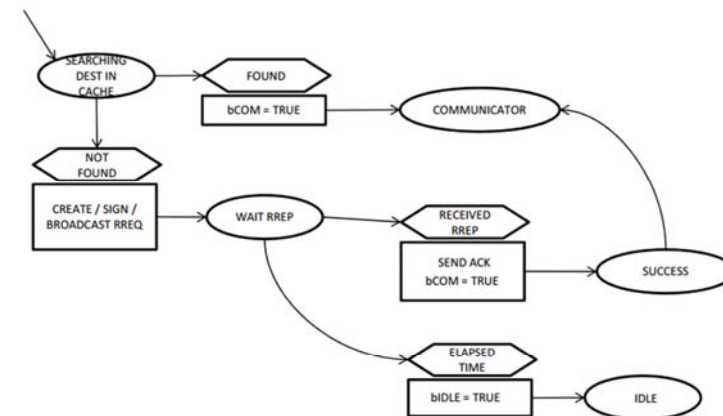
DESTINATION	
beIDLE	FALSE
beINITIATOR	FALSE
beROUTER	FALSE
beDESTINATION	TRUE

COMMUNICATOR	
beIDLE	FALSE
beINITIATOR	TRUE or FALSE
beROUTER	TRUE or FALSE
beDESTINATION	TRUE or FALSE

ASM per RSR

19

## RSR – Livello 1 – Initiator (1)



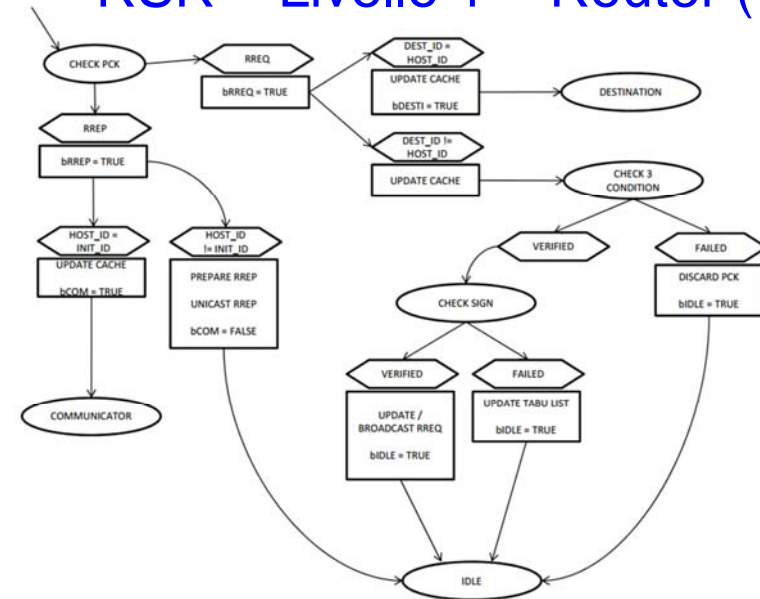
ASM per RSR

20

## RSR – Livello 1 – Initiator (2)

- Condizioni
  - *Found*: La sorgente ha trovato nella cache un percorso valido
  - *Not Found*: La sorgente non ha trovato nella cache un percorso valido
  - *Received RREP*: La sorgente riceve il pacchetto RREP
  - *Elapsed Time*: La sorgente non riceve entro un determinato timeout il pacchetto RREP

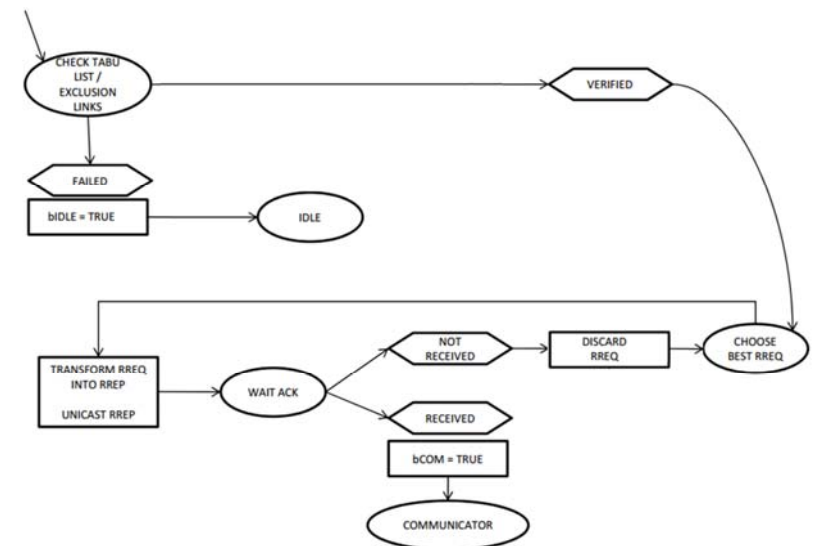
## RSR – Livello 1 – Router (1)



## RSR – Livello 1 – Router (2)

- Condizioni
  - *RREP*: Il nodo riceve un RREP pck
  - *RREQ*: Il nodo riceve un RREQ pck
  - *Host\_ID = Init\_ID*: Il nodo verifica il proprio ID per controllare se è il destinatario di RREP in quanto sorgente
  - *Dest\_ID = Host\_ID*: Il nodo verifica il proprio ID per controllare se è destinatario
  - *Verified*: Il nodo ha verificato le 3 condizioni di sicurezza e/o la firma
  - *Failed*: Il nodo non ha verificato le 3 condizioni di sicurezza e/o la firma

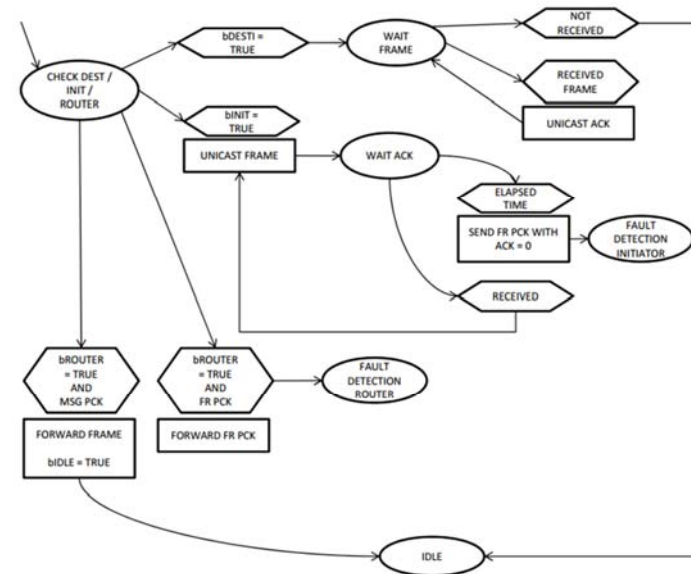
## RSR – Livello 1 – Destination (1)



## RSR – Livello 1 – Destination (2)

- Condizioni
  - *Verified*: Il nodo destinatario ha verificato le condizioni di sicurezza
  - *Failed*: Il nodo destinatario non ha verificato le condizioni di sicurezza
  - *Received*: Il nodo destinatario riceve l'ack relativo al RREP pck inviato in unicast alla sorgente
  - *Not Received*: Il nodo destinatario non riceve l'ack entro un certo timeout

## RSR – Livello 1 – Communicator (1)



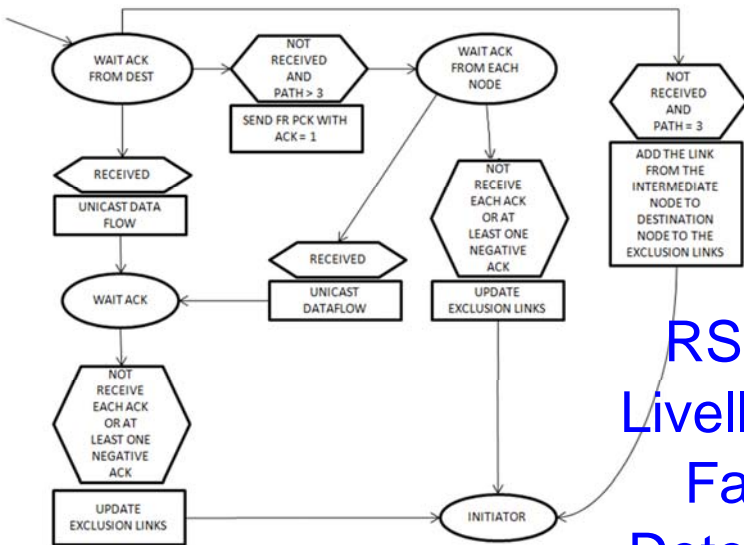
## RSR – Livello 1 – Communicator (2)

- Condizioni
  - $bDESTINATION = TRUE$ : il nodo è destinazione;
  - $bINITIATOR = TRUE$ : Il nodo è la sorgente
  - $bROUTER = TRUE$  and *MSG PCK*: Il nodo appartiene al percorso selezionato e riceve un frame relativo ad un messaggio
  - $bROUTER = TRUE$  and *FR PCK*: Il nodo riceve un FR pck e appartiene al percorso selezionato

## RSR – Livello 1 – Communicator (3)

- *Not Received*: Il nodo non riceve altri frame
- *Received Frame*: Il nodo riceve un frame
- *Elapsed Time*: Il nodo non riceve entro un determinato timeout l'ack relativo al frame inviato
- *Received*: Il nodo riceve entro un determinato timeout l'ack relativo al frame inviato





## RSR – Livello 2 – Fault Detection Initiator (1)

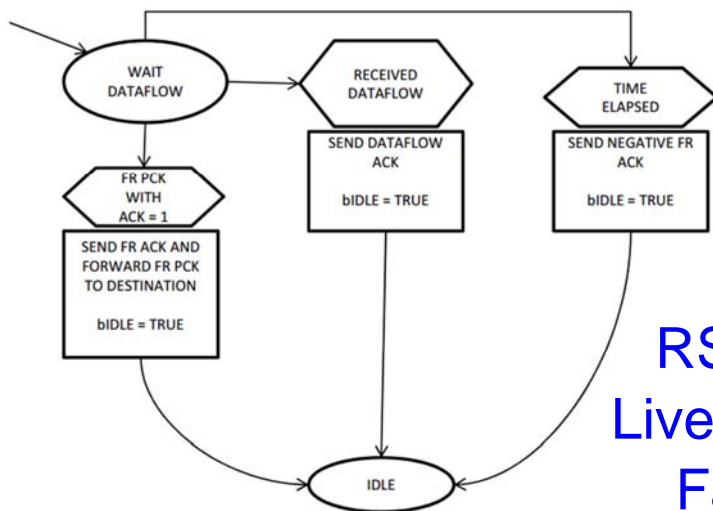
ASM per RSR

## RSR – Livello 2 – Fault Detection Initiator (2)

- Condizioni
  - *Received*: nodo sorgente riceve l'ack di FR pck
    - nel caso di `ack_indicator = 1` da tutti i nodi intermedi
  - *Not Received and Path = 3*: sorgente riceve l'ack e il percorso è lungo 3
  - *Not Received and Path > 3*: sorgente riceve l'ack e il percorso è maggiore di 3
  - *Not receive each ack or at least one negative ack*: Il nodo sorgente non riceve tutti gli ack o ne riceve almeno uno negativo

ASM per RSR

30



## RSR – Livello 2 – Fault Detection Router (1)

ASM per RSR

## RSR – Livello 2 – Fault Detection Router (2)

- Condizioni
  - *FR PCK with ack = 1*: Il router sul percorso riceve un pacchetto FR con `ack_indicator = 1`
  - *Received Data Flow*: Il nodo router sul percorso riceve il flusso di dati prestabilito
  - *Time Elapsed*: Il nodo router sul percorso non riceve il flusso di dati prestabilito

ASM per RSR

32