

UNIVERSITÀ DEL SALENTO  
FACOLTÀ DI INGEGNERIA

Corso di Laurea Specialistica in Ingegneria Informatica

---

TESI DI LAUREA IN TEORIA DEI PROTOCOLLI DI RETE

UNO SCHEMA DI  
CONTENTION-BASED FORWARDING  
PER TRASMISSIONI UNICAST  
IN UNA VANET

*Relatori:*

Ch.mo Prof. Mario De Blasi

Ing. Giovanni Ciccarese

*Correlatore:*

Ing. Cosimo Palazzo

*Laureando:*

Fabrizio Monaco

---

ANNO ACCADEMICO 2007-2008

*Il vero viaggio di scoperta non consiste  
nel cercare nuove terre,  
ma nell'aver nuovi occhi  
(Marcel Proust)*

# Indice

<b>Introduzione</b>	<b>I</b>
<b>1 La comunicazione tra veicoli</b>	<b>1</b>
1.1 La terminologia . . . . .	3
1.2 Applicazioni delle reti veicolari . . . . .	3
1.2.1 Applicazioni <i>safety</i> . . . . .	5
1.2.2 Applicazioni <i>non-safety/comfort</i> . . . . .	9
1.3 Tipologie di rete per le VANET . . . . .	10
1.3.1 Tipologia di rete infrastrutturata . . . . .	11
1.3.2 Tipologia di rete <i>wireless mesh</i> . . . . .	12
1.4 Ostacoli allo sviluppo delle applicazioni . . . . .	15
<b>2 Architettura delle VANET</b>	<b>18</b>
2.1 Lo stack protocollare . . . . .	18
2.2 Il livello fisico . . . . .	19
2.3 Il livello MAC . . . . .	27
2.4 Il livello di rete . . . . .	31
2.5 Il livello di trasporto . . . . .	32
<b>3 Il routing nelle reti veicolari</b>	<b>35</b>
3.1 Livello di rete: servizi e meccanismi . . . . .	35
3.2 Gli algoritmi di <i>routing</i> . . . . .	37
3.3 <i>Routing</i> e VANET: lo stato dell'arte . . . . .	38
3.3.1 DSDV . . . . .	40
3.3.2 AODV . . . . .	44
3.3.3 DSR . . . . .	48
3.4 Progetti rilevanti per le reti veicolari . . . . .	49
3.4.1 <i>Location service</i> . . . . .	51
3.4.2 A-STAR . . . . .	53
3.4.3 GPCR . . . . .	55
3.4.4 GyTAR . . . . .	56

---

<b>4</b>	<b>Uno schema di Contention-based Forwarding</b>	<b>60</b>
4.1	Un approccio <i>routeless</i> . . . . .	60
4.2	Il <i>forwarding</i> basato su contesa . . . . .	62
4.3	Uno schema innovativo per l'inoltro <i>contention-based</i> . . . . .	64
4.4	Problematiche del TCP sul CBF . . . . .	68
4.5	Ottimizzazione dello schema CBF . . . . .	72
<b>5</b>	<b>Analisi dei risultati</b>	<b>74</b>
5.1	Modello di simulazione . . . . .	74
5.1.1	Metriche utilizzate . . . . .	76
5.1.2	Analisi dell' <i>output</i> delle simulazioni . . . . .	78
5.2	Confronto tra CBF_base e AODV . . . . .	78
5.3	Miglioramento delle prestazioni con CBF_ottimizzato . . . . .	84
5.4	Conclusioni e sviluppi futuri . . . . .	90
	<b>Ringraziamenti</b>	<b>91</b>
	<b>Bibliografia</b>	<b>92</b>

# Introduzione

Ciascuno di noi trascorre quotidianamente molto tempo all'interno delle automobili per motivi di lavoro o svago e ciò ha spinto le case automobilistiche a progettare i veicoli come se fossero dei *luoghi di vita*.

Gli sforzi sono orientati verso la realizzazione di veicoli sempre più sicuri e più confortevoli, grazie all'adozione di tecnologie avanzate, relative a vari settori dell'ingegneria. Già oggi le automobili sono dotate di numerosi dispositivi elettronici che aiutano il conducente nella guida e cercano di rendere confortevole il viaggio agli altri passeggeri. I tempi sono però maturi per compiere un grande passo in avanti: *rendere l'automobile un'entità in grado di cooperare con i veicoli che la circondano*.

Negli ultimi anni è stato, infatti, introdotto il concetto di Vehicular Ad-hoc NETwork (VANET), per riferirsi ad una rete in cui i nodi sono rappresentati da veicoli, i quali comunicano senza richiedere la presenza di un'infrastruttura, ma basandosi sulla cooperazione: un nodo, oltre ad essere un *end-system*, può assumere il ruolo di *router* intermedio per il *forwarding* dei pacchetti verso una destinazione che non sia nella tratta radio del nodo mittente.

Le reti veicolari possono fornire il supporto per applicazioni ITS (*Intelligent Transportation System*) orientate alla sicurezza stradale ed a servizi di informazione ed intrattenimento. La natura del canale *wireless* e le caratteristiche

di una VANET pongono numerose sfide riguardanti l'utilizzo efficiente delle risorse trasmissive. Solo con un'attenta progettazione dei protocolli di instradamento dei pacchetti è possibile sfruttare pienamente le potenzialità offerte da questa tipologia di rete.

In ambito veicolare il problema maggiore per qualsiasi algoritmo di instradamento è l'elevata mobilità dei nodi, la quale inevitabilmente determina frequenti modifiche e partizionamenti della topologia della rete. Recentemente sono stati proposti alcuni approcci per il *forwarding* dei pacchetti *unicast* in una VANET che non richiedono l'uso delle rotte, ma che si affidano a tecniche di disseminazione intelligente: in questo modo risultano altamente scalabili e molto robusti a frequenti cambiamenti topologici.

È importante progettare lo schema di *forwarding* tenendo in conto i problemi che i protocolli dei livelli superiori accusano nelle VANET. Per esempio, il protocollo di livello trasporto utilizzato in Internet per il trasferimento affidabile dei dati, il TCP, ha un meccanismo di controllo della congestione che non è adatto ad operare in una VANET. Questo porta ad una sensibile degradazione delle prestazioni del TCP. Per alleviare questo problema, lo schema di *forwarding* potrebbe variare il *rate* di invio dei pacchetti a seconda dello stato di congestione della rete.

## Obiettivo del lavoro di tesi

Nel presente lavoro di tesi è stato definito e validato mediante il simulatore Network Simulator ver. 2 (NS2) uno schema per il *forwarding* di pacchetti *unicast* basato su contesa.

In particolare, uno schema di selezione del *forwarder* di tipo *distance-based*

è stato integrato con un meccanismo di controllo del *rate* di trasmissione dei pacchetti *hop-by-hop*. Ciò ha determinato un netto miglioramento delle prestazioni del TCP.

## Struttura dei capitoli

La tesi è strutturata in cinque capitoli.

Il primo capitolo introduce il lettore nel mondo degli ITS, illustrando le possibili applicazioni delle reti veicolari e le tipologie di rete applicabili allo scenario veicolare.

Il secondo capitolo richiama alcuni concetti fondamentali riguardo la comunicazione *wireless* ed esamina l'architettura delle reti veicolari.

Nel terzo capitolo l'attenzione è concentrata sul *routing*: sono analizzati i possibili approcci all'instradamento dei pacchetti nelle VANET, e le soluzioni presenti nella letteratura.

Nel quarto viene descritto lo schema proposto per il *forwarding* dei pacchetti basato su contesa.

Infine, nel quinto capitolo sono forniti i risultati ottenuti dalla campagna di simulazione; viene inoltre presentata un'accurata analisi di questi risultati; nella parte conclusiva si descrivono i punti fondamentali di quello che è il naturale prosieguo di questo lavoro di ricerca.