

車載網路中用於車間通信之可靠路由機制

A Reliable Routing Mechanism for Inter-Vehicle Communications in VANETs

Chih-Wei Chou (周志威)
臺北市立大學資訊科學系
chihwei90542@gmail.com

Shih Tsung Liang (梁世聰)
臺北市立大學資訊科學系
stliang@utapei.edu.tw

摘要

車載隨意網路 (VANET) 乃是實現現代智慧運輸系統，確保道路交通安全，並提高道路運輸效率的關鍵致能技術之一。由於車輛具高移動性所導致之網路拓撲急劇變化，在車載隨意網路中找到可靠且穩定的路由雖極其重要卻也極具挑戰。近期有研究人員提出一個穩定路由決策方案，我們稱之為 SRDS，此乃一位置感知 (position-aware) 需求式 (on-demand) 路由協定，其中並採用一種特定的基於距離的廣播方式。本文修改了 SRDS 之基於距離的廣播機制，使其具有更好的可達性 (reachability)。模擬結果顯示，相較於原來的的方法，所提機制顯著改善了路由發現的成功率。

關鍵詞：車載隨意網路，智慧運輸系統，路由協定

Abstract

The vehicular ad hoc network (VANET) is an essential enabling technology for the achievement of road traffic safety and efficiency in the modern intelligent transportation system. Reliable and stable routes are desirable but challenging in VANETs for their fast topology changes due to high mobility of vehicles. Recently a stable route decision scheme (SRDS), which is a position-aware on-demand routing protocol adopting a specific distance-based broadcasting method. In this thesis, a modified distance-based broadcasting mechanism with better reachability is proposed. Simulation

results show that the proposed mechanism significantly improves success rate of route discovery compared with the original one.

Keywords: Vehicular Ad Hoc Network(VANET), Intelligent Transportation System, Routing Protocol

1、緒論

1.1、研究背景與動機

隨著無線網路技術的成熟，無線網路也應用於各種不同的環境底下，像近幾年手持式智慧型行動裝置的普及，人們可以隨著時間與地點的不同，取得自己所想要的資訊，也因交通工具的快速發展將行動裝置的概念運用於行駛的車輛上，藉由在車輛上安裝無線收發器，而形成車載網路(Vehicular Ad Hoc Networks, VANET) 如圖 1，使車輛與車輛之間 (Vehicle to Vehicle communication, V2V) 如圖 2 或是車輛與基礎設施 (Vehicle to Infrastructure Communication, V2I) 如圖 3 得以互相通訊連結。

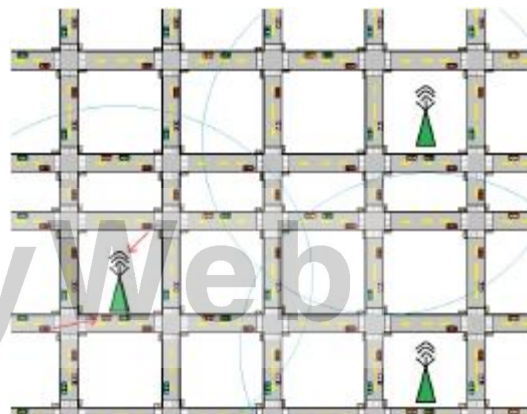


圖 1：車載隨意網路。

在車載網路乃是實現現代智慧運輸系統，最主要的應用在交通上的運輸系統為智慧型運輸系統 (Intelligent Transportation System, ITS)[4]，在道路上的車輛藉由智慧型運輸系統可以獲得所需的道路交通資訊，智慧型運輸系統最主要提供了周邊的道路及車輛的一個整合型資訊服務，因此在智慧型運輸系統的服務應用可分為幾個類別：

- (1) 道路管理資訊服務;
- (2) 道路交通安全資訊服務;
- (3) 道路環境資訊服務。

藉由這些資訊服務系統可提供諸如突發事件車輛預警、前方車輛碰撞預防等服務以避免車輛或人們生命財產的損失。

1.2、研究目的

在車載網路中，因為路由拓撲之建構乃是由實際的交通環境之車輛或周邊設備所建立起來，因此在車載網路中有幾項特點：

1. 電力的提供乃是由車輛本身來做供應而有足夠的電力能源因此不必擔心電量不足而中斷；
2. 車輛的移動路徑變化是可以預測；
3. 路由拓撲的高變動性。

因為交通環境中車輛速度的高移動性而有快慢之分，因此在車載網路中車輛間在訊息上的傳輸時，容易發生訊息傳輸上的連線中斷。因此在車載網路的環境中建立路由路徑的過程，挑選適當的車輛來做傳輸並且能夠穩定的找到目的地顯得相當的重要。有鑑於此，近期有研究人員提出一個穩定路由決策方案，我們稱之為 SRDS，由於車載網路的拓撲建構，需要考慮到幾個參數包括車輛本身傳輸範圍的大小，道路交通的車輛密度的高低，皆是影響車載網路的拓撲建構相當重要的因子。因此本篇論文以車輛間為架構的隨機產生網路拓撲下，尋找出最有效的環境參數設定，使駕駛的環境可以運用在各個環境底下，找出最為穩定的路由，期望能有更快速且穩定的方法找到訊息所要傳輸之目的地端。

2、相關文獻研討

2.1、車載隨意網路與移動式隨意網路

車載隨意網路 (Vehicular Ad Hoc Networks, VANET) 為當車輛需要作訊息上交換為基礎，依照車輛所在的位置區域而形成車輛之間的無線網路。在前面章節所提及隨著行動裝置的普及，當車輛要加入車載網路則必須要有無線的收發器及控制系統。車載網路的原理乃是利用每一台車上所安裝的無線收發器做為在車載網路上的節點，就像是在網際網路上的路由器的一個角色擁有能與外界且有效的傳輸範圍內互相訊息傳輸的能力。在[6]車載網路中它

是隨著車輛在各種不同的環境之下而擁有不同的條件。

隨著科技的進步，在整個車載隨意網路中利用車輛與車輛之間的連結和車輛與基礎設施的連結來達成訊息上的傳輸，可以減少交通事故的發生及在緊急事件發生時，藉由車載無線隨意網路將緊急的訊息回傳給後方的車輛或是醫療中心。

因此在[7]中，車載隨意網路要能夠將訊息從傳送端快速並且穩定的回傳到目的地端便是一個重要的問題，雖然現今的無線網路的普及化使得使用者們或者駕駛人們能夠藉由無線網路得到自己想要的資訊，但是並不是在每一個地區皆都有無線網路所覆蓋，因此在行駛的環境中僅只有車輛對車輛 (Vehicle to Vehicle Communication, V2V)，而在無道路的基礎設施 (Infrastructure) 中，來源端 (Source) 要將訊息傳送給目的地端 (Destination)，並且能夠建立起一條穩定的路由路徑便是一個重要的課題。

隨著手持式行動裝置的快速發展與普及化，每人手上的行動裝置都可以成為是無線網路中擔任路由器的一個角色，因此移動式隨意網路 (Mobile Ad Hoc Network, MANET) 因而誕生，移動式隨意網路藉由無線網路的互相關連連結進而達到訊息傳輸的目的，在移動式隨意網路中周邊的行動裝置有可能是筆記型電腦、智慧型行動電話或者是各類的平板等 3C 等品，在周邊的行動裝置中共同擁有的特性就是在任何地方皆可以使用。

在[1]起初在無線網路一開始的時期是透過周邊的基礎設施 (Infrastructure) 與無線存取器 (Access Point, AP) 所組合而成的以基礎設施為主的無線網路 (Infrastructure Network) 由上圖可以看到每一位使用者每當在做訊息的傳遞時都需要透過無線收發器或者是基礎設施才能夠存取網路，才能與另外的使用者作訊息的傳遞，由於無線存取器或者是基礎設施都有它一定的信號傳輸範圍，所有的使用者都必須要在該設備的傳輸範圍底下才能夠存取網路，因此在沒有任何的無線存取器或者是基礎設

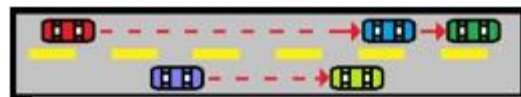


圖 2：車輛與車輛之間的通訊。

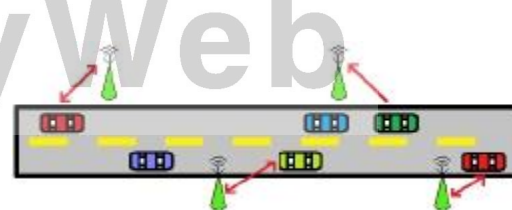


圖 3：車輛與基礎設施的通訊。

施的環境中是無法使用的，由於現代都市快速的發展在都市的環境中使用者要能夠存取網路除了考慮是否有無線收發器或基礎設施外，同時必須要考慮到所有的無線收發器或是基礎設施其傳輸範圍內是否會受到建築物或是一些障礙物的影響而阻隔信號的傳遞，而導致使用者雖然在設備的傳輸範圍內卻收不到信號或是信號的品質較差。

因此以往以基礎設施的無線網路往往所受到的環境因素影響甚大，因而在後出現另一種類型的無線網路，隨意網路(Ad Hoc Network)

在隨意網路中，所有的手持式行動裝置只要附近有網路收發設備就可以進行訊息傳輸，在無線隨意網路中周邊的手持式行動裝置所擁有的共同特點就是每一樣的裝置大都是可以隨意的移動使用具有移動性的特性，也就是移動式隨意網路的由來。

在隨意網路中每一個手持式行動裝置就像是無線網路中的路由器，都可以藉由無線網路來做訊息的互相傳遞，在現今的通訊協定中將分為主動式跟被動式兩類不同的通訊協定：

(1) 表格驅動式路由/主動式路由協定 (Table-driven Routing / Proactive Routing Protocol)

(2) 需求驅動式路由/被動式路由協定 (On-demand-driven Routing / Reactive Routing Protocol)

在表格驅動路由/主動式路由協定中，像是在[8]循序的目的地距離向量路由協定(Destination Sequenced Distance Vector, DSDV)或者是群首開道交換路由協定(Clusterhead Gateway Switch Routing, CGSR)，都是表格驅動式路由協定。

表格驅動式路由/主動式路由協定中，運作方式以主動的方式，其主動式就是每一個節點會週期性的去發送更新訊息，使自己和其他節點的路由表格能保持在最新並且提供可用的資訊。因此當有任何的裝置需要路由表格的資訊時能夠立刻的獲得所要的資訊，並且能夠減少路由路徑在搜尋的時間。

但是在表格驅動式路由/主動式路由協定中，雖然使用者可以立即獲得想要的路由的資訊，但是在每一個節點作週期性的發送更新訊息封包，這樣使每一個節點需要擁有相當大量的記憶體空間來儲存整個路由表格，並且在更新路由表格的資訊時，每一個節點都會發送更新訊息的封包，這樣使網路的資源會大量的消耗，在整個車載隨意網路中網路拓樸的變化可以說是相當的快速，雖然週期性的去更新但是在更新後的路由表格資訊，但是無法立刻反應出是否為當今路段環境中的車輛分佈資訊。

由於表格驅動式路由/主動式路由協定中網路資源與記憶體的消耗量大，因此有了另外

一種的協定方式需求驅動式路由/被動式路由協定，像是無基礎式需求距離向量路由協定(Ad Hoc On-demand Distance Vector Routing Protocol, AODV)或者是動態來源端路由協定(Dynamic Source Routing, DSR)都是使用需求驅動式路由/被動式路由協定。

在需求驅動式路由/被動式路由協定中，運作方式採取被動的模式，其被動的模式就是在一個無線網路的環境中，來源端節點若要將一筆訊息透過網路中的一條路徑將資料傳給另一個目的地端的節點，但是因為來源端不知道其目的地端的位置在何處，因此在需求驅動式路由/被動式路由協定中所有的點都是當有訊息要轉傳時才會啟動尋找目的地端的這一個步驟，雖然這樣的作法無法像表格驅動式路由/主動式路由協定能夠立刻獲得想要所要的目的地端，並且會在找路的過程中需花費較多的時間，但是在需求驅動式路由/被動式路由協定中只有在傳送資訊時才會需要來找尋目的地端，這樣比表格驅動式路由/主動式路由協定能夠減少網路資源的耗費，並且能夠使每一個節點的記憶體不需要太大來儲存整個路由表格的資訊。

車載隨意網路與移動式隨意網路，兩種不同的類型的隨意網路，我們根據節點、路由路徑、移動速度、拓樸的變化量、連線的維持與覆蓋的範圍來比較之間的差異

2.2、穩定路由的決策方案

由於車輛的移動相當的快速，導致在整個車載隨意網路中要達到整個連線上的維持相當的不容易，使訊息會有轉傳到一半因為連線上的不穩定而產生的通訊中斷，在[3]中，其使用了以位置基礎需求路由協定(Position-based On-Demand Routing Protocol, POVRP)。在POVRP中使用了兩種方式來去做尋找目的地端及穩定路由的方法，在一開始為了尋找目的地的過程中使用了多跳點式廣播(multi-hop broadcast)的方式來做快速且大範圍的廣播來迅速地去尋找到來源端所要的目的地端，當我們找到了目的地端時，利用轉傳的節點利用單播(unicasting)的方式來建立一條穩定路由路徑。

在現今的車載隨意網路中，每一台車子都裝有全球定位系統(Global Positioning System, GPS)以及數位地圖(Digital Map)，傳送端要廣播訊息之前會先廣播 Hello packet，在 Hello packet 裡面則包含了每一輛車的相關資訊，如車輛方向、車輛速度及車輛位置，在傳送端要廣播時可以藉由這些周遭車輛所給的相關資訊來判斷廣播方式。

當廣播完 Hello packet 時，傳送端建立起周遭的路由表格時，則會開始發送路由請求

(Route Request, RREQ)。

當找到了目的地之後，則會發送路由回應 (Route Reply, RREP) 藉由剛剛所轉傳的反向路徑回應給來源端。

在作訊息的廣播時，則是採用以距離為基礎廣播 (Distance-Based Broadcast)，利用傳送端的傳送範圍與傳送範圍內的各個接收端之間的距離來計算其每一輛車所接收到廣播封包的等待時間 (Waiting Time)，然而為了減少重複訊息的傳送與網路資源的消耗，在有收到相同訊息的節點則表示已經有節點將訊息傳出，那麼其他節點會將其所收到的相同訊息做丟棄的動作，並且廣播封包的等待時間也會停止。

在一個網路拓撲中，有一來源端要轉傳 RREQ 給目的地端，再藉由廣播方式將 RREQ 傳送出去，在轉傳的過程中每一個節點所在的道路區域不一定，有些車輛行駛在一般道路上，一些行駛在交叉路口，如圖 4。因此在提出的方案分為道路區域與交叉路口兩個區域來探討。

(1)一般道路

為了增加其在做傳輸的穩定度，研究人員以位置基礎需求路由協定 (Position-based On-Demand Routing Protocol, POVRP)，並且提出以距離為基礎的廣播方法，利用周圍車輛的相關資訊來決定廣播前的等待時間，在一般筆直的道路上以往的廣播方式則是以貪婪轉送的方式 (Greedy Forwarding) [5]。

所謂的貪婪轉送的方式就是當一個傳送端要將資訊廣播出去，其等待時間的長短以在傳送端的傳輸範圍內離傳送端最遠的車輛節點其等待的時間為最短，來做優先的廣播傳送。

以貪婪傳送的方式以在傳送範圍內挑最遠的車輛來優先做傳送，這樣可以減少其在傳送的過程中，減少其在做轉傳的時候跳躍點的個數，但是在先前有提到在車載隨意網路的環境中，車輛移動速度的不一定，使用了傳統的

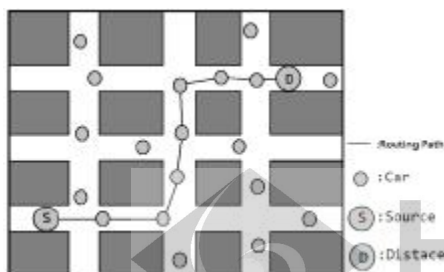


圖 4：車輛落在道路上與十字路口。

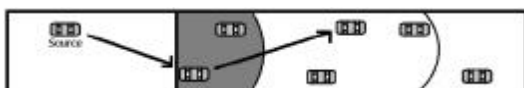


圖 5：挑選車輛速差較小轉送的方式。

貪婪轉傳的方式有可能因為車子速度的不一定導致在車輛的連線上的維持與穩定容易發生有連線中斷的事情發生。

有鑒於此，為了增加其在車載隨意網路中車輛與車輛之間連線上的穩定度，在 [2] 提出了新的方案，在廣播資料傳送的時候，在傳輸範圍內不選擇離傳送端距離最遠的車輛來做傳送，而是以挑選傳送端與周圍車輛速差較小的車輛來做為下一個轉送的車輛節點，如圖 5 所示。

為了增加其在車載隨意網路中車輛與車輛之間連線上的穩定度，提出以挑選速差較小的車輛來做為下一個轉送的車輛節點，當節點收到由其它所送來的 RREQ 封包，當節點經確認過不是自己的時候，要做下一次轉送的時候須經過一個等待時間 (Waiting Time)，當等待的時間倒數結束並且在倒數期間無其他的車輛優先做轉送的時候才能做下一次的轉送，在等待時間的長短決定方式則是看該轉送的車輛節點所落在的區域來計算其等待時間的長短。

在圖 6 中，以每一個節點的傳輸範圍內分成三個區塊，並且分成正向與反向，首先等待時間最短的區域是在傳送範圍內的中間層的 D1 區域，因為在 D1 區域內，其車輛的移動速度較為穩定，並且當車輛的移動速度較快時候還有 D2 區域可以做輔助，因此以 D1 區域的車輛是其它的等待時間是三個區域內最短的。

其次，是 D2 區域在 D2 區域內的車輛，其位置所落在的點是離傳送端是最遠的，因此在 D2 區域的車輛有可能會因為車輛速度的增加而導致整個連線上的中斷，因此其 D2 的優先權較為派在其次。

最後是 D3 區域，在整個傳輸範圍中，所落在 D3 區域的車輛其它的等待時間是最長的，因為落在 D3 區域內的車輛其距離與傳送端是最為接近的，當在整個傳輸範圍內若 D1、D2 區域都無任何的車輛節點時才會由 D3 區域內的車輛做轉送的動作。

在一般道路上在計算等待時間之前，則會先透過一開始的 Hello message 收取周遭車輛的方向、速度、位置等資訊，藉由這些資訊來去計算出三個區塊的範圍與大小。

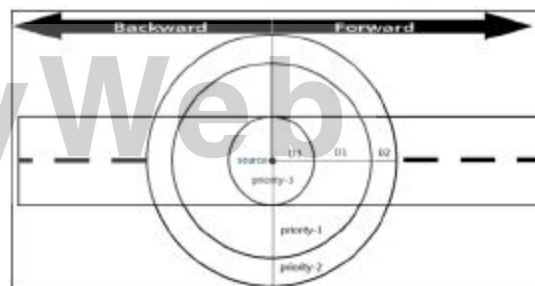


圖 6：傳輸範圍內分成三個區塊。

表 1:參數定義表。

參數	定義
	正方向來源端與周遭車輛之距離
	反方向來源端與周遭車輛之距離
	正方向的車輛移動速度
	反方向的車輛移動速度
	的傳送距離
	來源端車輛之移動速度
	轉傳的等待時間
	在傳輸範圍內最大的等待時間
d	來源端與轉傳車輛的距離
Range	來源端的傳輸範圍
	RREQ 傳到目的地並從目的地收到 RREP 的時間
TTL	RREQ 在最多跳點數目的存活時間
	封包在單跳所轉傳時間

因此要計算轉傳的每一台車輛落在哪一塊區域時，我們必須先計算出其接下來在傳送範圍內的每一台車輛的位置跟來源端之間的距離，因此透過下列的計算方式來算出其車輛節點落在的區域位置。下列為公式所用參數之定義。

轉傳的車輛落在傳送端的正方向其距離計算的方式:

(1)

轉傳的車輛落在傳送端的反方向其距離計算的方式:

(2)

由(1)(2)計算出三個圓圈範圍後，接下來就是去計算每一個節點所在的區域，隨著節點落在的區域不同，因此在做轉傳之前須等一個等待時間，其等待時間依照車輛的位置區域不同而有不同的等待時間由(3)表示計算方法，當計算完其等待時間須開始做倒數的動作，在倒數期間若有聽到其他車輛節點已將 RREQ 封包傳出，那麼有聽到該封包傳出的車輛節點，等待時間的倒數也會因此中斷。

轉傳車輛節點所落在的區域之等待時間計算的方式:

表 2:參數定義表。

參數	定義
	在交叉路口最大的等待時間
	在傳輸範圍內最大的等待時間
	車輛節點的傳輸範圍
	交叉路口的半徑距離
	線性的等待時間
	車輛節點位置與交叉路口中心之距離

在計算完等待時間之後，那麼每一個收到 RREQ 封包的節點會開始倒數，並且轉傳出去，在整個一般道路傳輸過程中會用該計算之方式，直到遇到交叉路口作轉傳則會有另外一種的計算之方式。

在整個 RREQ 轉傳到目的地端之後目的地區會立即回應一個 RREP 的封包給來源端，在整個傳輸過程中從來源端送出 RREQ 直到來源端接收到目的地端回應的 RREP 時間為，因為來源端與目的地端轉傳的 RREQ 跟 RREP 會有一個封包的有效存活時間，由(4)表示其計算方法:

(4)

(2)交叉路口

在整個 RREQ 廣播的過程中會有可能會經過一般直線道路與交叉路口，在前面已經談到在 RREQ 在一般道路的轉傳機制，接下來要解說 RREQ 在交叉路口的轉傳機制。

當車輛在交叉路口時，因為路口原則上會有三條以上的道路相連接在一起，因此在整個在 RREQ 的轉傳時，為了增加其 RREQ 能夠快速的拓展轉傳道每一條道路上，在交叉路口會有個交叉路口的區域，其交叉路口的區域為交叉路口的中心點定一個半徑距離所畫出的一個原為交叉路口區域的範圍，如圖 7。

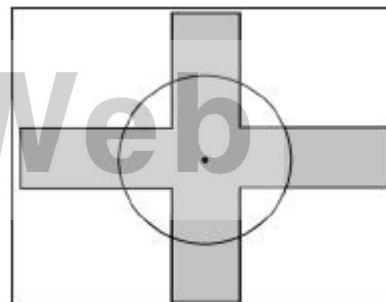


圖 7: 交叉路口中心點與區域範圍。

當交叉路口的範圍定義出來之後，接下來就是如何將其再在交叉路口的車輛節點，決定每一車輛節點在做轉傳動作之前的等待時間，在整個 RREQ 轉傳的過程中，因為不知道目的地的車輛節點位置在何處，因此在做交叉路口的轉傳時，為了增加其 RREQ 能夠大範圍的作轉傳的動作到周邊的一般條道路上，因此在等待時間的決定方式則是由離交叉路口中心點距離最近的車輛優先做廣播。

首先訂定出整個路口的半徑範圍大小之後再計算出車輛與路口之間的距離，透過下列計算方式計算出各個車輛節點的等待時間。表 2 為計算公式各個參數的定義。

交叉路口其最大的等待時間計算方式：

$$\text{—————} \quad (5)$$

交叉路口區域的每一車輛節點的線性等待時間計算方式：

$$\text{—————} \quad (6)$$

在計算完等待時間之後，那麼每一個收到 RREQ 封包的節點會開始倒數等待時間，並且轉傳出去到周圍道路上的車輛。

為了增加其在轉傳 RREQ 再轉傳時找目的地的速度，並且在找到目的地端之後增加其路由路徑的穩定度，作者使用了 POVRP 的兩種方式，在找目的的以多跳點廣播的方式找到目的地端，找到目的地端之後藉由剛剛所轉傳的路徑以單一跳點的方式回傳給傳送端。

在 RREQ 轉傳的過程中，因應車輛節點所屬的位置區域的不同，將位置區域劃分為兩種不同的區域分別為一般道路與交叉路口兩種不同的位置區域。在一般道路上其作法以分成三圈不同的優先順序的位置區域與等待時間，以挑選穩定度最高的車輛節點優先做傳送的動作。

在交叉路口區域其作法為了增加其轉傳的封包能夠成功的轉傳到周邊的道路上，因此在交叉路口的等待時間以離交叉路口中心點最近的車輛其等待的時間最短優先傳送。

然而在廣播的過程中為了減少封包重傳的訊息量過多而導致網路資源浪費的問題，因此在廣播時每一台車輛節點有收到其廣播訊息之後，若是因其他車輛節點優先做轉傳的動作而導致收到相同的封包訊息時，那麼收到同樣的封包訊息的車輛節點則會選擇丟棄封包，並且自己本身所擁有相同訊息尚未轉傳時也會因為聽到其他車輛節點已經轉傳出去而停止倒數不做任何的轉傳動作。在交叉路口區域其作法為了增加其轉傳的封包能夠成功的轉傳到周邊的道路上，因此在交叉路口的等待時間以離交叉路口中心點最近的車輛其等待的時間最短優先傳送。

然而在廣播的過程中為了減少封包重傳的訊息量過多而導致網路資源浪費的問題，因此

在廣播時每一台車輛節點有收到其廣播訊息之後，若是因其他車輛節點優先做轉傳的動作而導致收到相同的封包訊息時，那麼收到同樣的封包訊息的車輛節點則會選擇丟棄封包，並且自己本身所擁有相同訊息尚未轉傳時也會因為聽到其他車輛節點已經轉傳出去而停止倒數不做任何的轉傳動作以挑選穩定度最高的車輛節點優先做傳送的動作。藉由各種的方法為了使封包的能夠快速地拓展到各個區域，並且在轉傳的過程中能夠減少封包訊息的數量的方法。

但是藉由上面的穩定路徑與減少重複封包的轉傳，我們發現在某些條件下還是會有 RREQ 轉傳過程中會發生的問題，我們將以圖 8 來做敘述。

我們將在一個環境中假設有 A 點到 I 點共 9 個節點來代表車輛節點，今天 A 點有一筆資料要傳送給 I 點，因此 A 點(來源端)送出了 RREQ 封包來去尋找 I 點(目的地端)，在 A 點的傳輸範圍內只有 B 點，因此只有 B 點收到 RREQ 封包，B 點接下來倒數完等待時間後將 RREQ 作下一次的轉傳，在 B 點的傳送範圍內有 A、C、D、G 四個車輛節點，然後 B 點將其 RREQ 封包轉傳了出去，A 點收到之後因為之前已經有接收過了，因此 B 點傳來的 RREQ 視同是重複的訊息因而丟棄，在 C、D、G 三個車輛節點收到了之後，因為 D 點、G 點兩點的所在位置為交叉路口，所以是用交叉路口的等待時間來計算，D 點的等待時間比 G 點來的要短，因此由 D 點優先傳送，在 D 點的傳輸範圍內有 B、C、E、G 四個車輛節點，那麼 D 典將其 RREQ 封包轉傳出去 B、C、E、G 四個車輛節點皆有收到，因為 B 點已收過相同的 RREQ 所以會將訊息丟棄，在其他的路段 C、E、G 三點，在 E 點因為沒有過因此會繼續做轉傳的動作，但是在 C、G 兩點收到由 D 點所轉送的 RREQ 封包，但是 C、G 兩點已經收過由 B 點所轉送過來的 RREQ 封包，因此當再次收到 D 點所轉送出的封包，C、G 兩點也會判定已收過重複的封包，而將 D 點送來的封包丟棄並且本身收到來自 B 點的封包也會因為已經有 D 點將訊息傳出而停止做任何的倒數轉傳的動作。

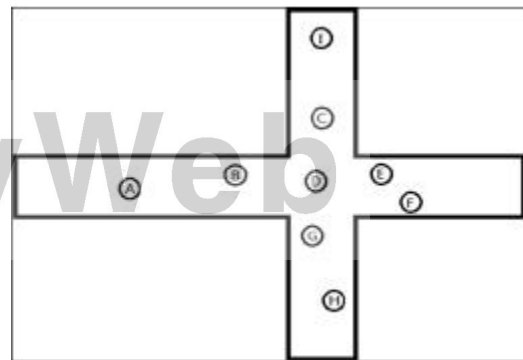


圖 8：問題描述示意圖。

因此，在 C、G 兩點因為收到相同的訊息而丟棄封包並且停止轉傳，導致 I、H 兩點無法收到任何的 RREQ 封包，並且在例子中 I 點為該圖中的目的地端，因此會出現有路卻找不到目的地端的問題發生。

3、研究方法

3.1、穩定路由轉傳機制

在整個車載隨意網路轉傳的過程中，能夠快速找到目的地並且能夠穩定的轉傳到達是相當重要的，經過觀察在前面發生的問題主要是在交叉路口區域，交叉路口區域因為混著一般道路的廣播方式與交叉路口的廣播方式，卻因為都視為相同的廣播訊息而導致問題的發生。

因此在我們提出來的解決方法中，為了能夠將其轉傳的 RREQ 封包識別為不同封包，我們將交叉路口作了以下的定義識別，如圖 9。

藉由在道路上將交叉路口細分為 A、B、C、D、E 五個區域並且藉由全球衛星導航系統與數位地圖來不僅是判別其一般道路與交叉路口，並且利用當收到 RREQ 封包時，利用 RREQ 封包轉傳過來所夾帶的車輛節點相關位置座標，藉由位置座標來判別其位置區域是否為相同區域。

為了解決在交叉路口上因為收到重複封包的問題，因此在我們的方法中將交叉路口區域與周圍的一般道路分為各自獨立的區塊，來視為不同的封包訊息而能成功地轉傳封包訊息到各個區塊上。

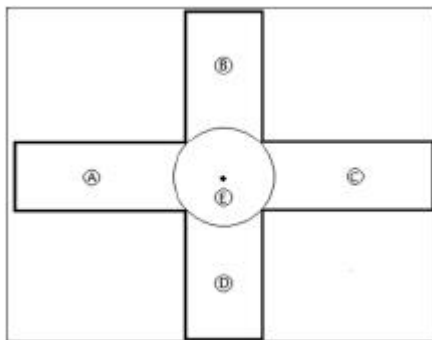


圖 9：交叉路口識別圖。

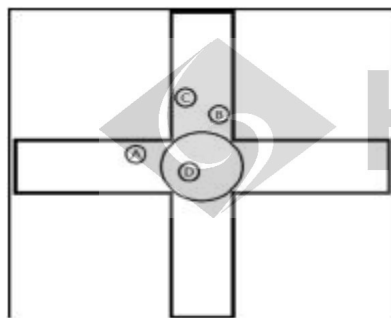


圖 10：以距離為基礎的廣播。

參數	定義
Tran _x	傳送端的 X 座標
Recv _x	接收端的 Y 座標
Tran _y	傳送端的 X 座標
Recv _y	接收端的 Y 座標
	在傳輸範圍內最大的等待時間
	車輛節點的傳輸範圍
d	傳送端與接收端方向向量之距離

在交叉路口的問題能夠去解開，但是在這樣跨路段的轉傳視為是不同的封包，因此衍生出了另一個小問題。

如圖 10 所示，假設有 A、B、C、D 四個車輛節點，A 點要做 RREQ 的訊息廣播，此廣播訊息計有 B、C、D 三點收到，D 點因為是落在交叉路口的區塊，所以是以離交叉路口中心點最近的車輛優先轉傳，然而在 B、C 兩個車輛節點中接收到由 A 點轉傳過來的 RREQ 封包，假設今天 B、C 兩個車輛節點的位置都是落在 A 車輛節點的相同 D1 區域中，以原先的方式因為 A 點到 B 點的實際距離比 A 點到 C 點還要來的長，藉由前面的計算公式會由 B 點會優先的作轉傳，但是在實際的道路環境中我們看到該路段中 C 點的位置比 B 點的位置還要來的要遠。卻因為實際距離的差異而導致距離路口較遠的車輛節點卻比較晚作轉傳的動作。因此我們在車輛節點的條件都是落在我們的 D1 區域時，我們作了以下的修改來計算車輛節點落在穩定區域等待時間的計算方式，如圖 11 與圖 12。表 3 為等待時間計算公式各個參數的定義。

車輛節點位置在 D1 區域時等待時間的計算方式：

$$\dots \dots \dots (7)$$

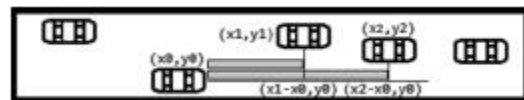


圖 11：一般道路上計算方式。

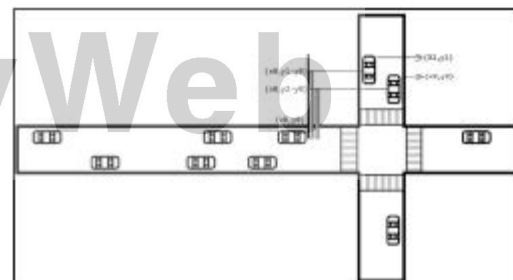


圖 12：交叉路口上計算方式。

車輛節點位置在 D2、D3 區域時等待時間的計算方式：

$$\text{---}$$

$$\text{---}$$

(8)

藉由(7)、(8)公式計算出車輛節點在各個區域的等待時間，因此藉由圖 13 與圖 14 為在一般道路其車輛節點與來源端距離落在正反方向 D2、D3 區域與在 D1 的等待時間關係圖。最後則是圖 15 車輛節點落在交叉路口的等待時間關係圖。

3.2 演算法

首先我們將道路標示分為路口區與路段區，並賦予每一區一獨立識別碼。例如，第 i 個路口區標示為 $A_{i,i}$ ， ≥ 1 ，第 i 個路口區與第 j 個路口區間的路段區則標示為 $A_{i,j}$ ， j_i 。整體演算法計算過程使用之參數定義如表 4。藉由各個參數名詞定義在整個演算法的使用狀況。

圖 16 為整個 RREQ 與 RREP 轉傳回傳的過程，一開始我們先從隨機產生的來源端，並且開始做訊息的廣播，而我們的接收端接收到由

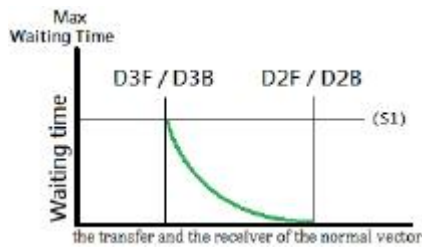


圖 13：一般道路車輛節點與來源端距離落在正反方向 D1 區域等待時間關係。

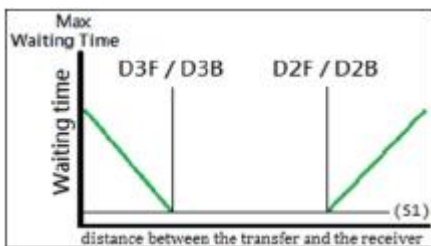


圖 14：一般道路車輛節點與來源端距離落在正反方向 D2、D3 區域等待時間關係。

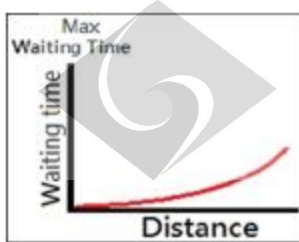


圖 15：交叉路口的車輛節點與交叉路口中心距離的等待時間關係。

表 4: 演算法參數定義表

Symbol	Definition
	The identifier for the i-th intersection area.
j	The identifier for the road segment between intersection i and intersection j.
P_RREQ	The RREQ packet
P_RREP	The RREP packet
Dest_Add	The destination address in the P_RREQ.
Tr_Coor	The Transmitter's coordinate in P_RREQ.
AID(coor)	The function returns the area identifier given the coordinate of a node.
Alg_Road	Algorithm for determining waiting time in a road segment area
Alg_Inter	Algorithm for determining waiting time in an intersection area

傳送端所傳來的廣播訊時，首先會先透過在 RREQ 封包中之裡面的 Dest_Add，判斷該封包的 Dest_Add 是否為自己，當確認過 Dest_Add 是自己的時候則回傳 RREP 給來源端。反之，當 Dest_Add 不是自己的時候則先在判斷該 RREQ 封包的 Broadcast ID 與自己紀錄 Broadcast ID 欄位中是否有該筆資料或者是空

```

On Receiving a P_RREQ for nodes in
If (the received P_RREQ is not duplicated)
{
  If (P_RREQ. Dest_addr == Reciever. addr) then
    reply P_RREP to sender;
  else
    If (x==y) /*is in an intersection area */
      Determine the waiting time based on
      Alg_Inter and Schedule the trans-
      mission of P_RREQ
    else /*is in a road segment area*/
      Determine the waiting time based on
      Alg_Road and Schedule the trans-
      mission of P_RREQ
}
else /*receive duplicated P_RREQ */
{
  If (no pending P_RREQ)
    /* either transmitted or aborted */
    Discard P_RREQ
  else
  {
    If ( == AID(P_RREQ.Tr_Coor))
      Discard both the pending P_RREQ
      and the received P_RREQ
    else
      Discard the received RREQ
  }
}
    
```

圖 16：所提出之演算法。

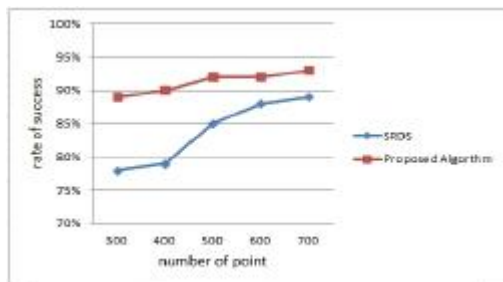
值，當欄位中有相同的 Broadcast ID 則再作進一步的判斷的條件就是該 RREQ 封包裡面傳送端位置是在何處，透過 j (一般道路)與 (交叉路口)的判斷，若是其中的 j (一般道路)或 (交叉路口)的編碼與自己現在所落在的位置不同的話，節點會將 RREQ 訊息作轉傳，但是該節點若是在之前已經有作過訊息的轉傳或者是丟棄的動作時，則代表該區域的訊息已經有收送過，則收到訊息的節點也會停止作轉傳的動作。然而 j (一般道路)與 (交叉路口)與自己的位置編碼是相同的時候為了減少封包的重複傳輸則會停止去作轉傳，當節點內的欄位若是空值則會將 RREQ 封包的 Broadcast ID 記錄在自己的欄位之中，當上面所敘述的動作在周遭的節點完成之後緊接著就是去決定下一個轉傳的節點是哪一個，因此在決定下一個轉傳的節點的時候，先判斷自己所落在的位置區域是在何處，當節點是落在一般的道路上的時候，藉由前面介紹一般道路上的轉傳機制來去決定哪一個節點來去作轉傳的動作。當節點是在交叉路口的時候，也是相同的方式以前面在作交叉路口的轉傳機制來去決定哪一個節點作轉傳的動作。

在整個廣播、判斷是否收送過以及位置上面的判斷直到找到我們 RREQ 封包的目的地，並且藉由剛剛轉傳過來的路徑回傳 RREP 的封包到來源端，來完成整個找路的過程。

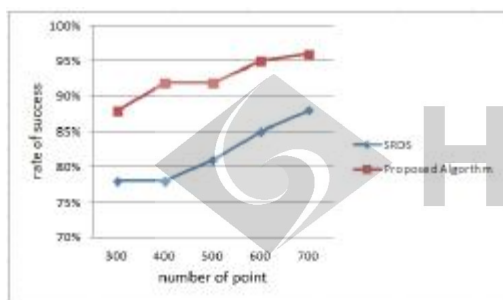
4、實驗分析與結果

4.1 實驗設計

以 JAVA 撰寫程式將車載隨意網路的各個



(a)路口範圍 25m。



(b)路口範圍 50m。

圖 17: 街區大小為 2 x 2 的成功率。

節點的位置以隨機方式撒出落在道路上，並根據車輛節點座標，以陣列方式來儲存每一個節點的資訊。首先，先以作者本身所提出的演算法先實驗其發生有路找不到目的地的比例，與轉傳 RREQ 到找目的地後回傳 RREP 到來源端的時間長短，接著再以本篇所提出的演算法實驗是否也會發生有路找不到的問題，與成功找到目的地之後回傳到來源端的時間長短，將其在最後再彙整所有之實驗結果提出完整之效能分析評估報告。

1. 實驗環境設計

(1) 實驗環境範圍與大小

- 在街道區塊為 2 x 2 的範圍
- 在街道區塊為 3 x 3 的範圍
- 在街道區塊為 4 x 4 的範圍

(2) 節點數量: 300、400、500、600、700

(3) 節點傳輸範圍: 100

(4) 街道區塊大小 : 185 x 125

(5) 路口範圍: 25m / 50m

(6) 拓撲實驗次數: 100 次

2. 節點分佈

(1) 節點(Node): 所有節點採用隨機撒點的方式

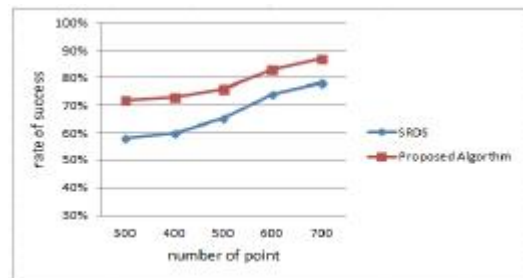
(2) 來源端(Source Node): 隨機撒點的第一點為本次實驗的來源端

(3) 目的地端(Distance Node): 隨機撒點的第二點為本次實驗的目的地端

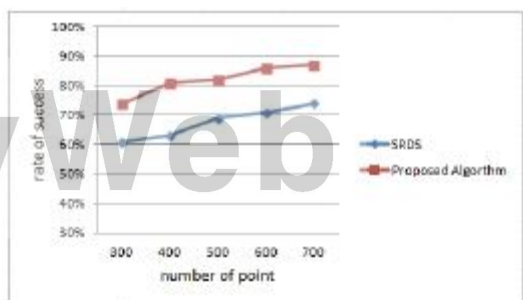
(4) 節點傳輸範圍: 100

4.2 模擬結果

在圖 17-19 所示為 2 x 2、3 x 3、4 x 4 街道區塊路之模擬結果。如圖所示，所提之演算法相較於 SRDS 對於路由發現的成功率有顯著的



(a)路口範圍 25m。



(b)路口範圍 50m。

圖 18: 街區大小為 3 x 3 的成功率。

提升。實驗也發現路口範圍較大貴所提演算法之優勢也較明顯。

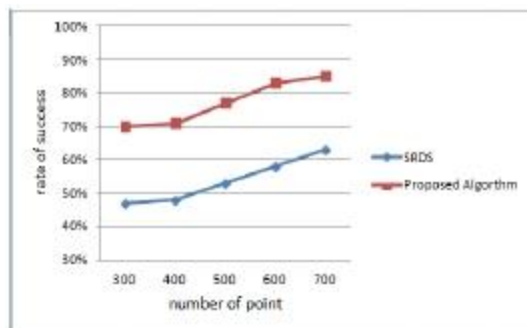
5、結論與未來研究工作

隨著無線網路的普及化，無線網路也應用於不同的環境底下，發展現代智慧運輸系統儼然成為現在進行式，車載隨意網路可說是實現智慧運輸系統的關鍵技術之一。本論文在探討如何在車載隨意網路中，增加訊息傳輸的穩定性與成功率。本篇中所提出之方法乃修改了SRDS之基於距離的廣播機制，各自擁有獨立的編碼方式，不僅是藉由本身的路段路口來做判斷同時也增加了編碼上的判斷，使每一台車輛不論是在做訊息傳輸與緊急的訊息發送時，能夠將訊息快速發送到所需的目的地，進而得到路徑上穩定與更好的可達性。模擬結果顯示，

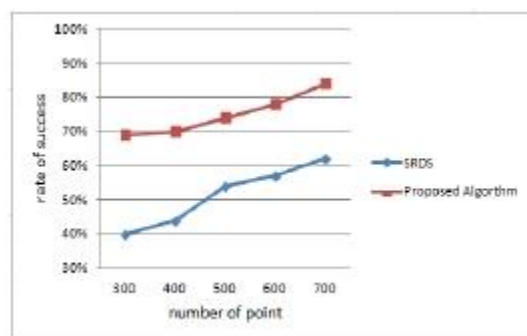
所提出的機制相較於原先的方法，成功率在 2×2 的模擬範圍相較於作者提升約 8% 的路由發現的成功率，在 3×3 與 4×4 的模擬範圍相較於作者平均提升約 15% 路由發現的成功率。

參考文獻

- [1] 惠汝生, 「無線Ad Hoc 行動隨意網路架構之技術發展評析」, 中華民國電子零件認證委員會, p.p40-47.
- [2] Sang-woo Chang and Sang-sun Lee, "A Study on Stable Route Decision Scheme in Urban Inter-Vehicle Communication", International Conference on Information Science and Applications (ICISA), pp.24-26, June 2013.
- [3] Sung-Dae Jung, "A Position-Based On-demand Routing Protocol in VANET", A Dissertation presented to the graduate school of HANYANG University in partial fulfillment of the requirements for the degree of doctor of philosophy in electronics and computer engineering, February 2011.
- [4] Ganesh S. Khekare, Apeksha V. Sakhare, "A Smart City Framework for Intelligent Traffic System Using VANET", International Multi-Conference on Automation, Computing, Communication, Control and Compressed Sensing (iMac4s), pp. 12- 22, March 2013.
- [5] Br d K rp d H. . Ku "GPSR: Greedy Perimeter Stateless Routing for Wireless N works", MobiCom, pp.243-254, 2000.
- [6] Fan Li and Yu Wang, "Routing in Vehicular Ad Hoc Networks: A Survey", Vehicular Technology Magazine, IEEE, , pp. 302- 305, June 2007.
- [7] C. Lochert, H. Hartenstein, J. Tian, H. Fussler, D. Germann, and M. Mauve, "A routing strategy for vehicular ad hoc networks in city environments", in Proc. of the IEEE Intelligent Vehicles Symposium, pp. 156-161, June 2003.
- [8] C. Perkins, P. Bhagwat, "Highly Dynamic Destination-Sequenced Distance-Vector Routing (DSDV) for Mobile Computers", In Proceedings of the ACM SIGCOMM'94 Conference on Communications Architectures, Protocols and Applications, pp. 234- 244, August 1994.



(a)路口範圍 25m。



(b) 路口範圍 50m。

圖 19: 街區大小為 4×4 的成功率。