
Chapter 9: 車載資通訊網路

Prof. Yuh-Shyan Chen

Department of Computer Science and
Information Engineering

National Taipei University

目錄

- 9-1 車載資通訊網路簡介
- 9-2 車載隨意網路
- 9-3 車載資通訊網路的媒體存取控制協定
- 9-4 車載資通訊網路的路由協定
- 9-5 車載資通訊網路的位置服務協定
- 9-6 車載資通訊網路的群播協定
- 9-7 車載資通訊網路的換手協定
- 9-8 本章回顧

車載資通訊網路簡介

- 車載資通訊 (Telematics) 系統是指裝載在車輛上的通訊 (Telecommunications) 與資訊 (Information) 系統
- 車輛可以透過車載通訊系統取得資訊，並利用資訊系統處理蒐集到的資訊後做出最佳的回應
- 車載資通訊系統在智慧型運輸系統 (Intelligent Transportation System) 中扮演了重要的角色，包含交通管理系統、旅行者資訊系統、車輛控制安全系統與緊急事故支援系統等
- 提昇行車效率與安全，避免行車事故為主要目標

圖9.1: 車載產業生態系統

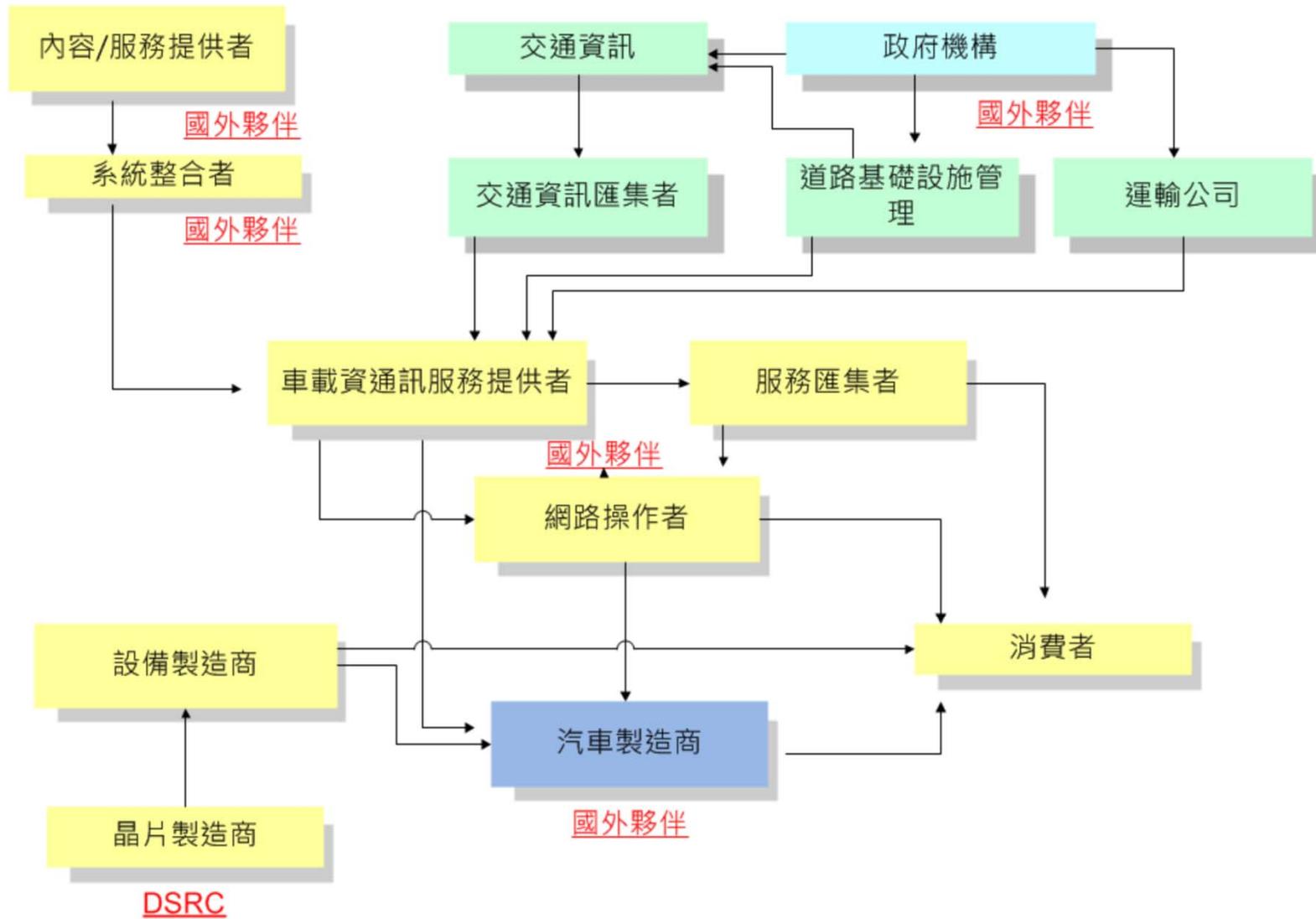


圖9.2: 智慧型車輛

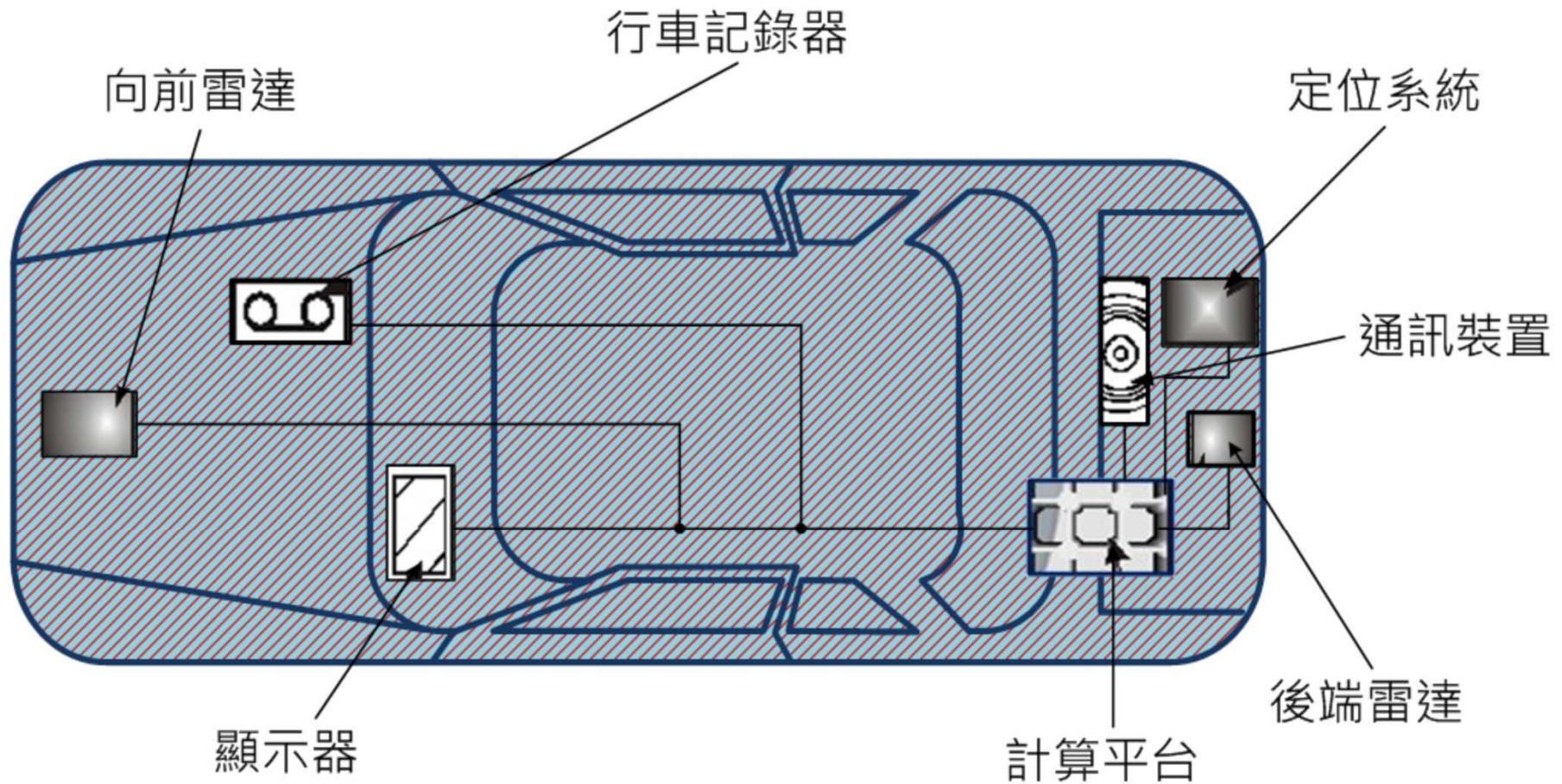
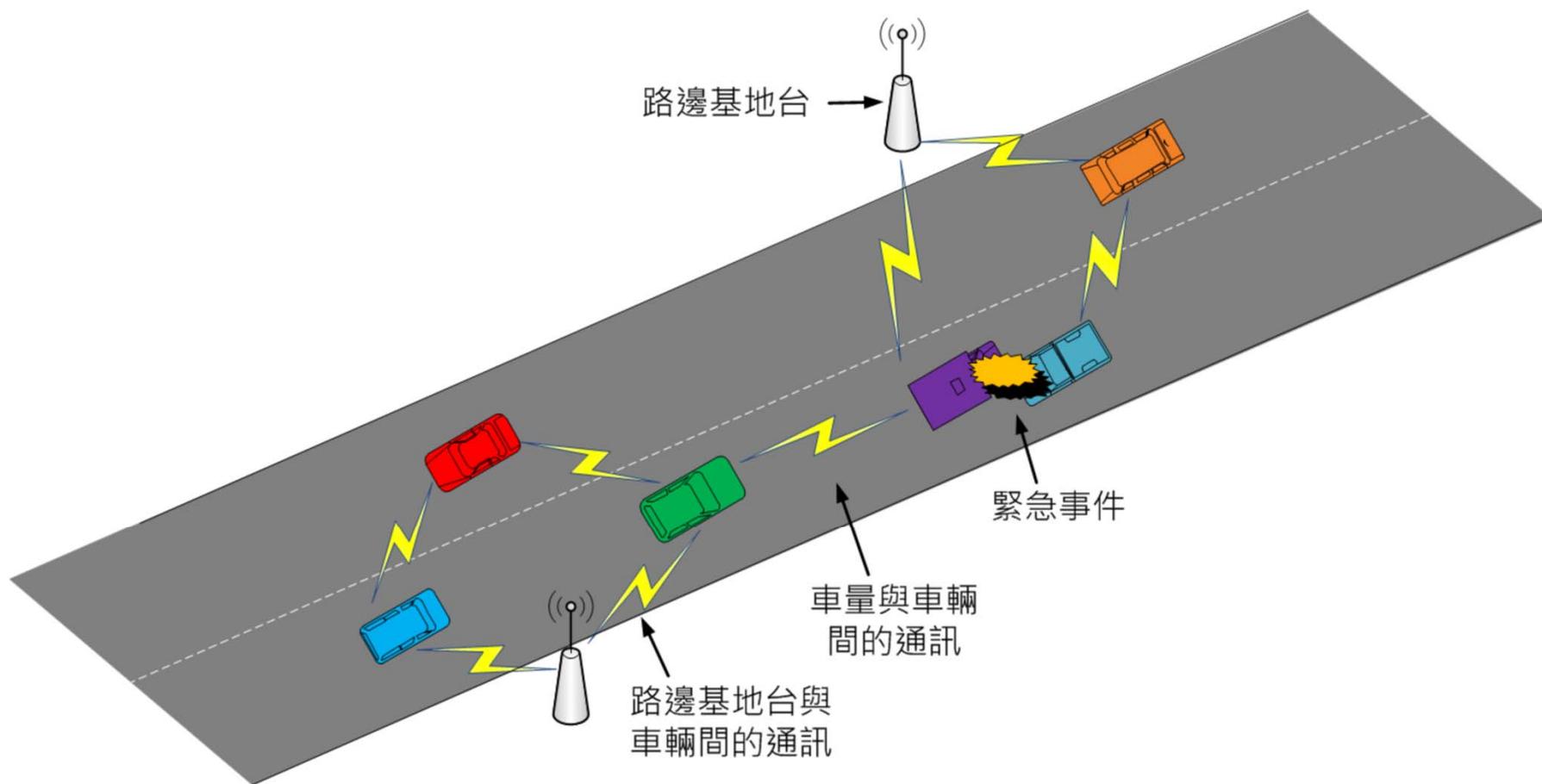


圖9.3: 車載隨意網路



車輛間的通訊

- 車輛與車輛之間的通訊，主要是透過車載隨意網路 (Vehicular Ad Hoc Network簡稱為VANET)
- VANET包含了兩種重要的通訊模組，即車輛上的 On-Board Unit (OBU)，與路邊基地台 (Roadside Unit簡稱為RSU)
- 車載隨意網路包含了車輛與車輛間的通訊 (Inter-Vehicle Communications簡稱為IVC) 以及路邊基地台與車輛間的通訊 (Roadside-Vehicle Communications簡稱為RVC)
- IVC是沒有基地台的通訊方式，車輛只要安裝OBU便可相互通訊RVC則是在路邊基礎設施的RSU與車輛上的OBU之間進行通訊

VANET vs. MANET

- 在車載隨意網路中，車輛必須沿著道路行進並遵守交通規則，而在行動隨意網路中行動主機則可以任意移動
- 在車載隨意網路中，由於車輛的移動速度較在行動隨意網路中的行動主機快，因此，車載隨意網路的拓撲變化得比較快速
- 車輛本身具備發電的功能，因此，省電對於車載隨意網路而言，較不重要
- 車載隨意網路中除了車輛外，也包含了RSU，因此，在車載隨意網路中除了車間通訊外，也包含了車輛與路邊基地台的通訊

On-Board Unit (OBU)

- OBU包含：

- 中央處理單元 (CPU)，負責執行應用程式與通訊協定
- 傳送接收器 (Transceiver)，負責與鄰近的車輛與路邊基地台傳送與接收資料
- 全球定位系統 (GPS) 的接收器，可以提供較為精確的位置以及同步資訊
- 適當數量的感測器，負責感測許多行車的數據
- 輸入輸出介面，讓使用者可以與系統互動

車載隨意網路的應用

- 公共安全 (Public safety)
- 交通管理 (Traffic management)
- 交通的協調與協助 (Traffic coordination and assistance)
- 旅行者資訊的支援 (Traveler information support)
- 讓使用者覺得便利舒適的應用 (Comfort applications)

車間通訊 (IVC) 的議題

- 短距離通訊技術
- 網路存取
- 網路層訊協定
- 傳輸層的通訊協定
- 資訊安全
- 效能模型

表9.1: 車間通訊路由協定之比較

通訊協定	定址模式	單/群播	路徑狀態	鄰居狀態	階層式	容易IP整合
AODV	固定式	單播	需要	需要	是	是
Cluster	固定式	單播	需要	需要	是	是
GPSR	地理的	單播	不需要	需要	否	是
Geocasting	地理的	群播	不需要	不需要	否	否

車載資通訊網路的應用與其特性

- 增進運輸安全的應用大部分是透過V2V (Vehicle to Vehicle車輛對車輛) 的通訊來達成的，而且對於時間延遲的要求較高，因此，通訊時會給予較高的優先等級。有些則需要精確的定位
- 與運輸效率有關的應用可能透過V2V或V2I (Vehicle to Infrastructure車輛對基礎設施) 的通訊來達成的，這類應用可容許較長的時間延遲，而通訊方式除了廣播之外，有時也要倚賴單點傳送 (Unicast)，有時可能還會用到蜂巢式 (Cellular) 的通訊系統

車載資通訊網路的應用與其特性

- 提供服務給使用者(包含乘客與駕駛)的應用主要是靠V2I的通訊來達成的，而且車輛必須要能夠存取網際網路與IP定址，線上的伺服器可以透過V2I、蜂巢式網路或是其他的網路來存取
- 對於延遲的要求是最低的，可容許長時間的延遲

表9.2: 車載資通訊網路的應用與其特性

應用名稱		應用特性				
		通訊類型	訊息型態	訊息期間	延遲	其他需求
1	緊急電子煞車燈號	V2V	事件驅動、時間限制的廣播	100ms	100ms	範圍：300m · 高優先權
2	慢車警告	V2V	週期而持續的廣播	500ms	100ms	高優先權
3	交叉路口碰撞警告	V2V, V2I	週期而持續的廣播	100ms	100ms	在電子地圖上準確的定位、高優先權
4	危險區域警告	I2V, V2V	事件驅動、時間限制的地理群播	100ms	100ms	高優先權
5	交通號誌違規警告	I2V	事件驅動、時間限制的廣播	100ms	100ms	範圍：250m · 高優先權
6	車道變換警告	V2V	週期性的廣播與單點傳送	100ms	50ms	範圍：50m · 高/中優先權
7	車道變換警告	V2V	週期性的廣播	100ms	100ms	定位準確性：<2m · 範圍：150m

表9.2: 車載資通訊網路的應用與其特性

8	合作向前碰撞警告	V2V	週期性、事件驅動的廣播與單點傳送	100ms	100ms	定位準確性： $<1m$ · 範圍：150m
9	交叉路口管理	V2I,V2V	週期性的廣播與單點傳送	1000ms	500ms	定位準確性： $<5m$
10	限制存取繞道警告	I2V	週期性的廣播	100ms	500ms	中/低優先權
11	合作調適巡航控制	V2V	廣播與單點傳送	500ms	100ms	中優先權
12	電子收費	V2I, Cellular	週期性的廣播與單點傳送	1000ms	200ms	CEN DSRC
13	遠距診斷	V2I,V2V, Cellular	單點傳送、廣播、事件驅動	N/A	500ms	網際網路存取服務
14	媒體下載	V2I, Cellular	單點傳送、廣播、依照要求	N/A	500ms	網際網路存取服務
15	地圖下載與更新	V2I,V2V, Cellular	單點傳送、廣播、依照要求	1000ms	500ms	網際網路存取服務
16	生態駕駛協助	V2I,v2V, Cellular	單點傳送、廣播、依照要求	1000ms	500ms	網際網路存取服務

表9.3: 常見車間通訊的媒體存取控制協定之比較

象徵的無線	科技			
	802.11p WAVE	Wi-Fi	蜂巢式	紅外線
資料鏈結特性	802.11p WAVE	Wi-Fi	蜂巢式	紅外線
資料傳輸率	3-27 Mb/s	6-54 Mb/s	< 2 Mb/s	< 1 Mb/s
通訊半徑	< 1000 m	< 100 m	< 15 km	< 100m (CALM IR)
行動裝置傳輸				
功率	760mW (US) 2W EIRP (EU)	100mW	380 mW (UMTS) 2000 mW (GSM)	12800 W/Sr pulse peak
最大功率				
頻寬	10 MHz 20 MHz	1-40 MHz	25 MHz (GSM) 60 MHz (UMTS)	N/A (optical carrier)
頻譜配置	75 MHz (US) 30 MHz (EU)	50 MHz@ 2.5 GHz 300 MHz@ 5GHz	(Operator-dependent)	N/A (optical carrier)
適用的移動性	高	低	高	中
頻帶	5.86-5.92GHz	2.4GHz 5.2GHz	800MHz, 900MHz 1800MHz 1900MHz	835-1035mm
標準	IEEE, ISO, ETSI	IEEE	ETSI, 3GPP	ISO

圖9.4: 802.11P WAVE 的通訊協定堆疊

通訊協定堆疊

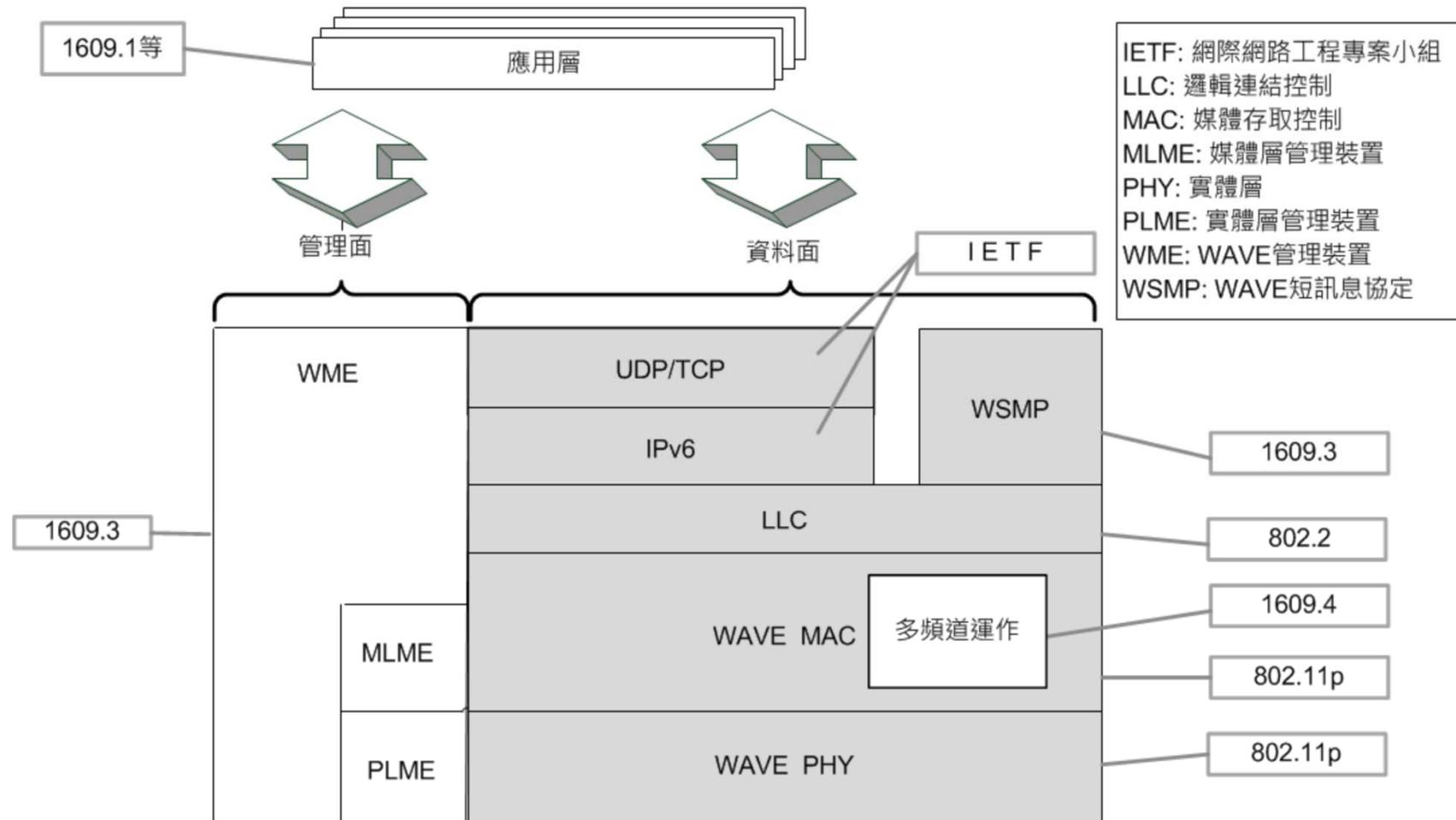
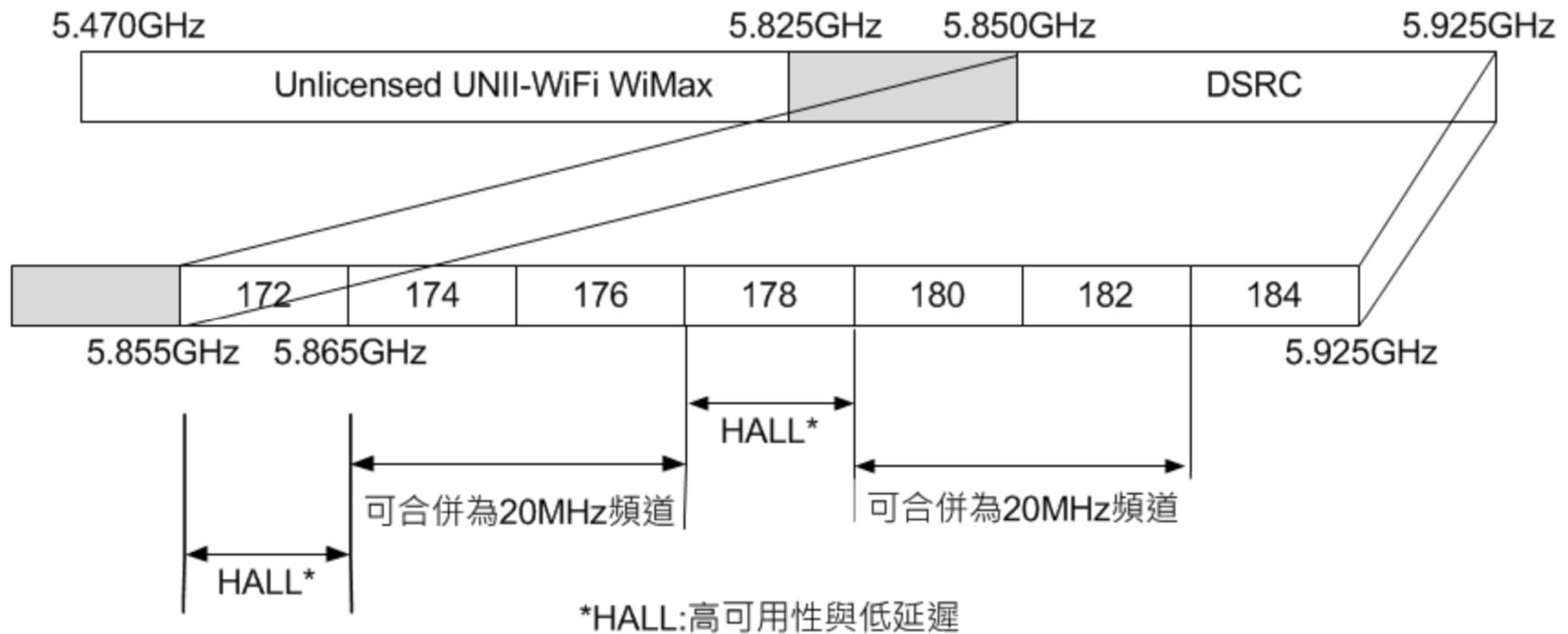


圖9.5: DSRC 頻道的分配



車載資通訊網路的路由協定

- 以位置為基礎的路由協定
- VADD (Vehicle-Assisted Data Delivery)
- CAR (Connectivity-Aware Routing)
- Delay-Bounded Routing

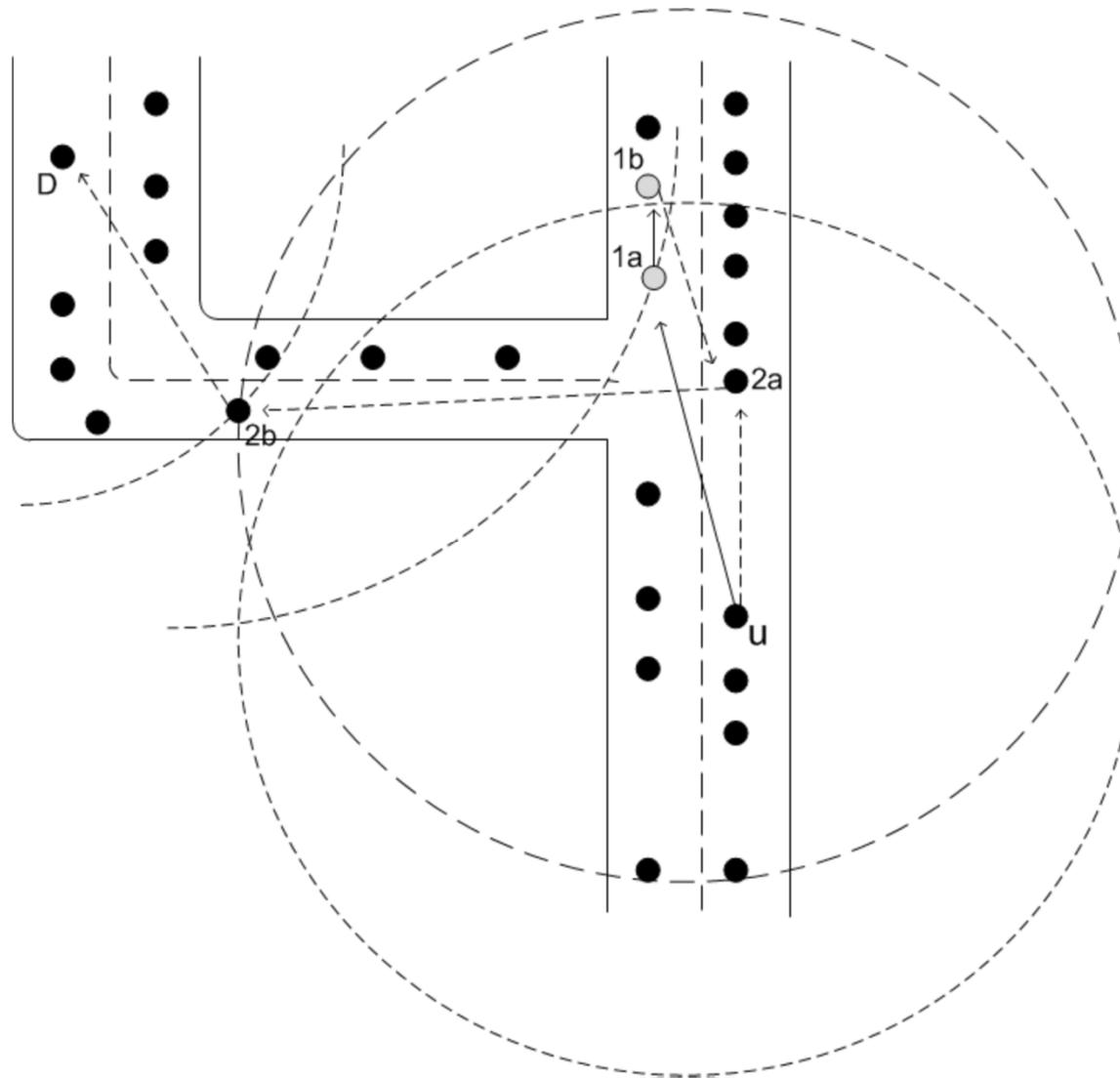
以位置為基礎的路由協定

- 由於車輛大多配置有GPS，因此以位置為基礎的通訊協定便成為車載網路最常使用的路由協定
- 現存以位置為基礎的路由協定通常是挑選最靠近目的節點的鄰居當做下一步的轉送目標，這種策略我們稱為貪婪轉送 (greedy forwarding)

以位置為基礎的路由協定

- 因為貪婪轉送法只使用區域的資訊，因此，資料有可能被轉送到區域最佳的節點 (local optimum)，即沒有鄰居比這個節點更靠近目的節點
- 為了逃離區域最佳的節點，一些修正的策略被提出來，其中最具代表性的方法便是GPSR (Greedy Perimeter Stateless Routing)，但是研究指出這個方法在都市的環境表現得並不好

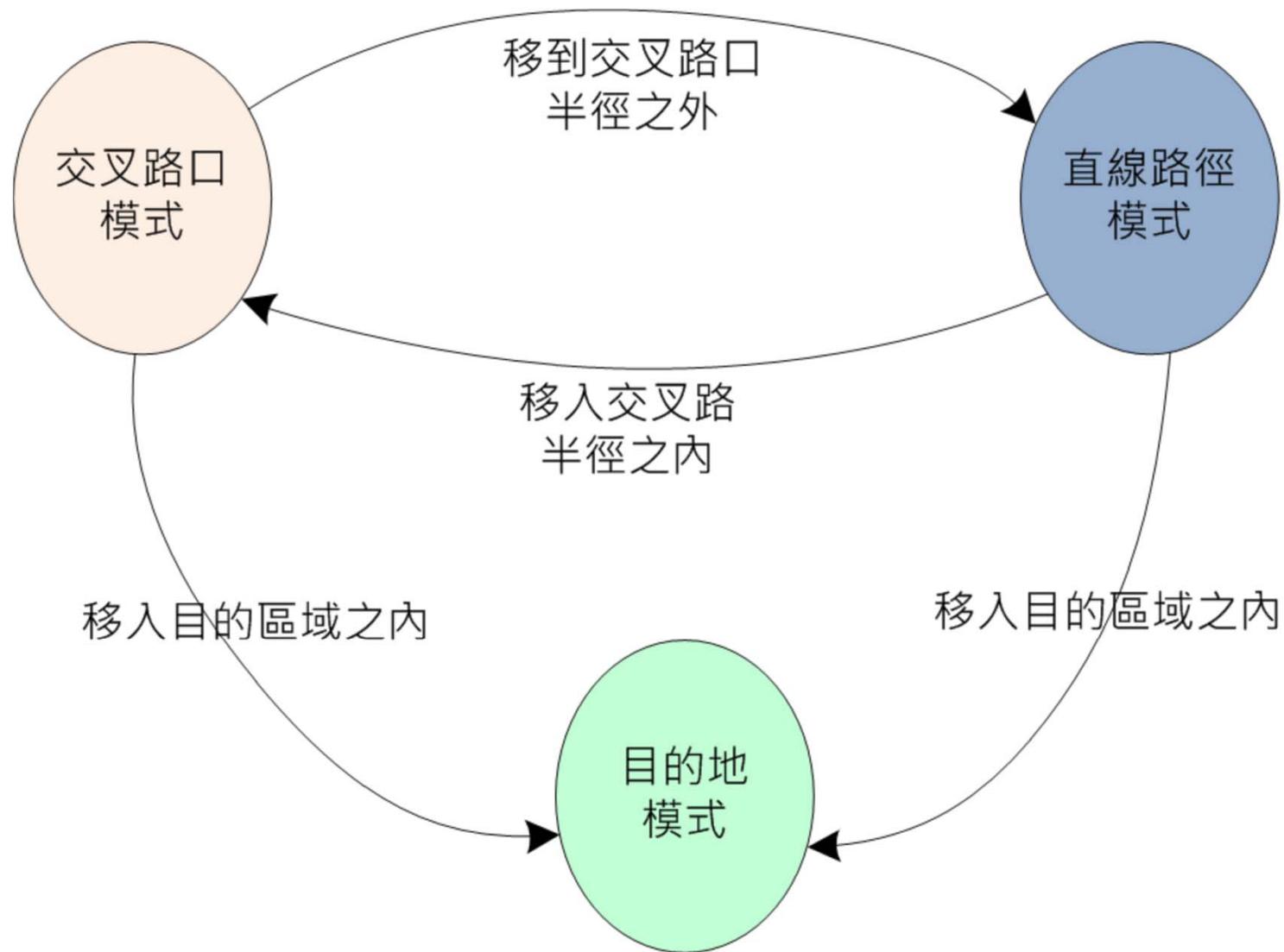
圖9.6: 在交叉路口貪婪轉送與限制性的貪婪轉送策略之比較



VADD

- VADD (Vehicle-Assisted Data Delivery) 包含了三種模式，交叉路口模式 (Intersection mode)、直線路徑模式 (Straight way mode) 與目的地模式 (Destination mode)
- 當車輛進入交叉路口的半徑時會進入交叉路口模式，在交叉路口模式時，會依據各向外路徑的預期延遲時間，決定各向外路徑的優先權，預期延遲時間愈短者優先權愈高
- 三種協定包括位置優先探測 (L-VADD (Location First Probe))、方向優先探測 (D-VADD (Direction First Probe)) 與混合探測 (H-VADD (Hybrid Probe)) 協定可用來決定轉送的方向

圖9.7: VADD的三種封包模式

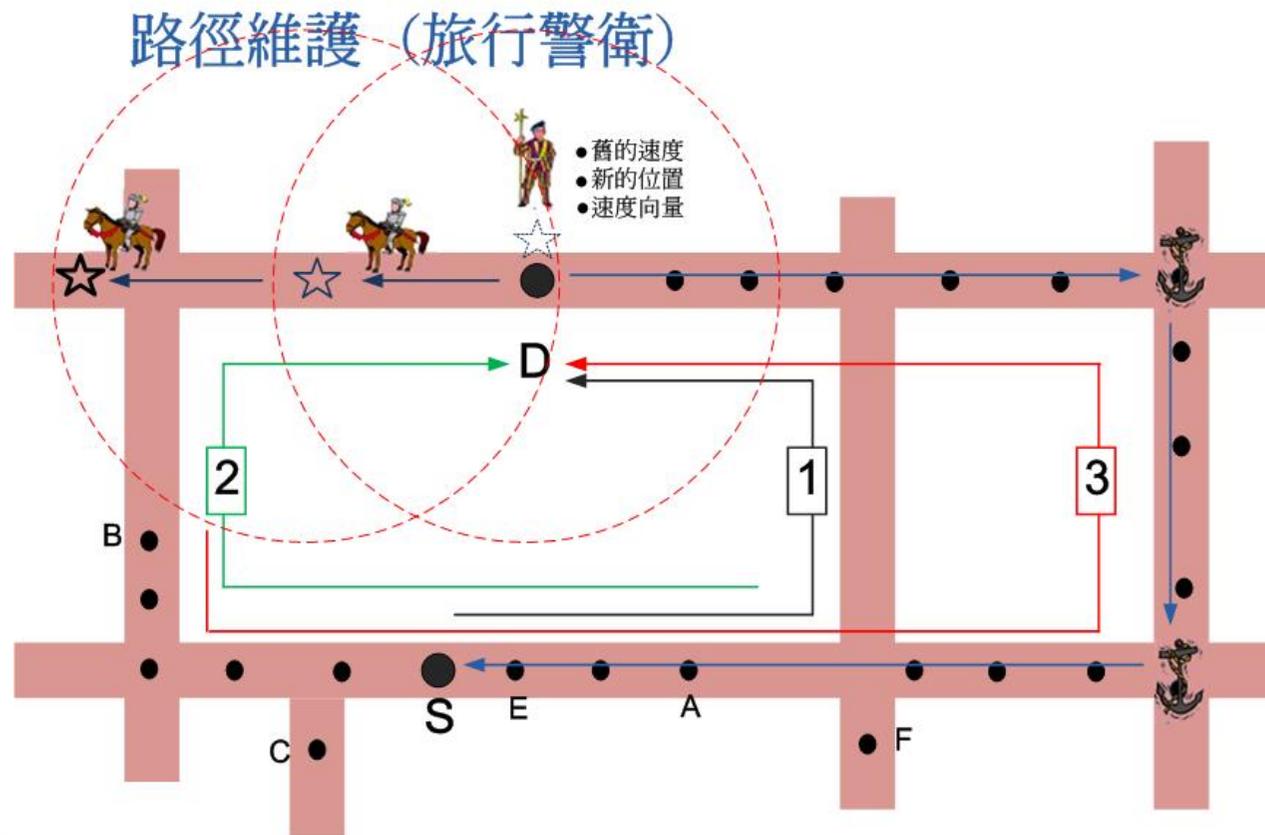


VADD

- 使用L-VADD會有最短的轉送路徑，但可能會造成迴圈，使用D-VADD可以避免形成迴圈，但是會有較長的轉送路徑與延遲時間，H-VADD則綜合兩種協定，在交叉路口時採用L-VDD協定，當偵測到迴圈時則改成採用D-VADD協定
- 當車輛離開交叉路口的半徑且未進入目的地區域時會進入直線路徑模式，在直線路徑模式時，會依據地理性的貪婪轉送策略來將封包傳送到下一個交叉路口
- 當車輛進入目的地區域時會進入目的地模式，在目的地模式時是以廣播的方式將封包傳送到目的地

圖9.8: CAR使用旅行衛兵做路徑維護的例子

- CAR協定包含了四個主要的部分：目的地位置與路徑的發現、資料封包沿著發現的路徑轉送、藉由衛兵 (guard) 的協助維護路徑以及錯誤的復原



Delay-Bounded Routing

- Delay-bounded routing與傳統路由協定不同之處便是要儘量減少無線頻譜的使用，於延遲的界限值之前將訊息送達到目的地
- 訊息除了可以採用無線轉送 (forwarding by radio簡稱為forwarding) 的方式傳送外，也可由擁有此訊息的車輛攜帶此訊息 (carried by vehicle簡稱為muling)
- 目的地為可連線至網際網路最靠近車輛的存取點
- 兩種傳遞訊息的策略，一種是分散式的D-Greedy策略，另一種則是集中式的D-MinCost策略

車載資通訊網路的位置服務協定

- 在車載資通訊網路，有許多的應用都是以位置為基礎或是假設具有位置知覺
- 全球定位系統 (GPS) 的普及固然讓許多車輛可以知道自己的位置資訊，但卻無法讓車輛知道其他車輛的位置資訊
- 讓車輛可以有效而快速的知道所欲通訊車輛的位置資訊
- 位置服務協定：
 - Cache-Based Routing
 - VLS
 - RLSMP

圖9.9: 時戳的更新機制

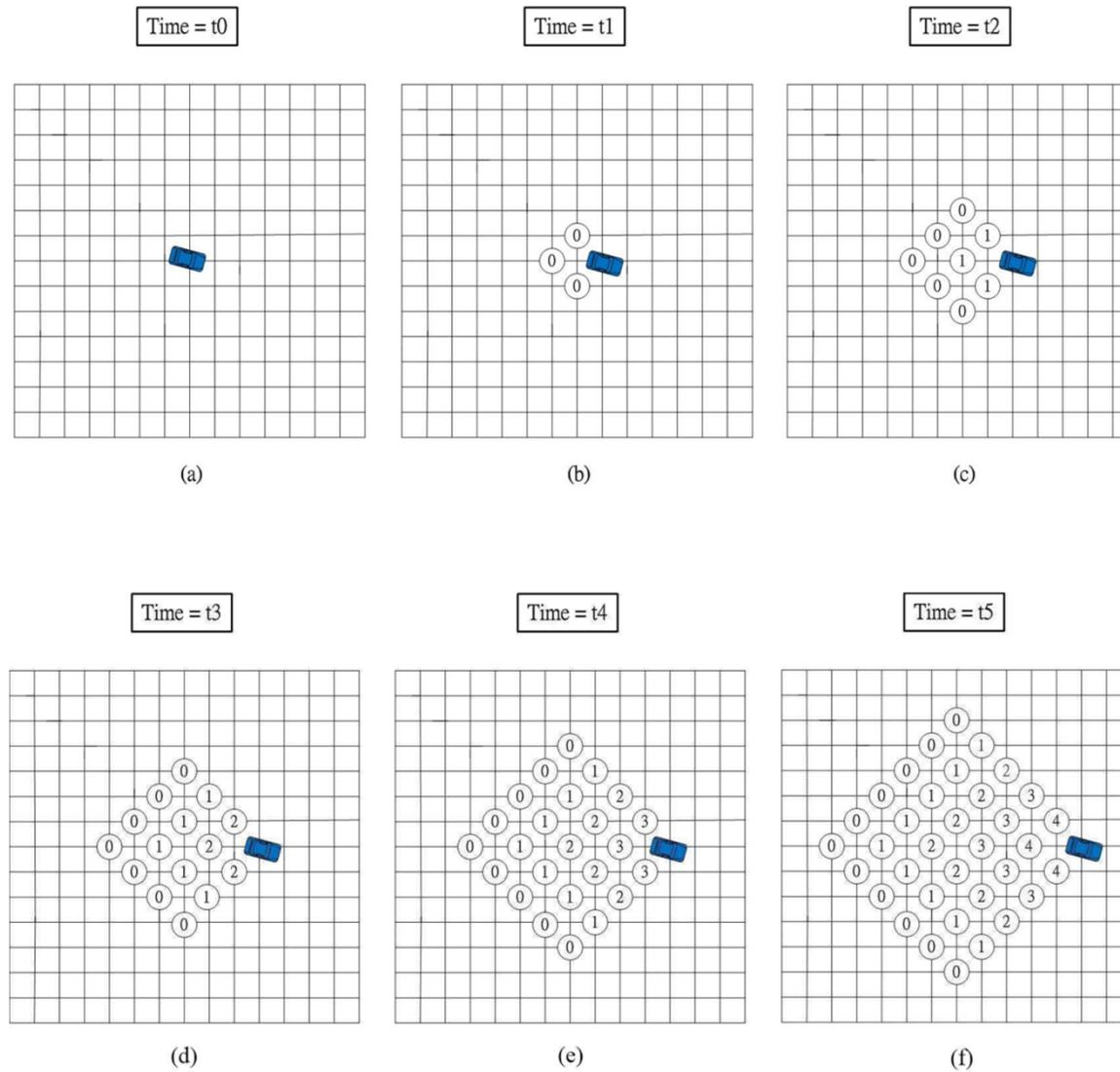
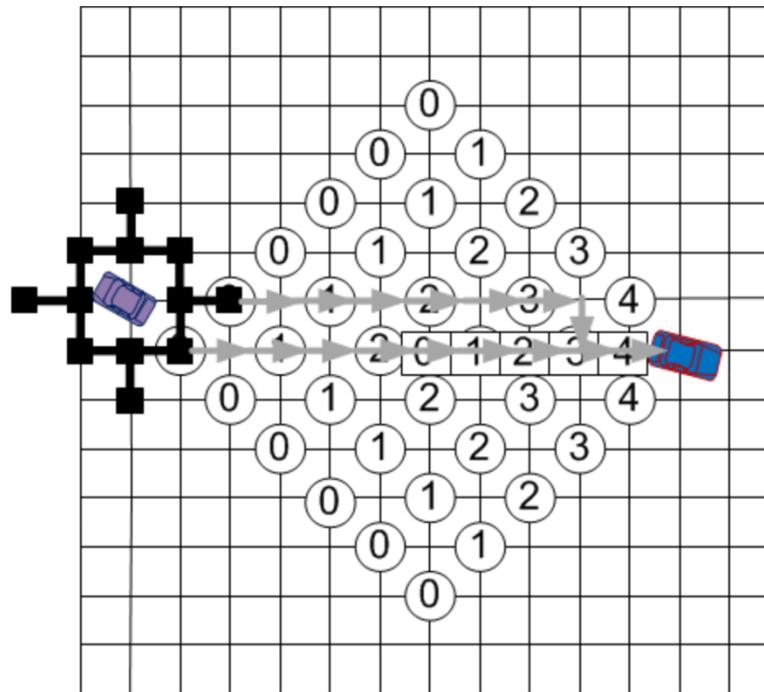


圖9.10: 詢問位置資訊



 : 被查詢的車輛
  : 發出查詢的車輛
 : 將查詢訊息以泛洪的方式傳遞到道路上以搜尋路標
 : 依據地理資訊做貪婪轉送
  : 時間 t_i 時的路標
 : 時間 t_i 時所記錄的路標位置

圖9.11: VLS 的例子

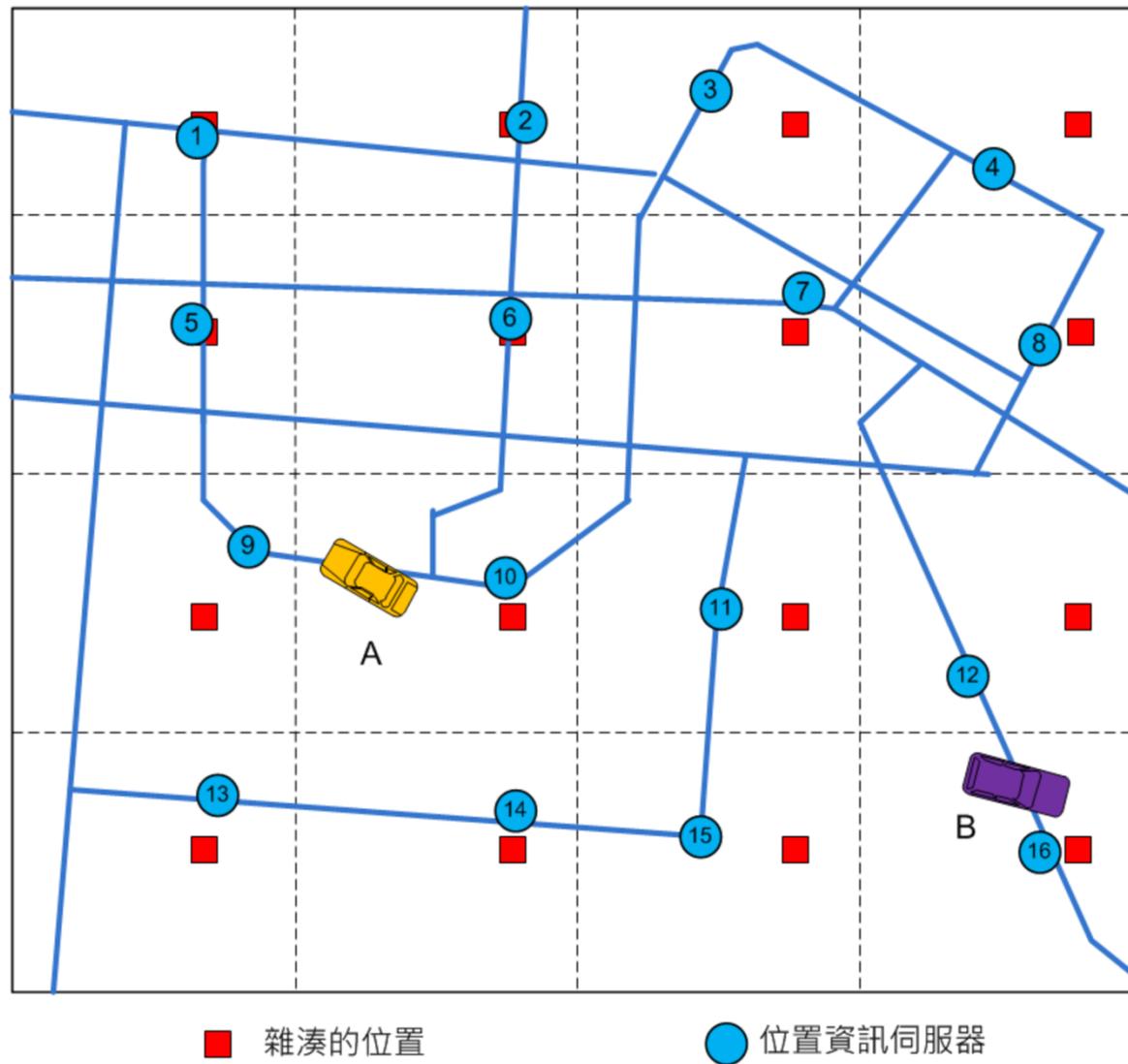
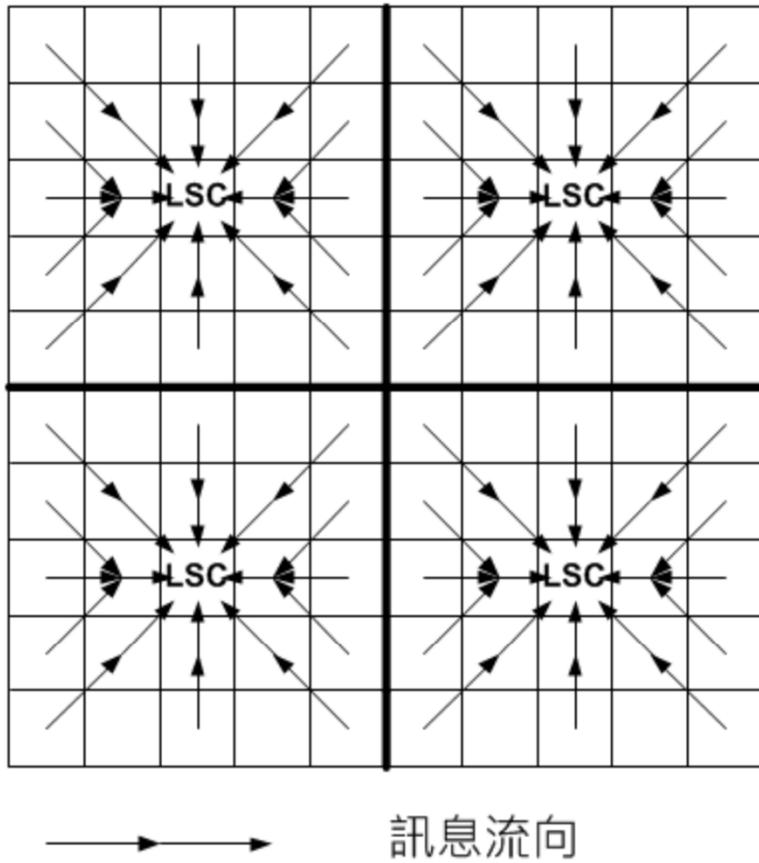
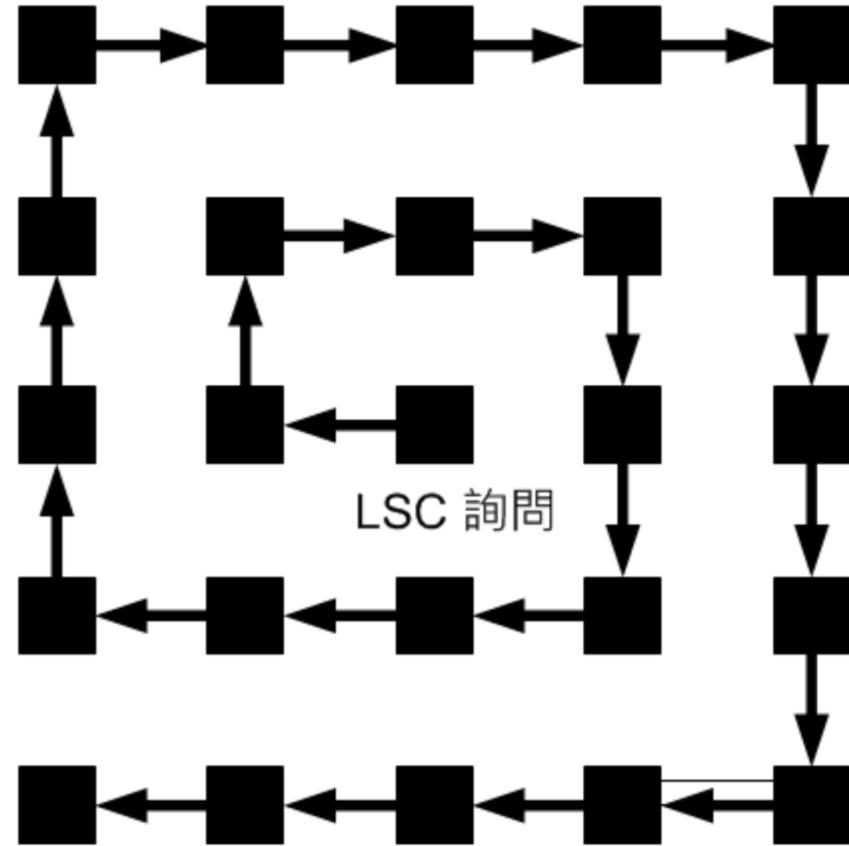


圖9.12: (a) RLSMP傳遞位置資訊 (b) 位置詢問封包的方式



(a)



(b)

車載資通訊網路的群播協定

- 在車載資通訊網路有時需要將緊急訊息告知特定區域內的所有車輛，有時則需要將重要訊息告知網路上所有的車輛
- 群播協定
 - IVG
 - Distributed Robust Geocast
 - Mobicast
 - DV-CAST
 - Broadcast Methods for Inter-vehicle Communications System

圖9.13: IVG 的例子

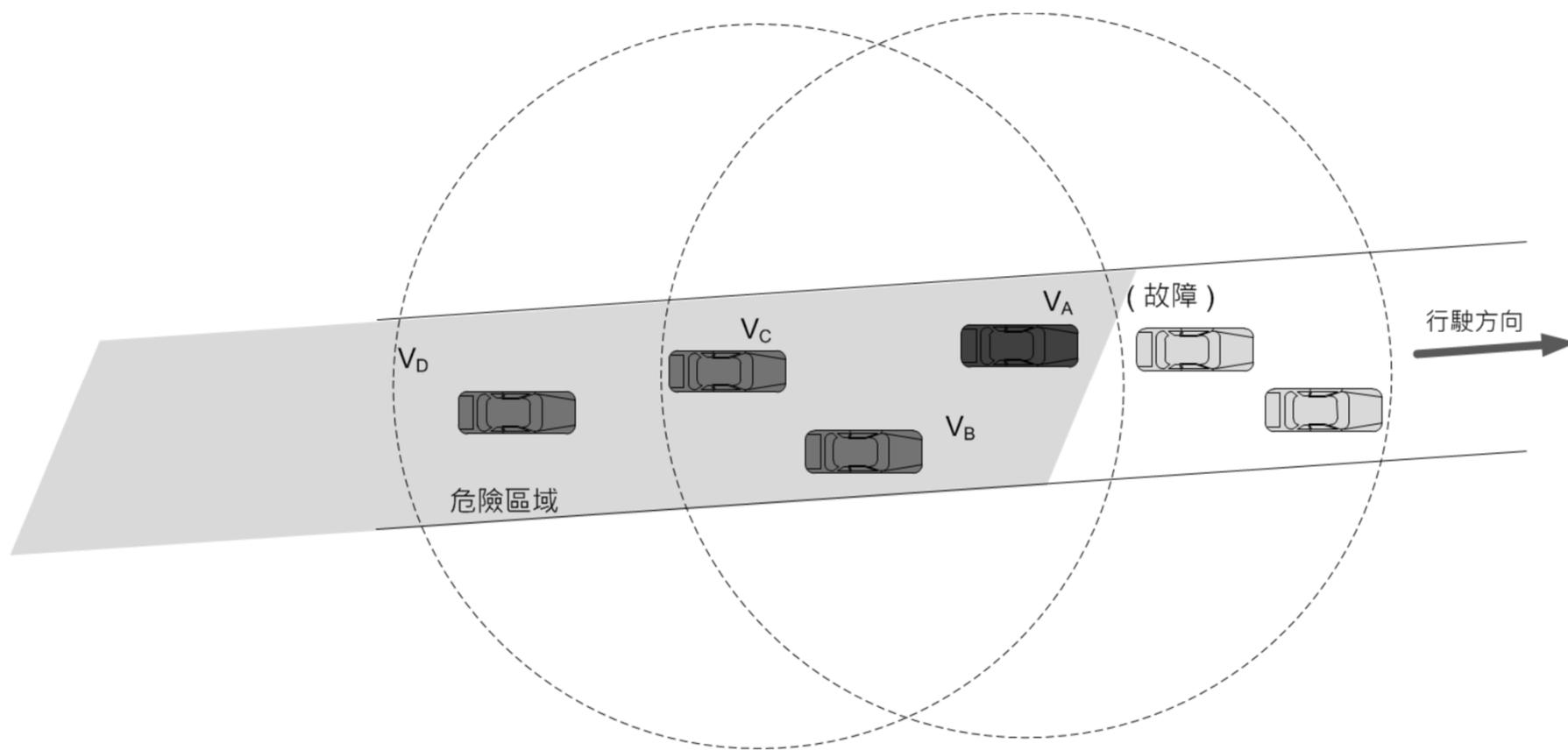


圖 9.14: Distributed Robust Geocast 的結構

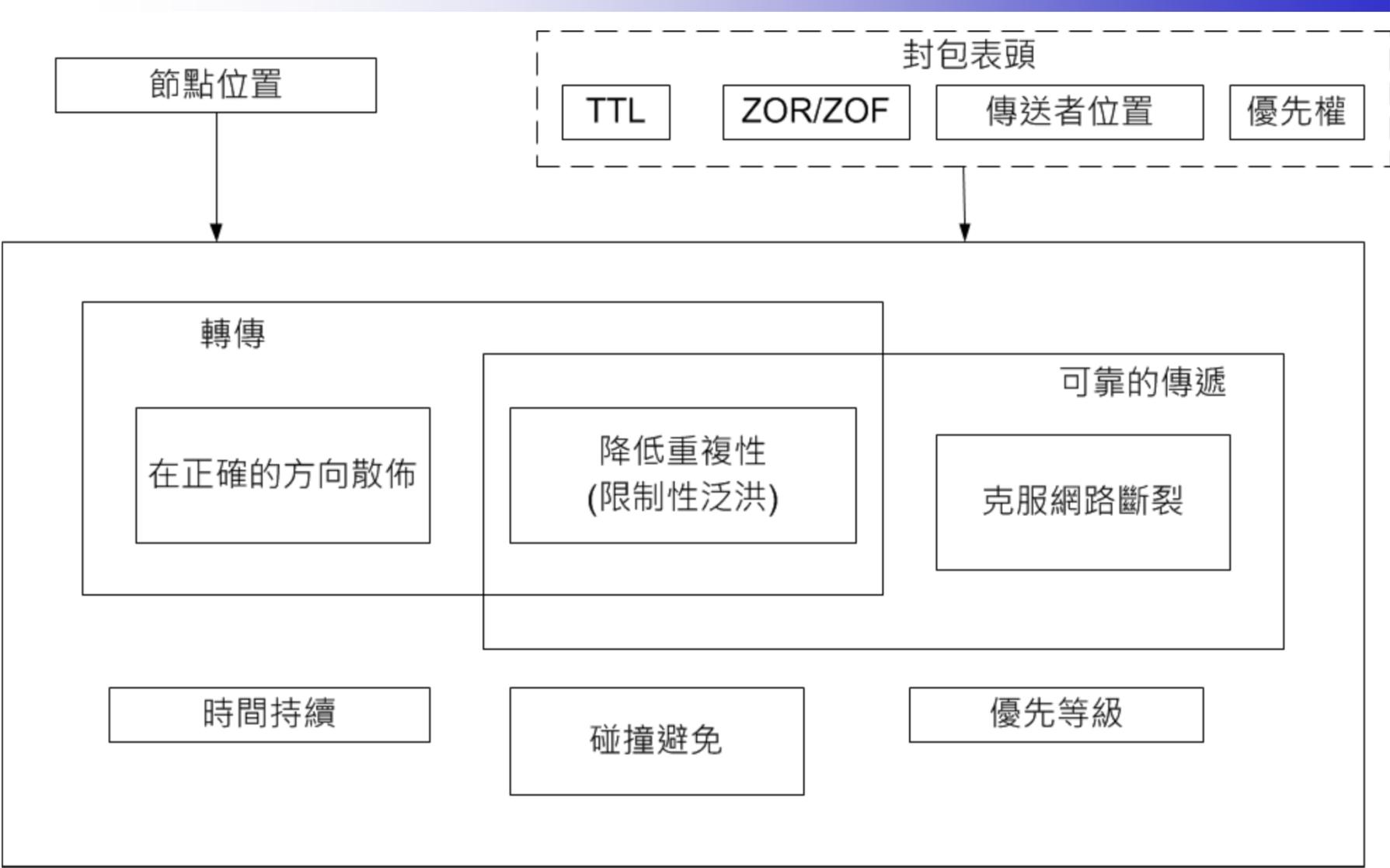


圖9.15: 解決網路斷裂的問題

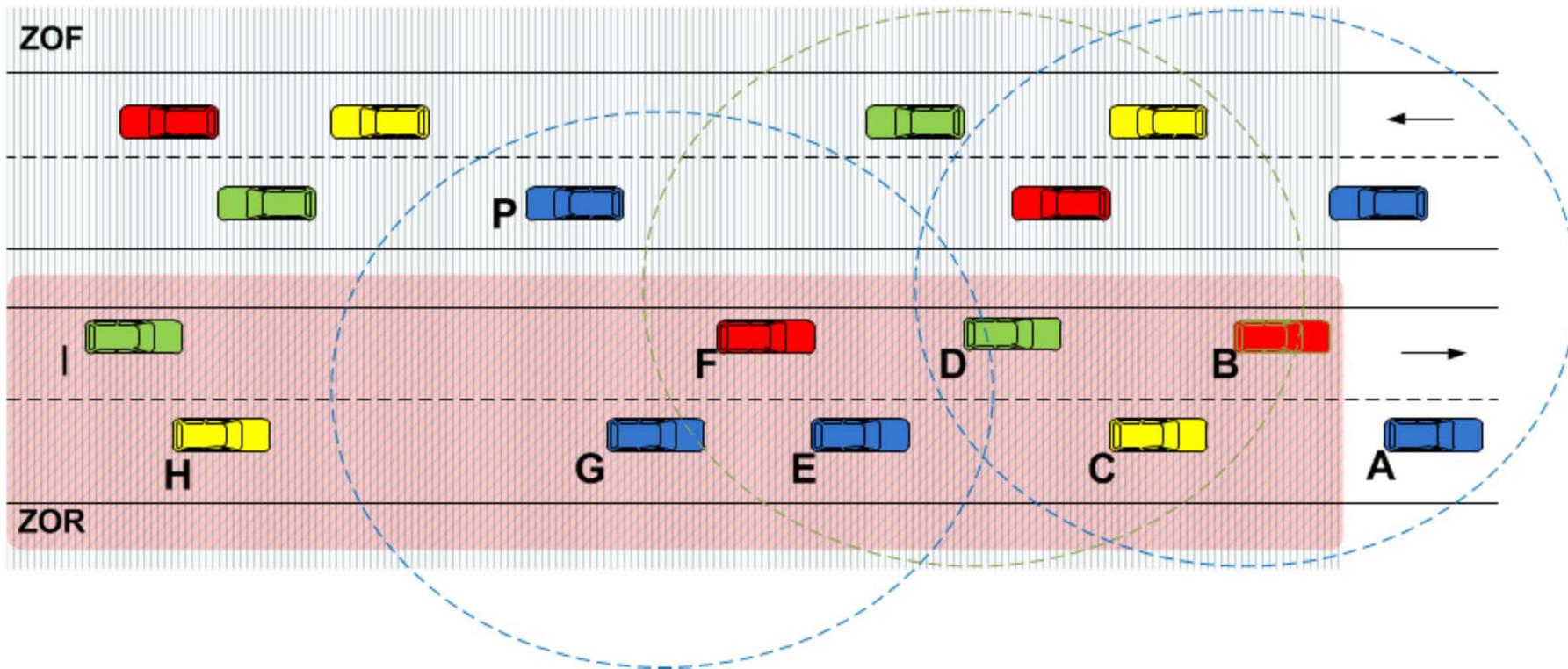


圖9.16: Mobicast 協定在VANET中運作的例子

- Mobicast被稱為具有空間與時間性的群播 (Spatiotemporal multicast)，必須於時間 t 將mobicast的訊息轉送至位於特定地理區域內的車輛

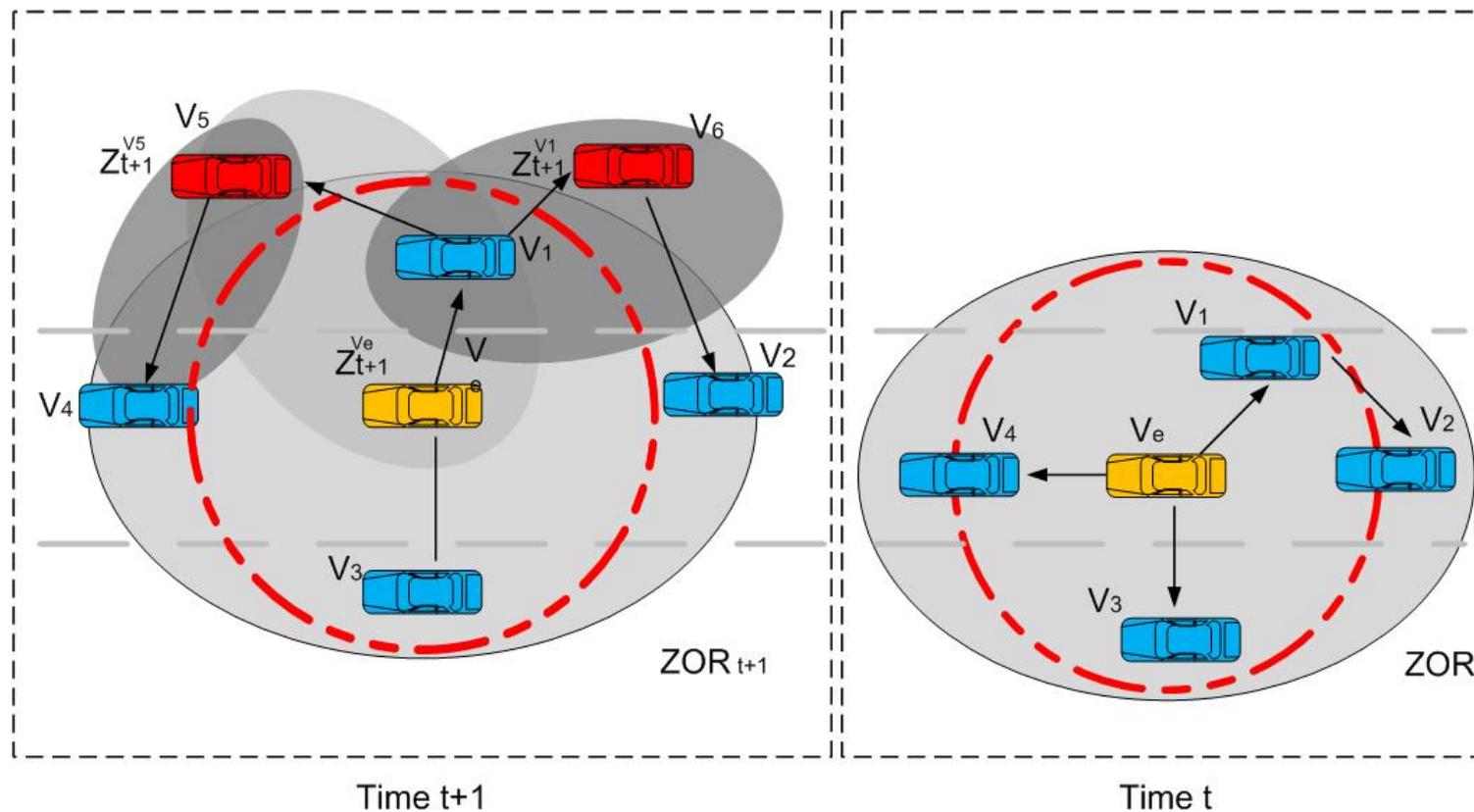


圖9.17: DV-CAST 廣播協定的例子

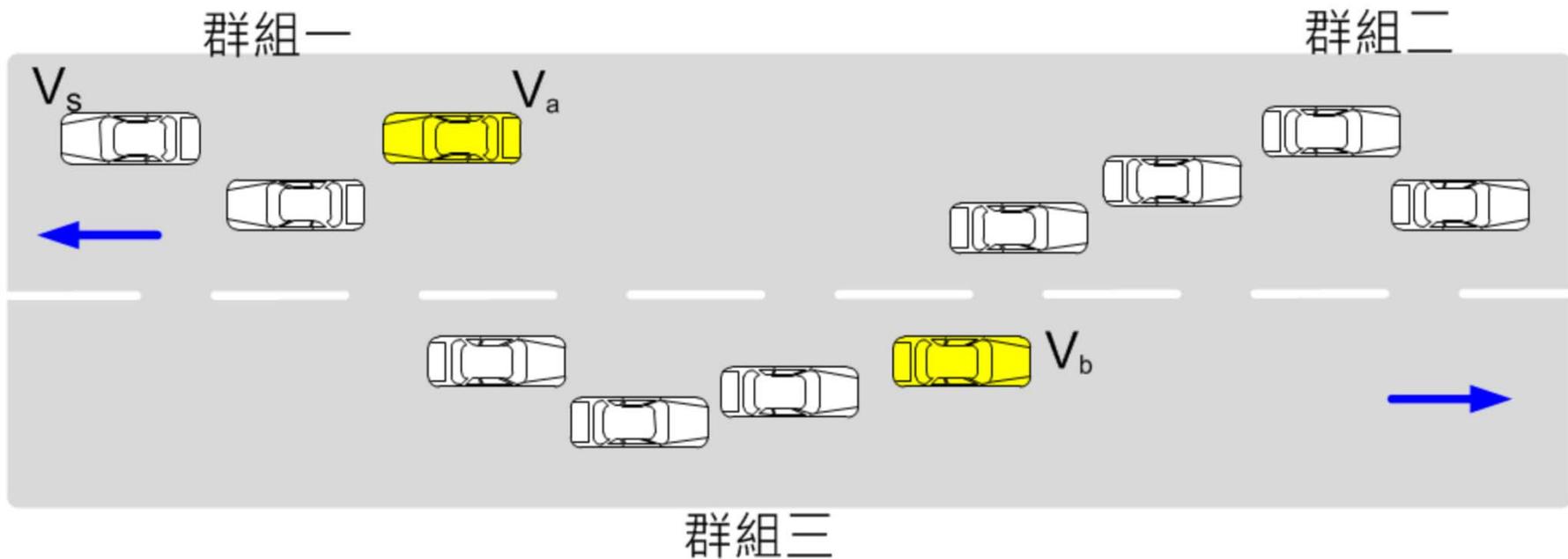
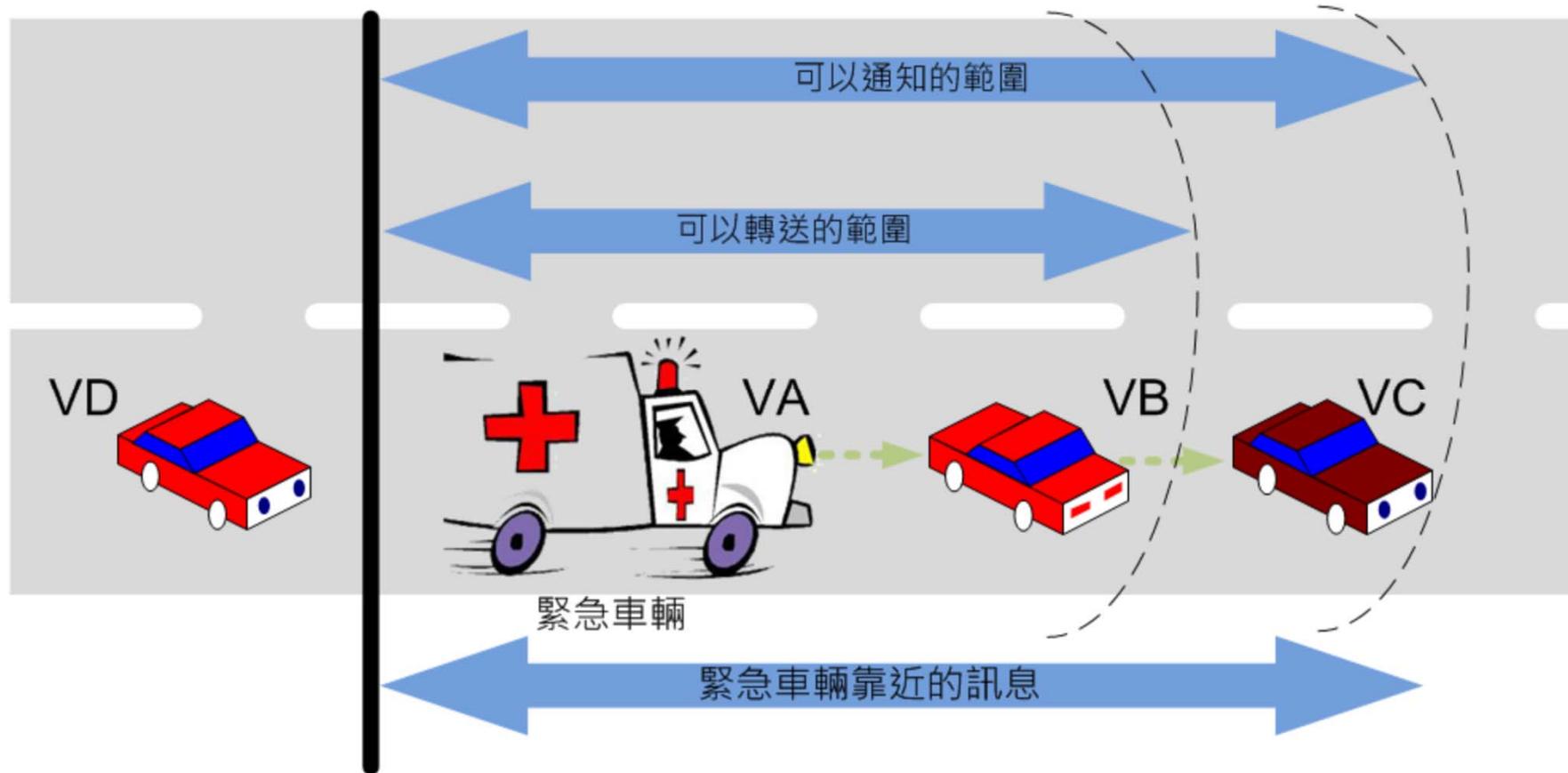


圖9.18: 緊急訊息的廣播區域



車載資通訊網路的換手協定

- 由於車輛移動的速度很快，通訊者可能在很短的時間便可以從一個基地台移動到另一個基地台(或從一個網段移到另一個網段)，因此，如何降低換手的延遲，以維持網路通訊不斷線，便成為一個重要的課題
- 利用車間通訊來降低取得IP的時間
 - IP Address Passing
 - Network Mobility (NEMO) Protocol

圖9.19: IP 位址傳遞的流程圖

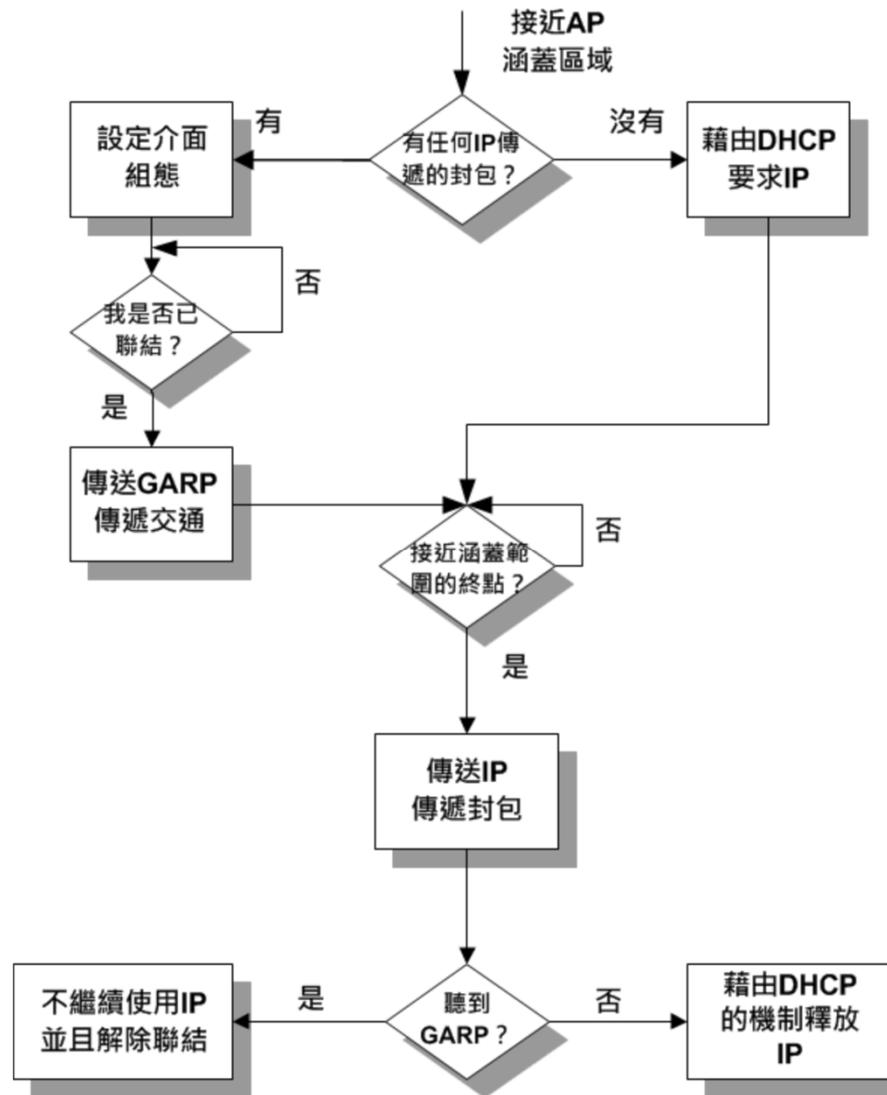
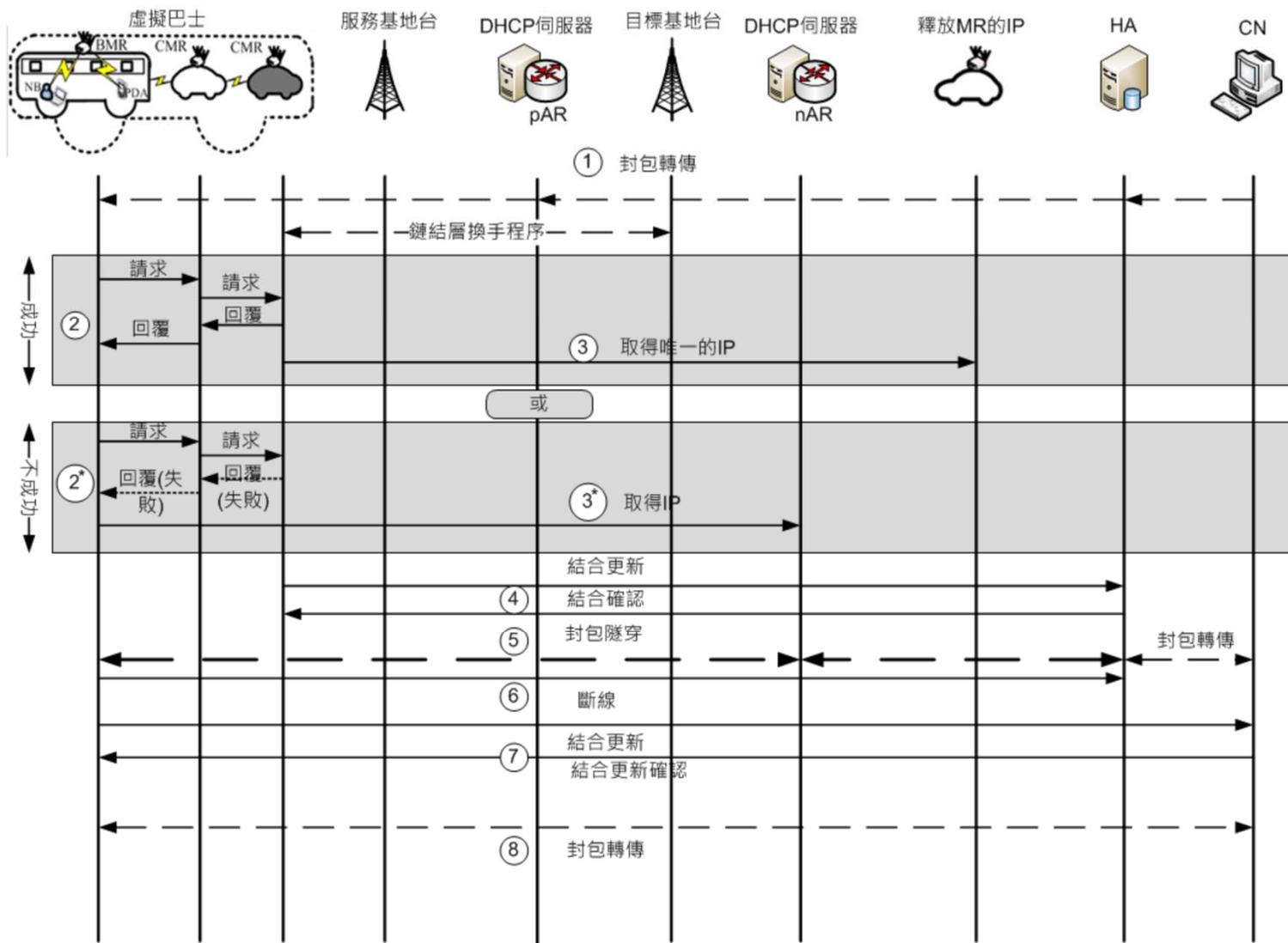


表9.4: 傳統 DFDP 與 IP passing 之比較

實施方法	時間	位元組	訊息個數
傳統的 DHCP	2.5s	2096	7
IP 傳遞	0.09s	296	2

圖9.20: VANET中虛擬巴士NEMO方案的資料流向圖



本章回顧

- 介紹了何謂車載資通訊網路，車載資通訊網路的發展與應用以及車載資通訊網路在智慧型運輸系統(ITS)扮演的角色
- 車載資通訊網路包含車輛內部的網路以及車輛與車輛之間的通訊網路。在車載資通訊網路中車載隨意網路(VANET)扮演了十分重要的角色

本章回顧

- 介紹了車載資通訊網路相關的通訊協定，包括了媒體存取控制協定、路由協定、位置服務協定、群播協定、廣播協定與換手協定等
- 車載資通訊網路將變得更加成熟與普遍
- 在車載資通訊網路的支援下智慧型運輸系統將使得行車變得更加的快捷、便利與安全

習題

1. 請說明何謂車載資通訊系統？請列舉出車載資通訊系統三種可能的應用。(9-1)
2. 請說明車間通訊的重要研究議題。(9-2)
3. 請比較IEEE 802.11P與Cellular兩種車間通訊的媒體存取控制協定。(9-3)
4. 請說明何謂GPCR、VADD與CAR。(9-4)
5. 請說明Cache-based、VLS與RLSMP的優缺點。(9-5)
6. 請解釋左列之名詞：ZOR、ZOF、Geocast、Mobicast。(9-6)
7. 請說明IP passing協定的四個步驟。(9-7)
8. 何謂Virtual bus？如何利用virtual bus來降低換手的延遲？(9-8)

參考文獻

1. 車載資通訊教學推動聯盟中心教材。
2. Mihail L. Sichitiu and Maria Kihl, "Inter-Vehicle Communication Systems: A Survey," IEEE Communications Surveys & Tutorials, Vol. 10, No. 2, 2nd quarter 2008, pp. 88-105.
3. Anis Laouiti, Arnaud Dela Fortelle, Paul MÜhlethaler, and Yasser Toor, "Vehicle Ad Hoc Networks: Applications and Related Technical Issues," IEEE Communications Surveys & Tutorials, Vol. 10, No. 3, 3rd quarter 2008, pp.74-88.

參考文獻

4. P. Papadimitratos, A. d. L. Fortelle, K. Evenssen, R. Brignolo, and S. Cosenza, “Vehicular Communication Systems: Enabling Technologies, Applications, and Future Outlook on Intelligent Transportation”, IEEE Communications Magazine, Nov. 2009, pp. 84-95.
5. Michele Weigle, “Standards:WAVE / DSRC / 802.11p”, Old Dominion University CS795/895 Vehicular Networks, 2008
6. C. Lochert, M. Mauve, H. Fera, and H. Hartenstein, “Geographic routing in city scenarios,” ACM Mobile Computing and Communications, Vol. 9, 2005, pp. 69-72.

參考文獻

7. J. Zhao and G. Cao, “VADD: vehicle-assisted data delivery in vehicular ad hoc networks,” IEEE Computer Communications, 2006, pp. 1-12.
8. V. Naumov and T. Gross, “Connectivity-aware routing (CAR) in vehicular ad hoc networks,” in Proceedings of IEEE International Conference on Computer Communications, 2007, pp. 1919-1927.
9. Skordylis and N. Trigoni, “Delay-bounded routing in vehicular ad-hoc networks,” ACM International Symposium on Mobile Ad hoc Networking and Computing, 2008, pp. 3017-3021.

參考文獻

10. G. Y. Chang, J.-P. Sheu, T.-Y. Lin, and K.-Y. Hsieh, “Cache-Based Routing for Vehicular Ad Hoc Networks in City Environments,” IEEE Wireless Communications and Networking Conference (WCNC), April 2010, pp. 1-6.
11. X.-Y. Bai, X.-M. Ye, J. Li, and H. Jiang, “VLS: A Map-Based Vehicle Location Service for City Environments,” IEEE International Conference on Communications, 2009, June 2009, pp. 1-5.

參考文獻

12. H. Saleet, O. Basir, R. Langar, and R. Boutaba, "Region-Based Location-Service-Management Protocol for VANETs," IEEE Transactions on Vehicular Technology, Vol. 59, No. 2, February 2010, pp. 917-931.
13. Y.-W. Lin, Y.-S. Chen, and S.-L. Lee, "Routing Protocols in Vehicular Ad Hoc Networks: A Survey and Future Perspectives," Journal of Information Science and Engineering, Vol. 26, No. 3, May 2010, pp. 913-932.

參考文獻

14. Bachir and A. Benslimane, “A multicast protocol in ad hoc networks inter-vehicle geocast,” in Proceedings of IEEE Semiannual Vehicular Technology Conference, Vol. 4, 2003, pp. 2456-2460.
15. H. P. Joshi, M. Sichitiu, and M. Kihl, “Distributed robust geocast multicast routing for inter-vehicle communication,” in Proceedings of WEIRD Workshop on WiMax, Wireless and Mobility, 2007, pp. 9-21.

參考文獻

16. Y. S. Chen, Y. W. Lin, and S. L. Lee, “A mobicast routing protocol for vehicular ad hoc networks,” ACM/Springer Mobile Networks and Applications, 2010, pp. 20-35.
17. Tonguz, N. Wisitpongphan, F. Bai, P. Mudalige, and V. Sadekar, “Broadcasting in VANET,” in Proceedings of IEEE Mobile Networking for Vehicular Environments, 2007, pp. 7-12.

參考文獻

18. T. Fukuhara, T. Warabino, T. Ohseki, K. Saito, K. Sugiyama, T. Nishida, and K. Eguchi, “Broadcast methods for inter-vehicle communications system,” in Proceedings of IEEE Wireless Communications and Networking Conference, Vol. 4, 2005, pp. 2252-2257.
19. W. L. T Arnold, J. Zhao, ”IP Address Passing for VANETs” IEEE International Conference on Pervasive Computing and Communications (PERCOM), Hong Kong 2008, pp. 70-79.

參考文獻

20. Y.-S. Chen, C.-H. Cheng, C.-S. Hsu, G.-M. Chiu, "Network Mobility Protocol for Vehicular Ad Hoc Networks" Wireless Communications and Networking Conference (WCNC) , 2009, pp. 1-5.