

適性緊急信息轉傳方法解決廣播風暴 與減少轉傳信息於車輛隨意網路之研究

王德譽
朝陽科技大學
資訊工程系
dywang@cyut.edu.tw

陳奕靜
朝陽科技大學
資訊工程系
ijchen@cyut.edu.tw

摘要

智能交通系統可於事故發生時，即時提供駕駛人路況資訊，讓駕駛人有足夠的反應時間，以降低意外再發生機率。最簡單的信息傳遞方法為信息廣播，節點將所接收之信息廣播給全體鄰近節點，由於車載網路中傳送信息數量過多，將可能導致廣播風暴。相關研究雖有提出降低轉傳訊息的方法，但仍無法兼顧降低訊息傳送量並提高封包傳送成功率。因此，本論文提出一適性信息轉傳方法，以適性分散式計算各車輛節點的轉傳範圍，並以機率分佈機制決定轉傳區域內車輛節點之轉傳機率。根據車流密度、平均速度與所處道路等級，計算出不轉傳範圍。同時加入轉傳機率的機制，適性調整出合適的轉傳範圍，以維持信息傳遞的可靠性，並達到減少冗餘重複封包傳送的目的。改善大量廣播所引發的信息搶道、封包碰撞而產生的廣播風暴問題。實驗數據顯示，所提的適性信息轉傳方法可明顯降低信息轉傳數量、不影響緊急信息轉傳遺失率、減少轉傳延遲。

關鍵詞：轉傳範圍、信息氾濫、車載網路、信息轉傳、信息轉傳延遲。

Abstract

The Intelligent Transportation System (ITS) is proposed to offer active safe driving and to provide more accurate traffic information timely. When some traffic accidents happen, ITS is respect to send some emergency messages that carries the important information to the others and then it could reduce the drivers' response time, reduce another traffic accident happening, and offer active safe driving system. However, in general, the emergency message is broadcast to neighbors and then every neighbor keeps

broadcasts the message. As a result, it easily leads to the message flooding problem in VANET. The message flooding brings several critical issues: 1) bringing too many messages forwarded in the network, 2) needing more hop-counts to forward the emergency message and then yielding long forwarding delay, 3) reducing the network utilization, etc. Thus, this paper proposes an adaptive efficient message forwarding approach to achieve above problems. The approach consists of two main aspects: 1) the adaptive forwarding range determination and 2) the probability-based forwarding determination for the vehicles located at the forwarding range. First, the adaptive forwarding range is computed according to the vehicle traffic density, the average vehicle speed of 1-hop neighbors, and the road class. Second, the probability-based forwarding mechanism is considered to reduce the number of messages. By using the two mechanisms, the proposed approach can significantly reduce the number of forwarding messages while not affecting the accurate of the traffic information. Numerical results demonstrate that the proposed approach outperforms the flooding approach in the number of forwarded messages and the hop-count of the forwarded message.

Keywords: Forwarding range, message flooding, VANET, message forwarding, message forwarding delay.

1. 簡介

智能交通系統 (Intelligent Transportation System, ITS)，可於事故發生時，即時提供駕駛人路況資訊，讓駕駛人提早反應，降低意外再發生機率。在車載網路 (Vehicular Ad-Hoc Network, VANET) 中，之訊息傳遞及轉傳方面有相當多的研究。而以 Flooding 基礎的路由協定，週期性廣播所收到的緊急信息及自己訊

息更新給鄰居。大量轉送封包雖能正確完整收集自己鄰居表上的資訊，卻因封包競爭搶道造成碰撞，而引發廣播風暴問題（broadcast storm）。

為降低轉傳信息數，Willke 等作者[1]提出 IVC（Inter-vehicle communication），透過前車定期收集座標與移動資訊，並廣播給後方跟隨之車輛。後方車輛依前車傳來的控制信息（control message），計算相對距離、車速與加速度，控制安全車距並及早煞車，以達到安全警示作用。

Tonguz 等作者[2]提出距離愈遠的節點轉傳優先權愈高的方法。距離來源節點愈遠的節點等待傳送時間愈短，也就是希望由它代為轉傳。Tonguz 分別討論三種方法：1) weighted p-persistence，設定權重值後再以 p-persistence 機率轉傳；2) slotted 1-persistence，不設權重值，等待 slotted 時間間隔後傳送；3) slotted p-persistence，不設權重值，等待 slotted 時間間隔後以 p-persistence 機率傳送。其中第 1 種方法，鏈結連接率與封包到達率皆比第 2 及 3 種方法高。Tonguz 提出的方法，雖可降低封包碰撞的機率，但並未考慮如何減少多餘且重複信息傳送。

Lee 等作者[3]提出 FR-EDM（Fast and reliable emergency message dissemination mechanism），當前方發生事故，需要透過中間的中繼節點將緊急信息轉傳給後方 Hot spot area 區域車輛知道，以及早煞車或提早改道，避免連續事故發生。此篇文獻中提出 block 的概念，利用目前的道路密度適性調整 block 不轉傳的範圍。作者先求出密度低與密度高的轉傳機率，車輛密度高時選擇不傳的範圍大（選大 block），信息轉傳成功率會相對提升。FR-EDM 雖能減少信息的重複轉送，但其所選擇 block 最多也只有 $16_m \times 16_m$ 範圍不傳，整體信息的減少成效仍然有限。

Bai 等作者[4]提出 BCF（Beacon-based Cooperative Forwarding），透過合作候選機制，當被選出來的候選節點未於時間內幫忙轉傳，也就是助手節點（helper node）未同時收到候選節點與原傳送節點傳來之相同信息，則表示可能發生碰撞，以致候選節點未完成轉傳。在此情況下助手節點將於等待最長時間（ 2τ ）後，進行重傳。由選定候選節點來幫忙轉傳，若候選節點於傳送時間結束仍無法順利轉傳出去，再由助手節點來補傳，此法優點是可以選定多個候選節點來代為轉

傳，當無法順利傳送則會由對向助手節點重傳，以降低封包遺失率。

不同的 Fading model 對距離與信息衰退的影響方面，Two-Ray Fading model 並未考慮信息衰退與收訊機率之關係，其在傳輸範圍內可百分之百收到轉傳信息，但一旦超出範圍則完全收不到任何訊號。因此，Bai 選用 Nakagami-m 機率型 fading model，其中若設定隨機衰退因子（random fading factor） $m=5$ ，距離於 800m 內訊息傳送成功率約能達到百分之八十。然而，Bai 提出的方法，若是被選出的節點皆離開行駛的路段，則不能確定是否還能及時反應。

Suriyapaiboonwattana 等作者[5]提出 APAL（Adaptive probability alert protocol）演算法，討論如何適性調整緊急信息傳播，以增進車載網路上信息轉傳的可靠性、提高警報性能，且改善道路安全管理。Suriyapaiboonwattana 將「機率」的概念加上「等待下次傳送的時間」，各節點隨機選出轉傳機率及等待時間等二參數，適性調整信息傳送的間隔，以減少重複收到緊急信息的數量。當車輛多時發生碰撞機率會增加，故節點若發生碰撞時，下次等待傳送時間則會拉長以避免碰撞的機率再發生。此法可實現最低的延遲於信息的轉傳應用，降低封包產生碰撞的機率。

Lee 等作者[6]提出 alert message propagation scheme 方法，當緊急事件於道路上發生，緊急訊息轉傳機制以優先權（priority-based delayed forwarding）為基礎，當各點收到相同信息時優先權高的節點會成功傳送，以有效抑制其他節點轉傳信息。為提高轉播率需找 1 台或數台符合在車後方、同向移動且選定優先權高（離發送節點距離遠）者為候選節點。此法之優點是經過最少的轉傳節點，保證可靠且快速傳送緊急信息至各點。

Chen 等作者[7]探討車速與密度對車流量的直接衝擊與影響關係，比較固定傳輸範圍與動態調整傳輸範圍於高速公路環境下，線道對信息到達率（message delivery ratio, MDR）以及封包到達率（packet reception rates, PRR）的影響。作者發現 2 線道相互干擾狀況最為嚴重，其比多線道產生更多信息干擾，且信息到達率最低。但當只有 1 個線道時，由於沒有爭道之情形，故可保證信息傳遞可靠性。Chen 提出的方法優點是透過密度與車速之關

係，適性調整傳輸範圍。當道路發生擁塞，車輛密度高時，調整傳輸範圍，以降低因傳遞封包數量多、競爭搶道，造成的封包遺失率。

為分辨那些該傳、那些可省略不傳，以減少傳送的信息數，許多相關的研究討論，設定各點的傳送優先次序，其分析有三：1)較遠的節點優先權較高；2)考慮車輛移動速度與方向，選出較穩定的節點，被選定的穩定節點可持續保持 link life time，以維持可靠傳輸；3)隨機選出中繼點來轉播。然而，相關文獻對於有效減少轉傳信息之機制，尚有可改善之處。因此，我們提出有效適性方法改善冗餘重複封包轉傳，更快速且可靠的將緊急信息傳送至後方車輛，來達到即時適量之快速轉傳機制。

本論文所提方法包括兩大部分：(1)適性考量車流速度與密度之信息轉傳法；(2)由轉傳區域隨機選擇轉傳法。達到由較少的節點來轉傳，且信息轉傳數若過多時，再隨機選出各點的轉傳機率與等待傳送時間。透過分散節點計算，可依不同道路等級、車速與車輛密度等不同狀況，適性調整信息轉傳的範圍。由於此法能快速轉傳，對於訊號衰減導致投遞失敗、Wireless Link 中斷或中繼節點離開傳輸範圍等造成的封包傳送成功率 (Packet Delivery Rate, PDR)降低之問題，更有效的改善。另外，由於此方法減少轉傳信息數量，故亦可有效減少信息轉傳延遲 (Packet Forwarding Delay)，並降低電力耗損。

本篇論文後面章節架構如下，第二節定義我們所使用的網路架構模型與數學符號，第三節描述所提出的自適應動態調整不轉傳範圍的步驟分析及解說，模擬分析與結果於第四節探討依道路密度、車速與道路等級來進行轉傳範圍並評估其效能的數據結果，最後為本篇結論與未來工作。

2. 網路模型

本節首先針對封包連結分析及自適應車輛導航建立網路模型，接著定義其數學模式，最後，定義效能評估準則以估測相關信息轉傳方法及本論文提出的方法之效能。

車載網路模型 $G=(V,E)$ 如圖 1，其包含一組移動車輛(mobile vehicles V)及一組無線網路(wireless links E)。路旁固定的道路基礎設備(Road Side Unit, RSU)為固定的節點，其可做為移動節點與車輛的連繫。因此，車輛

在 RSU 服務的範圍內，都可接收到交通資訊中心(Traffic Information Center, TIC)的完整交通資訊。透過車間通訊 (Inter-Vehicle Communications, IVC) 或車對車通訊 (Car-to-car Communications, C2C)，一些車輛形成的車載網路，亦可分享其區域內的交通訊息。此外，利用電子地圖並假設一些車輛車上裝有 GPS 系統，各種不同形式的感應器及無線網路界面。因此，車輛 v 的速度 vel_v 、方向 dir_v 及經緯度座標 $(x,y)_v$ 都可獲得。我們更進一步假設不是導航模式的車輛，移動路徑為隨機之公路路線，也就是當其移動至任何公路交叉路口，隨機一個公路方向前進。本模型以這樣隨機移動的車輛作為交通背景。

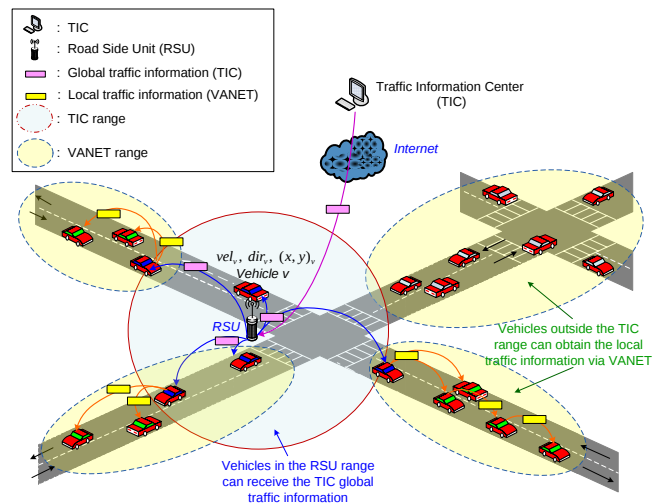


圖 1. 網路模型

3. 緊急信息適性轉傳方法

本論文利用車輛間互相交換車流密度、車速與道路等級等車流資訊，讓各節點透過接收到的車流資訊，計算出目前此路段的車流密度，再根據密度、車速等參數適性調整不轉傳信息的範圍。當車流密度高時，減少轉傳範圍，也就是降低信息數量；相反的，當車流密度低時，車輛少則不轉傳範圍較小，也就是增加信息數量。這種以車流密度為主的適性調整不轉傳範圍的方法，可依目前車輛多寡，求出此傳輸半徑內需轉傳距離，落於此範圍內之車輛才需代為轉傳信息，而其餘車輛則不需轉傳以減少重複轉傳信息數量，減少各個路段的冗餘信息轉播。不但可減少車載網路上，冗餘且重複轉傳的信息，且可提高傳遞效率，即縮短信息傳送時間及提高頻寬使用率，並有效降低因大量

傳送封包引發碰撞導致的封包遺失率，同時也避免頻寬的浪費。

本方法依目前道路車輛密度、平均車速與不同的道路等級，調變出傳輸範圍內各點的不轉傳距離。第一次廣播緊急信息時，封包中夾帶上述相關的轉傳資料，各節點於收到此信息後再依照自己所處的相對位置，決定是否落於需轉傳的範圍。不同於其他透過轉傳機率或找穩定的某些點來傳送，例如：固定傳距離最遠或傳幾輛車等方式來決定轉傳範圍。而是透過以不斷變動的道路參數，適性調變出需轉傳的範圍。

本文所提出以道路狀況為基礎適性調整轉傳範圍，探討依道路密度、車速與道路等級來進行轉傳範圍並評估其效能。依據不同的道路情形本研究歸納出 8 種不轉傳範圍，分述如下：因此，可改進 flooding 信息過多造成 MAC layer 封包因為競爭搶道所引發的廣播風暴問題。

通常低密度會有較高的移動速度、高密度則相反，因此本研究提出於密度高情形下，減少傳送的封包。每個節點都具備三項參數，分別為 S (道路等級)、 ρ (密度) 和 V (平均車速)。例如：當道路等級高(S_H)、密度低(ρ_L)且平均車速快(V_H)，判斷出 r_H (道路等級高的不傳範圍)。與道路等級低(S_L)、密度低(ρ_L)且平均車速快(V_H)，判斷出 r_L (道路等級低的不傳範圍)相比， $r_H < r_L$ 。本篇主要探討三個效能參數分別對 r (不傳範圍)之影響，影響因子分析如圖 2 所示。

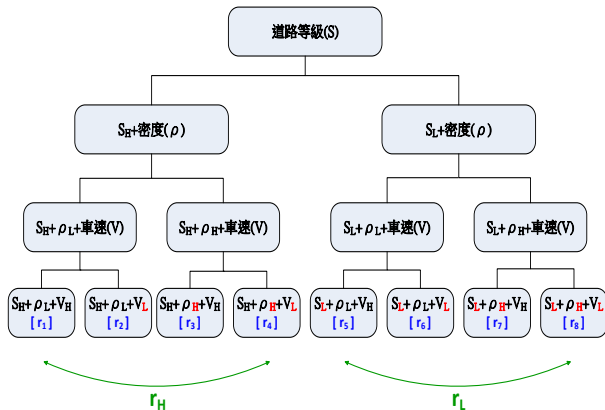


圖 2. 影響因子分析圖

此方法將現實環境中道路情境分為八個情境，依照不同的道路車輛密度與車速及不同的道路等級，調變出傳輸範圍內各點的不

轉傳範圍，以減少重複冗餘的廣播信息。提供一個有效的轉傳機制，實現了當密度低時傳多一點信息、但當密度高道路產生壅塞情況下即傳少一點信息，如圖 3 所示。

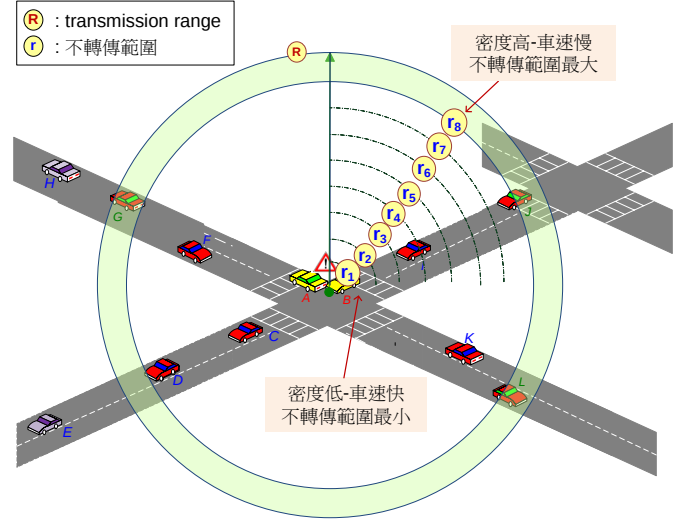


圖 3. 道路環境與不轉傳範圍示意圖

3-1.各項影響因子

本篇假設密度、道路等級與車速不同可區分為 8 種不轉傳範圍，如表 1 與表 2 所示。

表 1. 道路等級(Highway)

S (Highway)	V 快	V 慢
ρ 高	r_3	r_4
ρ 低	r_1	r_2

表 2. 道路等級(Road)

S (Road)	V 快	V 慢
ρ 高	r_7	r_8
ρ 低	r_5	r_6

依照道路等級將此路段所有車輛的平均速度簡化成快、慢兩種速度等級。道路流量分級則以該傳輸範圍內車輛數超過二分之一設為高密度，如小於則設為低密度。依據以上資訊將車流資訊分級如表 3 所示。

表 3. 道路流量分級表

參數	S (道路等級)	ρ (密度)	V (平均車速)
高	S (Highway)	S_H	51-100 _{car} ρ_H 91-110 _{km/h} V_H
		S_L	0-50 _{car} ρ_L 0-90 _{km/h} V_L
低	S (Road)	S_H	81-100 _{car} ρ_H 51-70 _{km/h} V_H
		S_L	0-80 _{car} ρ_L 0-50 _{km/h} V_L

舉例來說，當於高速公路環境下， R (傳輸半徑 1000m)、車輛密度低、車速慢，故不需轉傳範圍為 r_2 (125m 不轉傳)、需轉傳範圍為 (875m 需轉傳)；反之在道路等級較低的一般道路環境下，車輛密度高、車速快，故不需轉傳範圍為 r_7 (875m 不轉傳)、需轉傳範圍為 (125m 需轉傳)，如圖 4 所示。

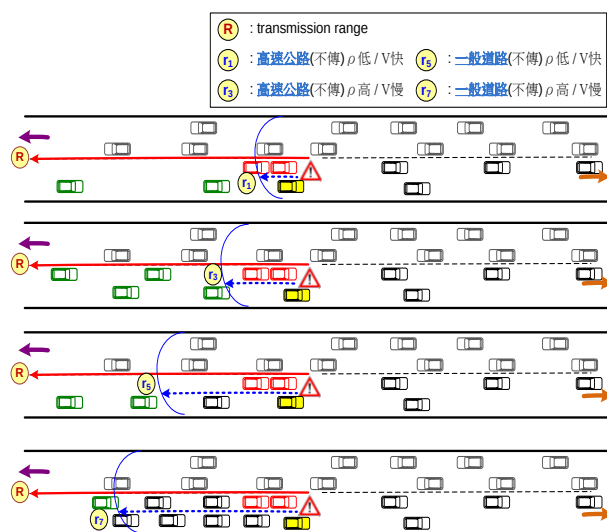


圖 4. 道路流量分級與信息轉傳範圍

將傳輸半徑平均分為 8 等份，每一等份中 r (不傳範圍)與 $R-r$ (轉傳範圍)比例如表 4 所示。

表 4. 緊急信息轉傳比率彙整表

道路等級		r (不傳範圍)	$R-r$ (轉傳範圍)
S_H	r_1	0/8R	8/8R
	r_2	1/8R	7/8R
	r_3	2/8R	6/8R
	r_4	3/8R	5/8R
S_L	r_5	4/8R	4/8R
	r_6	5/8R	3/8R
	r_7	6/8R	2/8R
	r_8	7/8R	1/8R

當相同的密度與車速時，不同的道路等級將會有不相同 r (不傳範圍) 的表現，例如有相同的密度與車速，但分別於高速公路環境下，與一般道路環境中，其 r (不傳範圍) 的表現

$r_H < r_L$ 。這是由於相同情形下(例如：當密度低、車速快)，但高速公路平均車速較快，故車流量(throughput)也相對較一般道路環境高，故不需轉傳範圍為最低。需要透過較多的節點逕行轉傳以達到信息傳送之可靠性。

3-2. 步驟流程

我們將此方法分為下列三個步驟，分別為：(1)感測與交換道路流量資訊。(2)適性判斷出不傳範圍 r 。(3)信息轉傳。上述情況如何根據道路實際分佈情況找出最佳傳輸範圍，利用最少的節點數、成功轉傳予後方車輛節點。此機制主要將步驟 1 紀錄於自己的車流資訊表 (Local Traffic Table) 中的資訊 (step 1)，透過步驟 2 評估出此傳輸半徑內目前最佳的不傳範圍 (step 2-1)；source node 將此傳輸半徑內不轉傳距離透過每秒 beacon message 中帶出，各點於收到 beacon message 後依自己與 source node 間的相對距離決定自己是否代為轉傳訊息出去 (step 2-2)。為了再減少轉傳訊息數，座落於該代為轉傳範圍內之車輛，可依據轉傳機率與等待傳送時間再減少一部份信息數量 (step 3)。詳細步驟說明如圖 5 所示。

減少轉傳信息數：R v.s. r :

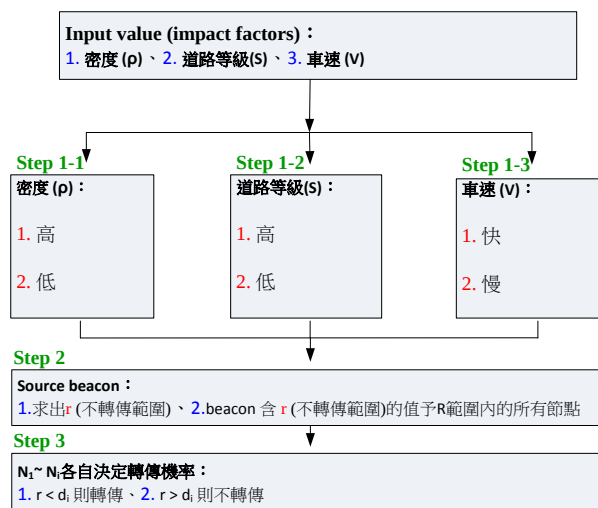


圖 5. 信息轉傳步驟流程圖

Step 1. 車間交換的車流資訊包括： ρ (車流密度)、 S (道路等級)、 V (車速) 計算出 r 不轉傳範圍。

Step 2. 此傳輸範圍 (R) 內的各點於收到 Packet 後即檢視其 packet header 上所帶的 r ，比對此值與自己與 source node 的 (d_i) 相對距離。當

$r > d_i$ 時才為被選出代為轉傳緊急訊息予後方之節點。但 $r > d_i$ 則不代為轉傳，以減少重複、冗餘的信息於網路上轉傳。

Step 3. 此傳輸範圍(R)內的被選出代為轉傳緊急信息予後方之節點於收到 Packet 後，再依各自的轉傳機率與等待傳送時間，再次減少轉傳出去的信息數量。

此法可適性調整參數 1 密度 (ρ)，該傳輸範圍內車輛數超過二分之一設為高密度，如小於則設為低密度。當相同密度下，再考量參數 2 不同道路等級與車速對 r (不轉傳範圍) 的影響。

於參數 2 道路等級 (S)，將道路分為：高速公路(Highway)、與市區道路(Road)2 種等級。當車速相同下以區別於不同道路等級該車速其代表為壅塞或順暢之道路情形。

另外於參數 3 車速 (V)，依不同的道路等級設定道路壅塞情況：高速公路(Highway)的道路績效則以 (91~110 公里/小時) 表示順暢。市區道路(Road)的道路績效則以 51~70 公里/小時) 來表示。

當步驟 1 相關參數之異動將會影響 r (不轉傳範圍) 值，故於下一個 beacon 前會重新執行步驟 1 以便適性調整不同環境參數下的 r (不轉傳範圍)，傳輸範圍(R)內的各點於收到 Packet 後即檢視其 packet header 上所帶的 r ，比對此值與自己與 source node 的(d_i)相對距離。當 $r < d_i$ 時才需代為轉傳緊急信息予後方之節點。但 $r > d_i$ 則不代為轉傳，以減少重複、冗餘的信息於網路上轉傳。

3-3. 動態調整機制

本方法主要透過 3 項參數適性調整不同的轉傳範圍，當參數一改變則重新算出 r_{new} 。圖 5 分別說明當緊急事件發生時信息轉傳步驟：

當道路環境變動時 (例如密度改變、車速改變、車輛移動至不同的道路等級)，採用以上方法可以適性調變減少轉傳的信息數量、增強信息成功率。以下介紹本方法所提出信息轉傳三個階段：1) 發生緊急事故，2) 發送緊急信息(first message)和 3) 信息轉傳階段，詳細步驟說明如圖 6 所示：

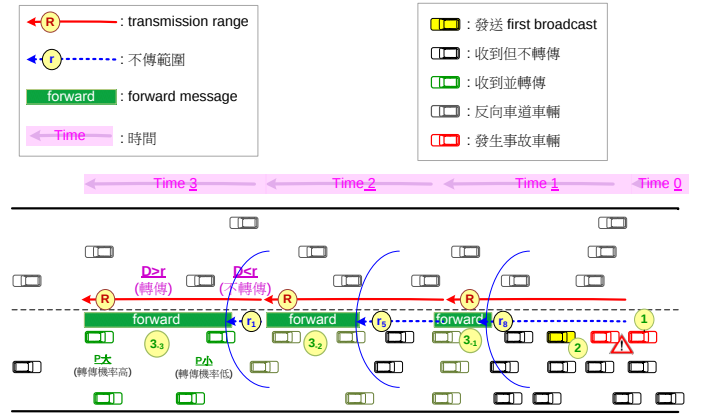


圖 6. 動態調整轉傳機制

從以上步驟可發現所提出的適性信息轉傳範圍機制能夠同時考量道路等級、車速及交通疏密度，將收集的資訊中推估出最符合當前交通路況的轉傳範圍，不僅能降低重複且冗餘信息於網路上轉傳，在不影響傳輸品質情況下並維持一定封包傳送成功率，兼顧信息傳遞的可靠性及準確度。一旦減少控制信息 (control message) 的數量、封包傳送的次數減低，自然能減輕頻帶 (bandwidth overhead) 之負載，有效節省網路資源，即能將頻寬釋出給需要的節點使用、提升網路效率。

4. 數據結果

本節我們將對所提的適性信息轉傳範圍方法做評量，比較的方法是 flooding 方法，其中我們考量 1-hop 內不同車輛數對轉傳信息個數的表現。

首先我們比較 flooding 與本方法於各種情況下對信息轉傳的評量，當車輛數由 0 輛至 100 輛，對轉傳信息數量的結果。在圖 7 中 Flooding 的方法信息轉傳個數會隨著車輛數 (密度) 增加而提高。當車輛數增多，需代為轉傳的節點也相對的增加；但本篇所提出適性信息轉傳範圍機制透過密度、道路等級與車輛平均車速評估出最適轉傳效能，所以各情況下所提方法的信息轉傳個數都比 flooding 方法的低，尤其，當 r_0 時，其信息轉傳個數將會是最少。當 r_1 時，因為其轉傳範圍相同於 flooding 方法，所以兩者表現結果相同。

在圖 8-9 中則分別比較當道路等級高 (Highway) 與道路等級低 (Road)、不同的車流密度、車輛單步 (1-hop) 平均速度與減少信息轉傳的數量表現，當事故發生時，可適性調整不轉傳範圍，此法，能比 flooding 有效減少轉傳出去的重複信息。不僅能減少信息轉傳數量，並

且得以降低轉傳延遲與保持服務品質保證。

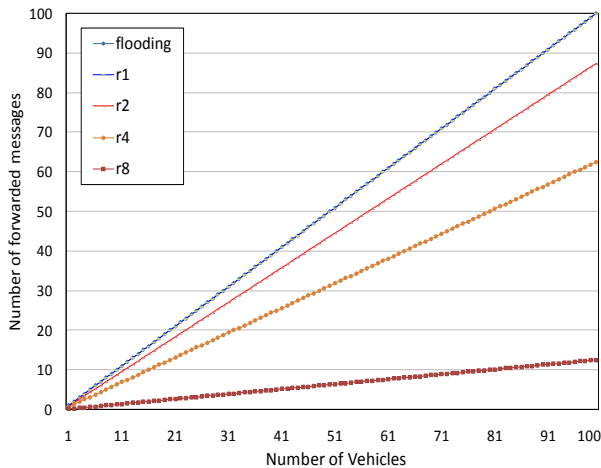


圖 7. 轉傳信息數量

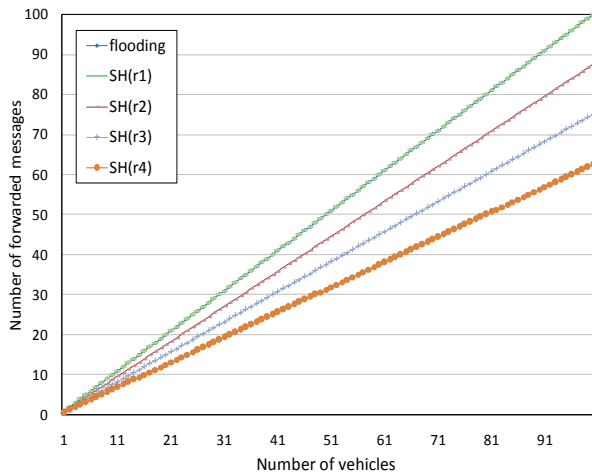


圖 8. Highway 道路等級轉傳信息數量

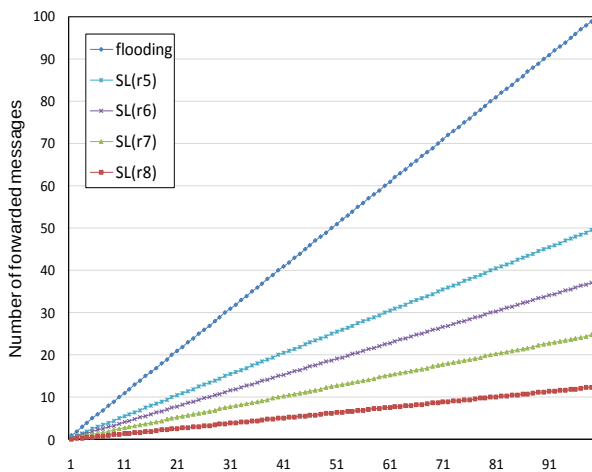


圖 9. Road 道路等級轉傳信息數量

5. 結論與未來工作

由於目前靜態決定信息轉傳範圍方法並不能同時兼顧快速且可靠性高的目的，當緊急事

故發生時，如何及早反應以減輕連續事故發生率，透過緊急信息廣播機制期望可達到快速且有效的將信息轉傳出去。但當道路等級、車流量不同情形發生仍存在下列問題：(1)固定且相同的傳輸範圍，無法適性的調整。(2)透過機率決定是否轉傳，雖減少信息數量，但所有的節點都需決定自己的轉傳機率，無法快速轉傳與減少信息數。所以我們提出適性信息轉傳範圍機制，其中包括三項步驟：(1)車間交換車流等資訊。(2)同時考量道路等級、車速及交通疏密度，將收集的資訊中推估出最符合當前交通路況計算出適性轉傳範圍。(3)在轉傳區域以機率分佈計算轉傳機率再決定是否轉傳。數據顯示透過當車輛密度高傳少一點車輛，反之車輛密度低時則透過多一些車輛逕行轉傳，以提高信息傳送之可靠性。數據顯示，所提的適性信息轉傳方法可明顯降低信息轉傳數量，轉傳範圍最小範圍時所轉傳的信息數量最少將可降低轉傳延遲。

由於轉傳信息數量影響 VANET 的緊急信息的傳輸延遲與主動安全駕駛的正確資訊功能取得，因此我們的未來工作將對本論文方法提出數學分析，期能獲得更完整的分析結果與模擬結果做比較。

參考文獻

- [1] T. L. Willke, P. Tientrakool, and N. F. Maxemchuk, "A Survey of Inter-Vehicle Communication Protocols and Their Applications," *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, Jun. 2009.
- [2] O. Tonguz, N. Wisitpongphan, F. Bai, P. Mudalige and A. Sadekar, "Broadcast Storm Mitigation Techniques in Vehicular Ad Hoc Networks," *IEEE Wireless Communications Magazine*, Nov.2006.
- [3] J.-F. Lee, C.-S. Wang and M.-C. Chunag, "Fast and Reliable Emergency Message Dissemination Mechanism in Vehicular Ad Hoc Networks," *IEEE Wireless Communications and Networking Conference 2010*, pp. 1-6, Apr. 2010.
- [4] Songnana Bai, Zequn Huang, and Jaeil Jung, "Beacon-based Cooperative Forwarding Scheme for Safety Applications in IVC," *Fifth International Joint Conference on INC, IMS and IDC*, pp.1449-1456, Aug. 2009.
- [5] K. Suriyapaiboonwattana, C. Pornavalai and

- Goutam, "An Adaptive Alert Message Dissemination Protocol for VANET to Improve Road Safety," ***IEEE International Conference on Fuzzy Systems 2009***, pp. 1639-1644, Apr. 2009.
- [6] D.-H. Lee, S.-N. Bai, T.-W. Kim and J.-I. Jung, "Enhanced Selective Forwarding Scheme for Alert Message Propagation in VANETs," ***International Conference on Information Science and Applications***, pp. 1-9, Apr. 2010.
- [7] R. Chen, W. Jin, and A. Regan, "Multi-Hop Broadcasting in Vehicular Ad Hoc Networks with Shockwave Traffic," ***Consumer Communications and Networking Conference 2010***, pp. 1-5, Jan. 2010.