

使用 OpenFlow 分析校園巡邏車輛網路之研究

The Study of Using OpenFlow to Analyze Patrol Car Network in Campus

¹ 劉仲鑫

² 葉彥德

¹ Chung-Hsin Liu

² Yen-Te Yeh

¹ 中國文化大學資訊工程學系

¹ Department of Computer Science,
Chinese Culture University

² 中國文化大學數位機電研究所

² Institute of Digital Mechatronic Technology,
Chinese Culture University

摘要

無線網路存取技術進步，開創行動網際網路的新時代，連帶車載通訊的需求也越來越高。然而車輛的高移動特性，突顯通訊裝置本身電力與硬體的限制，透過 OpenFlow 的技術改善從裝置到地面基地台這段無線線路品質因基地台切換而低落之問題。行動通訊是將全部一起移動的群體視為一個整體的概念，特別適合用來改善車載通訊的品質。

當車輛移動，並從平台偵測到行動節點，於涵蓋範圍大的 3G 內進入到小且範圍短的 WiFi 服務範圍內，接著離開此進入的 WiFi 服務範圍而進入到另一個 3G 的服務範圍內，此時就會造成短時間內垂直切換次數頻繁，導致系統效率下降，服務品質也跟著下降之情況。本研究之實驗結果顯示，行動節點經過 3G 基地台到 WiFi 範圍內的切換程序整體效率差異不大。

關鍵詞：OpenFlow、EstiNet、WiFi、BaseStation。

Abstract

A new era of mobile Internet has been created with the progressive wireless Internet technology; hence, the demand of telematics is getting higher. However, the characteristics of high mobility vehicle highlight the power and hardware limitations of communication device itself. Through the OpenFlow technology, the quality of wireless performance which is lower by switching from the device to the base station on the ground could be improved. Mobile communication regards moving together groups as an overall concept which particularly suit for improving the quality of vehicle communication.

When the vehicle is moving, the mobile nodes were detected from the platform that the vehicle is moving from large 3G coverage into the short range of WiFi service range; then, leave this WiFi service range to another range of 3G services. Meanwhile, this phenomenon will result in frequent

vertical switching within short times, and it decreases the efficiency of system and decline service quality. The experiment showed that the procedure of overall efficiency is insignificant while mobile nodes are switching from 3G basestation to WiFi coverage.

Keywords: OpenFlow、EstiNet、WiFi、BaseStation。

1. 前言

由於校園面臨許多環境安全問題的影響，例如：校園失竊、恐怖、刑事案件時有發生，為切實維護師生正常的教學、研究和生活秩序等等之因素，因此我們必須善用於現代科技之技術來改善作業流程、降低管理成本及風險，進而提升管理之效率。巡邏車輛系統中的車輛定位技術與車載通訊設備之運用，可全面監控並掌握巡邏車輛的動態的狀況，進而提升管理的品質。如圖 1 研究架構。

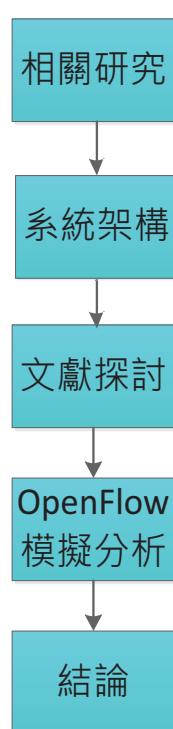


圖 1 研究架構

1.1 VANET

VANET 網路之應用範疇，包括提供行車安全的服務以及便利生活的訊息，例如：當前方車輛發生事故時，能立即回報緊急訊息給後方車輛知道，避免連續事故的發生，或是駕駛能透過 VANET 網路所提供的服務，獲取車輛之相關資訊[1][2][4]。

1.2 3G

第三代流動通訊技術，是指以 UMTS 和 CDMA2000 為代表的，支持高速數據傳輸的蜂窩流動通訊技術。3G 服務能夠同時傳送聲音及數據信息（電子郵件、即時通訊等）。3G 的代表特徵是提供高速數據業務[3]。

1.3 WiFi

是一種針對區域網路的一種無線通訊協定,是由通稱 IEEE 的美國電子電機工程師協會 (the Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.) 所制訂, 專用於無線產品的頻寬與速率等規格和規範。

在學校或是公司使用桌上型電腦來上網時,電腦通常是經由 Ethernet 網路線,連接到網路交換器(Switch),而網路交換器會與學校或是公司的骨幹網路連接。骨幹網路會進一步透過光纖或是 ADSL 連接到 TANET 學術網路或 ISP (Internet Service Provider, 如中華電信、台灣固網),最後與 Internet 接軌[5]。

1.4 UML

統一模塑語言 (UML) 是一個通用的視覺化模塑語言,用於對軟體進行描述、視覺化處理、構築和建立軟體系統作品的文件。擷取對必須建構的系統之各項決定和了解,可用於對系統的理解、設計、瀏覽、配置、維護和資訊控制。UML 適用於各種軟體發展方法、生命周期的各個階段、各種應用領域以及各種開發工具,UML 是一種總結了以往建模技術的經驗並吸收當今優秀成果的標準建模方法。UML 包括概念的語義,表示法和說明,提供了靜態、動態、系統環境及組織結構的模型。它可被交互的視覺化建模工具所支援,這些工具提供了程式碼產生器和報表產生器。UML 標準並沒有定義一種標準的開發過程,但它適用於反覆式的開發過程。它是為支援大部分現存的物件導向開發過程所設計的。

2. 相關研究

2.1 Software-Defined Network(SDN)

傳統網路資訊發送的傳輸路徑為了實現各種網路協定,交換器或路由器必須自行指定其傳輸路徑,過程中不斷地拆解及重組封包,無法有效發揮網路頻寬;且當企業需要調整傳輸方式時,需以手動方式逐一設定硬體設備,造成維護成本上升。OpenFlow 協定是具體實現 SDN 架構的主要技術,在 SDN 中,硬體設備的資料層和控制層是分離的,網路協定策略是由控制層負責,實現了軟硬體的分離以及底層硬體的虛擬化,進而對網路的發展提供了一個良好的平台[10]。

2.1.1 OpenFlow

OpenFlow 是一個由史丹佛大學所開發的開放協定,可以讓研究人員自行定義與設計 OpenFlow Switch 的網路行為,以用來測試自己的網路實驗。OpenFlow Switch 的封包傳遞是以 Flow Table 的方式呈現,可以利用新增或刪除 Flow Table 的欄位來管理整個網路。OpenFlow Switch 主要是透過 (Controller)來控制網路行為,並透過 OpenFlow Protocol 和 Secure Channel 與 OpenFlow Switch 溝通處理[11]。

一個 OpenFlow Switch 包含三個主要部份,如圖 2:

Flow Table: 包含各欄位的 flow entries,用來告知 switch 如何去處理每一個 flow。

Secure Channel: 為 switch 和 controller 之間的溝通管道,用來下達命令或傳送封包。

OpenFlow Protocol: 提供一個標準讓 switch 和 controller 之間互相作溝通。

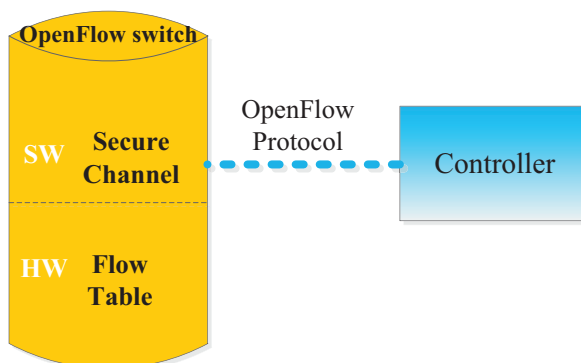


圖 2 OpenFlow Switch 架構圖

2.1.2 NOX controller

NOX 控制器為交換機的控制器,是個特殊的控制器,需要安裝 NOX 的軟體,安裝完控制器啟動後,可以與 openflow switch 建立一個連線通道,透過遠端進行對 openflow switch 的控制,控制其封包的路徑。

2.1.3 FlowVisor

FlowVisor 是由史丹佛大學所提出來的一種新的方法，主要是讓虛擬的交換機中提供如同在硬體上有的虛擬功能，並可分享到多個邏輯網路。FlowVisor 控制器主要位於底層硬體和軟體之間，其實簡單說就很像作業系統中使用指令集來控制底層硬體，而 FlowVisor 是使用 OpenFlow Protocol 來控制底層的網路，並且是利用” Slice” 的方法來控制 Controller，同時讓一個 OpenFlow 可以承載多個 OpenFlow Controller；另外，每個 Slice 可以控制一個 Controller，再利用 Slice Policy，也就是” FlowSpace” 來定義每個 Slice 所應具備的相關功能及運用[10]。

一般來說，FlowVisor 具體建立後，OpenFlow 提供了一個抽象的網路轉發路徑，並具有以下特點：

- 1.FlowVisor 在交換機的拓撲上定義了一套運作的 Slice。
- 2.FlowVisor 運作在 OpenFlow Controller 和 Switch 之間，以確保 Controller 可以監控和控制他能支援的 Switch。
- 3.FlowVisor 在每個 Switch 中分配 Flow Table 是遵守每個 Controller 的 flow entries。

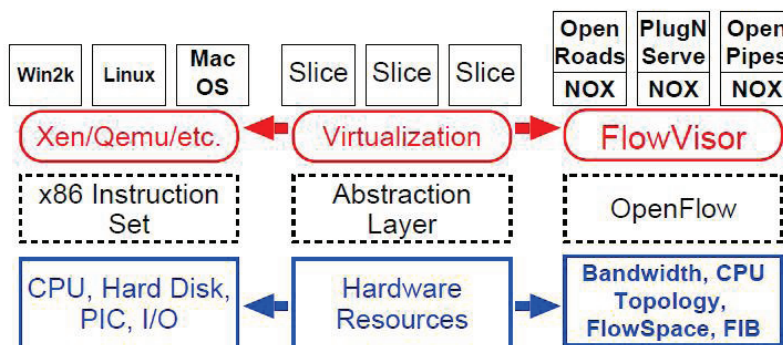


圖 3 FlowVisor 網路虛擬層

3. 系統架構

此系統架構，最主要包含三個組成要件， OpenFlow switch 和 NOX controller，在這類似內部網路出入的開道口，Controller 可控制 Switch 封包傳遞，透過 OpenFlow switch 去協調 BS 與 AP，如圖 4。

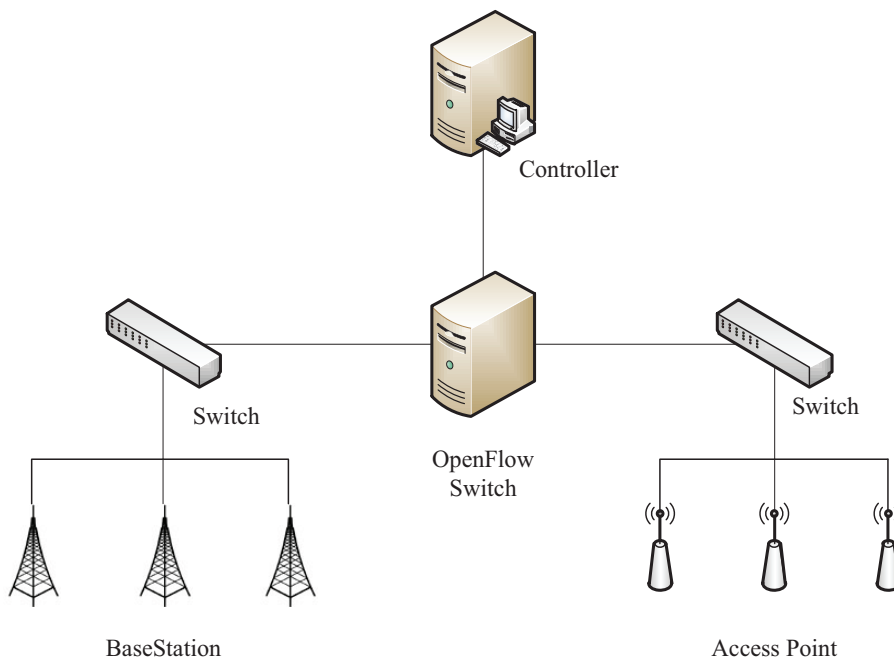


圖 4 系統架構圖

4. 情境模擬之研究方法與步驟

現在所要模擬的情境就是校園巡邏車輛切換，也就是所謂的車輛通訊服務，巡邏車輛服務提

供了巡邏車輛所需的「行車通訊」、「訊息監控」等相關作業的功能，以協助管理者在第一時間內，充分掌握整個巡邏過程的所有狀態，並提供因應異常的處理功能，降低或避免巡邏基地台切換中可能發生的損失。本研究主要探討的地方就是巡邏車之網路切換研究。

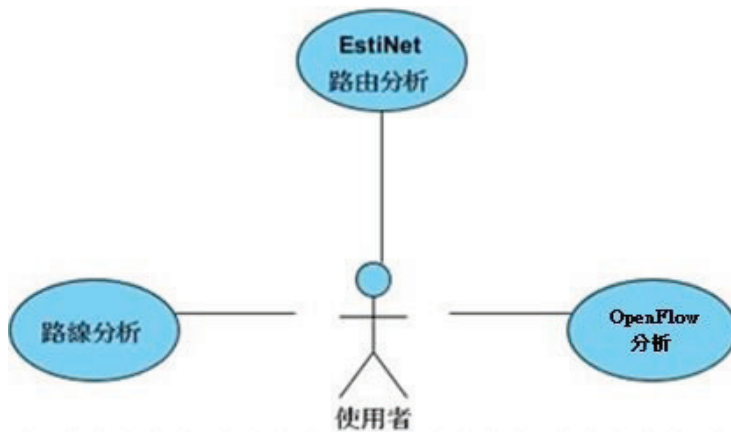


圖 5 使用案例

在車輛通訊的環境之中，車輛的行駛具備高移動性，因此車輛連接基礎建設 Access Point (AP) 或 Base Station (BS)，通常只有在它們的通訊範圍內停留非常短暫的時間，更需要於不同的 AP/BS 之間進行不斷的切換程序，而為了確保在切換程序過後，行駛中的車輛能夠收到正確的資料封包，如圖 6 為車輛規劃之路線。

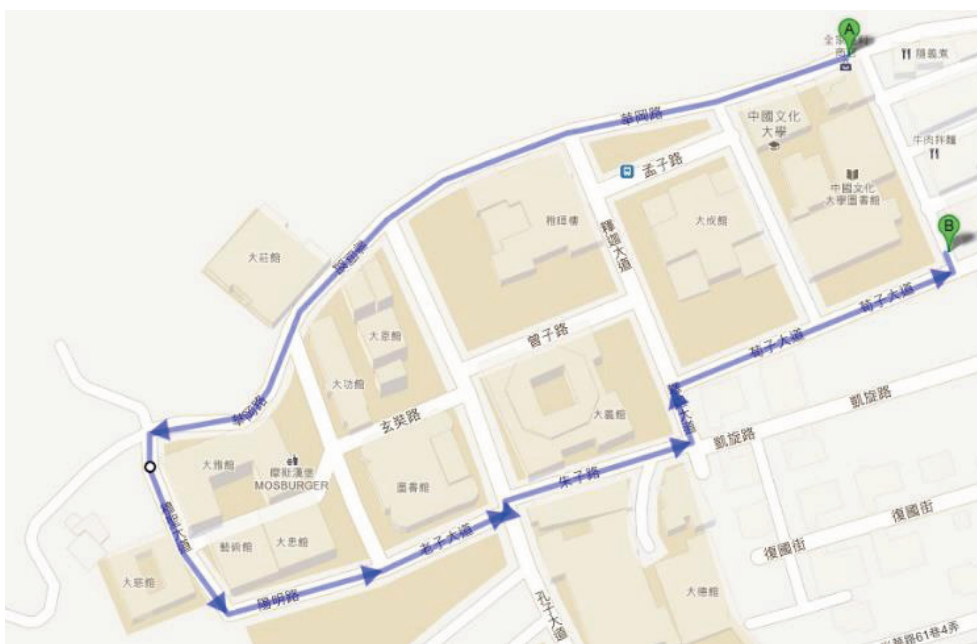


圖 6 校園規劃路線

4.1 EstiNet 模擬分析

在本研究中，我們以校園的車輛巡邏切換當作背景，透過 EstiNet 來做模擬，基本架構是由三個 BS 和一台車輛去做模擬，藉由模擬得知巡邏車輛在切換的過程中，的通訊狀況。如下圖 7，為校園之平面圖[8][14]。

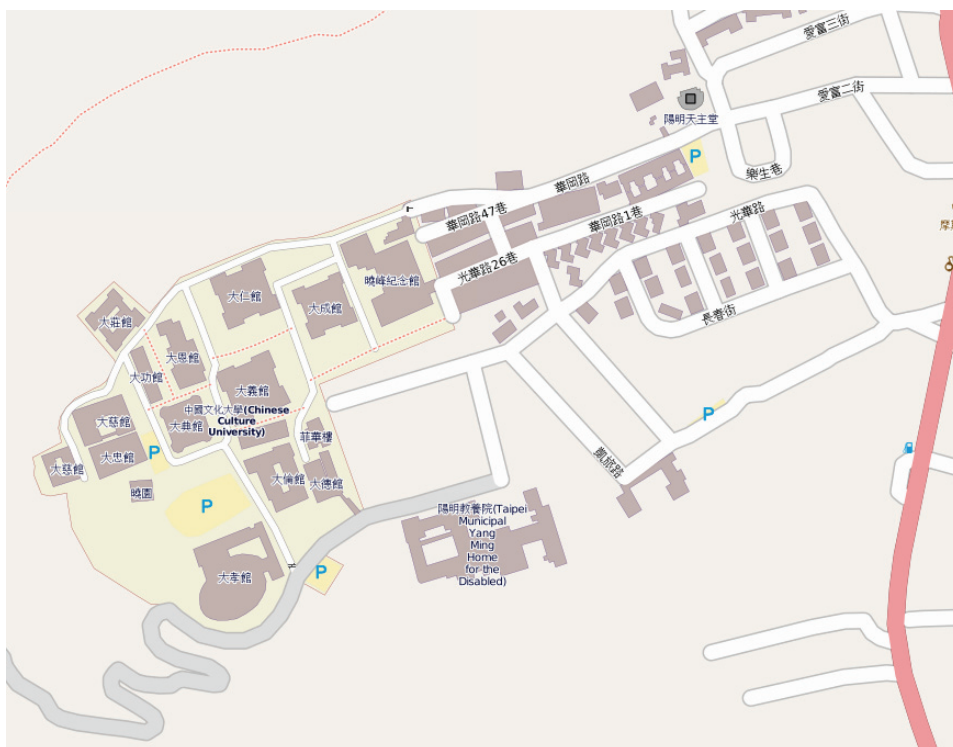


圖 7 校園地圖

如下圖 8，透過 openflow 控制器去控制設備之網路圖[15]。

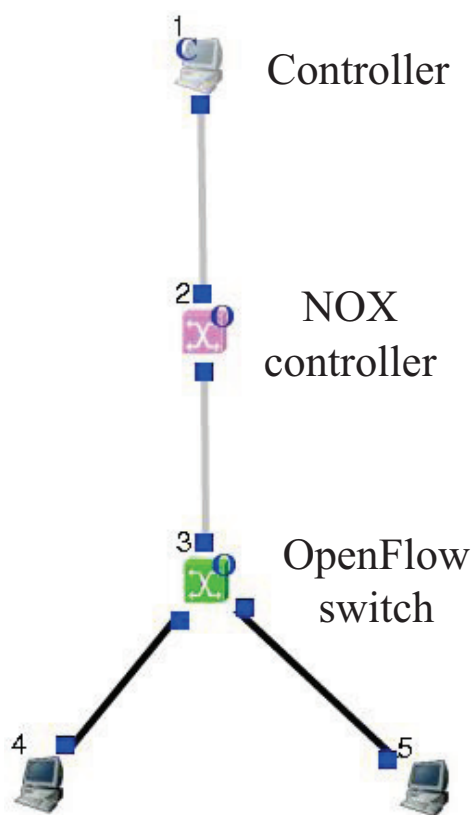


圖 8 OpenFlow 架構

如圖 9，車輛在行進間，與基地台溝通接收封包。

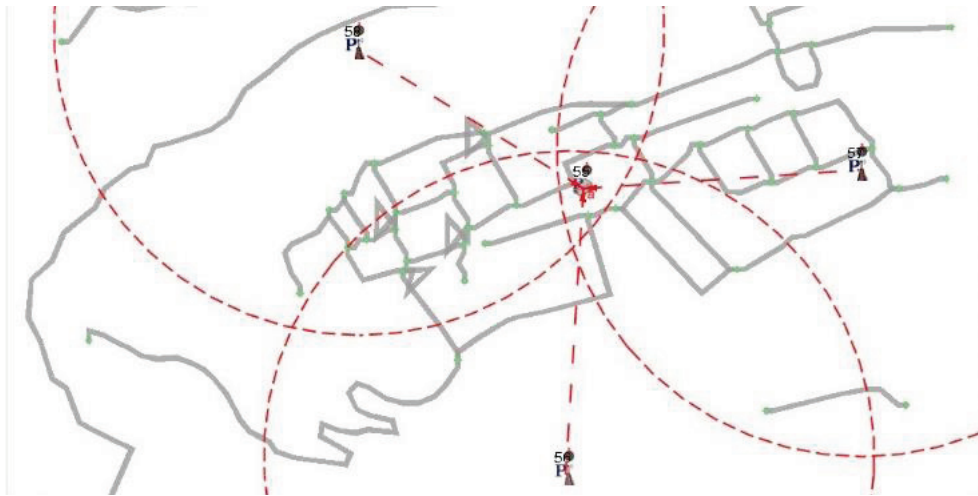


圖 9 車輛通訊涵蓋

如圖 10、11，車輛在行進間，從一 BS 切換到另一 BS。

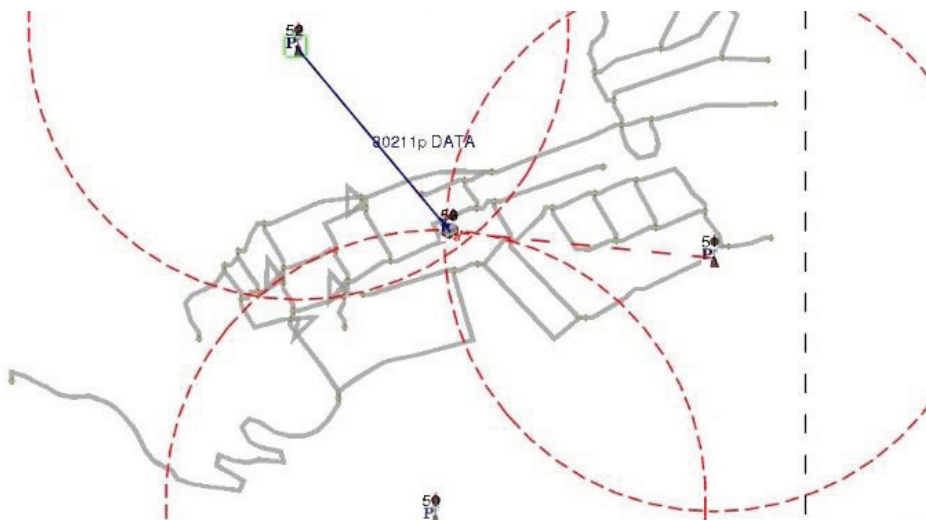


圖 10 車輛切換通訊 1

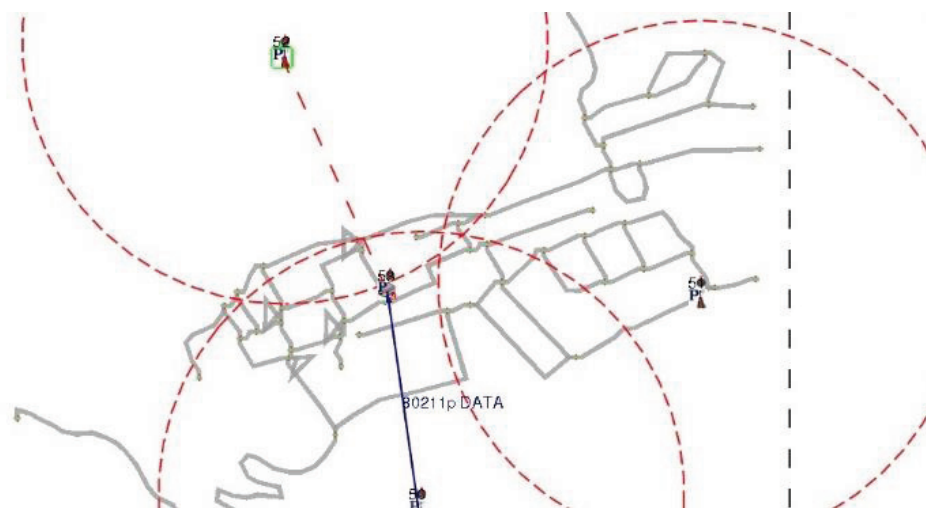


圖 11 車輛切換通訊 2

5.使用OpenFlow控制之研究內容

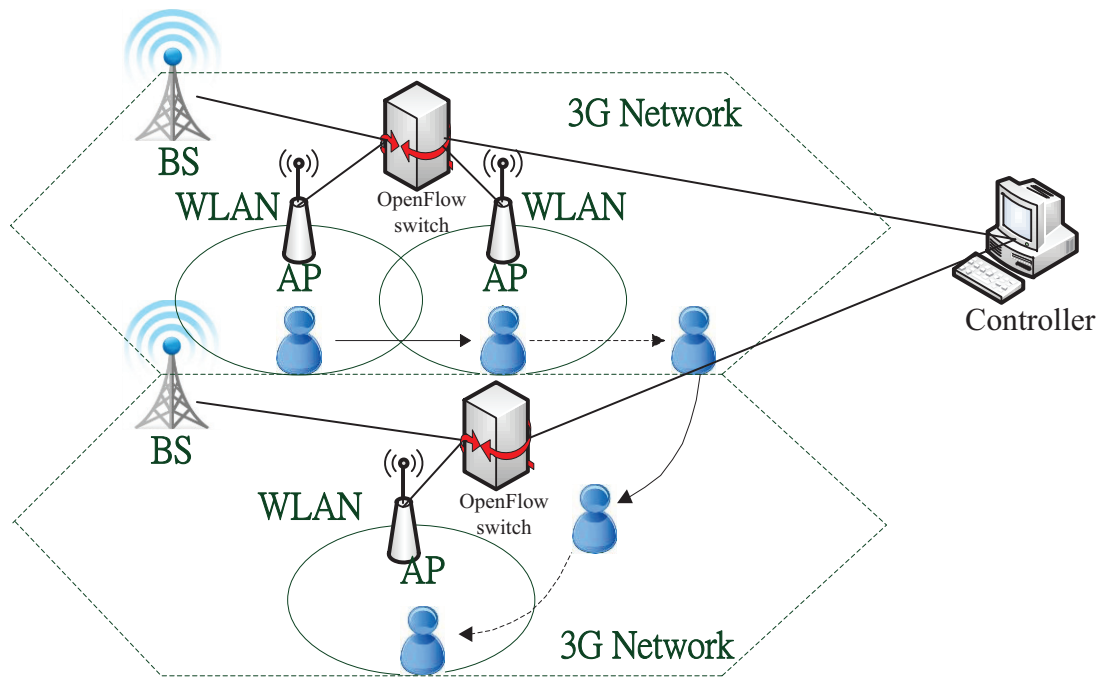


圖12 使用openflow控制網路示意圖

OpenFlow的無線研究的應用之一，我們的研究是一個無縫切換WiFi和3G。在這種情況下，最大限度地總的無線產能利用率，集中控制器指示移動台應使用哪個接入到通道的基礎上，而不是單獨的移動台選擇一個信道與它的本地信息。OpenFlow的用於集成二者的控制在有線網絡和無線頻道選擇路由。當控制器指示切換到不同的無線信道，在OpenFlow的網路中的路由路徑是也發生了變化，達到一個新的接入點或基站。無線AP和3G的OpenFlow switch模組，該模組由集中控制器控制，switch封包之間的多種有線和無線接口和移動性模組通知無線連結訊息的控制器。在控制器中，移動代理模組管理移動站的位置並使得切換決策的各種信息的基礎上如無線鏈路狀態，人口在每個AP/BS，來自基地台的訊號，以最大限度地提高無線效能利用率[6][7][8]。

5.1 OpenFlow 效能評估

OpenFlow 的交換機的效能評估是一個疊代過程，涉及有用指標的確定與其測量和分析 [10][11]。

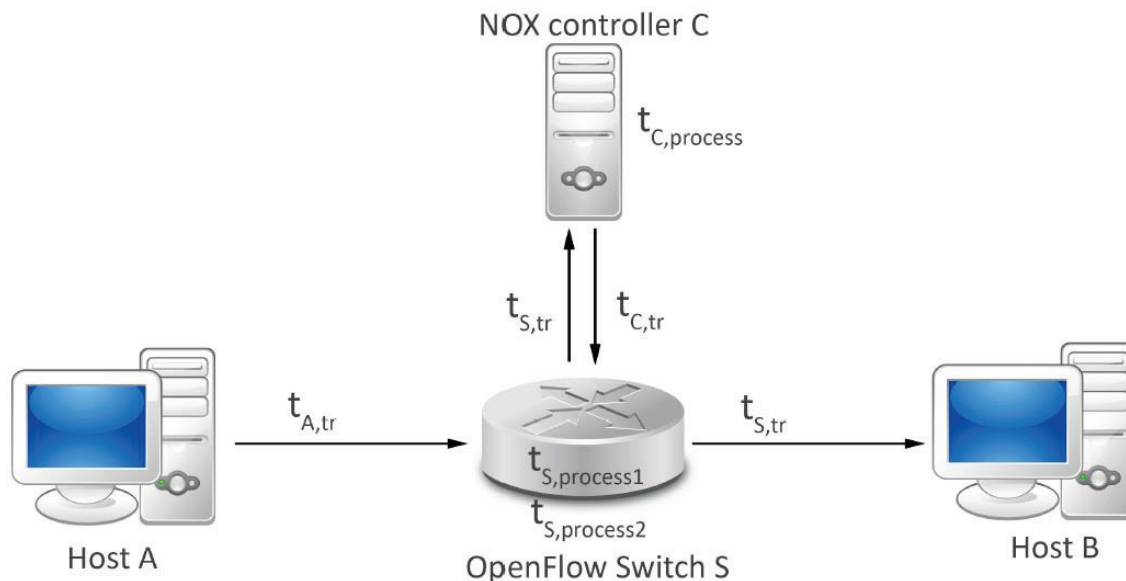


圖 13 封包傳輸規則

當封包傳輸通過OpenFlow Switch。假設為1m的傳輸線路距離的傳輸延遲 t_{prop} 大約為5ns。

$$t_{prop} \approx \frac{\text{distance}}{2/3 \cdot \text{speed of light}} = \frac{3}{2} \cdot \frac{1\text{m}}{3 \cdot 10^8 \text{m/s}} = 5\text{ns} \quad (1)$$

因此可以把 t_{prop} 忽略， $t_{A,tr}$ ， $t_{B,tr}$ ， $t_{C,tr}$ 和 $t_{S,tr}$ 為各主機或控制器到OpenFlow Switch之傳輸時間，例如傳輸者花費時間來在連結上傳輸，所有的連結傳輸速度皆相同，由於封包被封裝在安全通道上，而且在各個連結上封包大小是不相同的，所以 $t_{tr}=t_{A,tr}=t_{B,tr}=t_{C,tr}=t_{S,tr}$ 近似值是精準的。

$$t_{tr} = \frac{\text{packet size}}{\text{link bandwidth}} \quad (2)$$

$t_{S,process1}$ 是去處理新的流量將封包發送到控制器之前所花費的時間， $t_{S,process2}$ 是經過從封包流動的設備收到封包直到封包轉送所花費的時間，控制器需要 $t_{C,process}$ ，過程檢查傳入的封包，並發送有關回應到Switch，被視為表達OpenFlow的性質。

5.2 OpenFlow 控制分析之研究

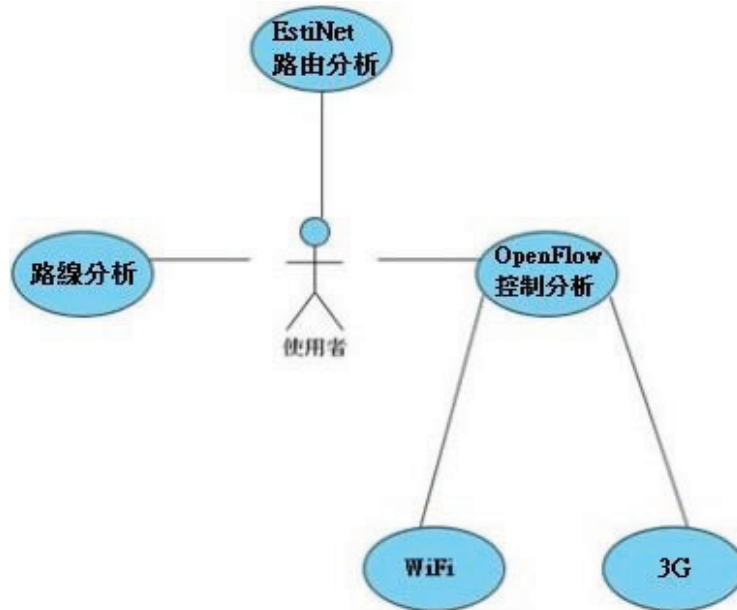


圖14 切換之使用案例

如圖14所示為3G與WiFi整體分析之使用案例圖，將此章節做一個整合。當車輛移動，並從平台偵測到行動節點，於涵蓋範圍大的3G內進入到小且範圍短的WiFi服務範圍內，接著離開此進入的WiFi服務範圍而進入到另一個3G的服務範圍內，此時就會造成短時間內垂直切換次數頻繁，導致系統效率下降，服務品質也跟著下降之情況。如圖15為3G和WiFi之切換概念圖[13]。

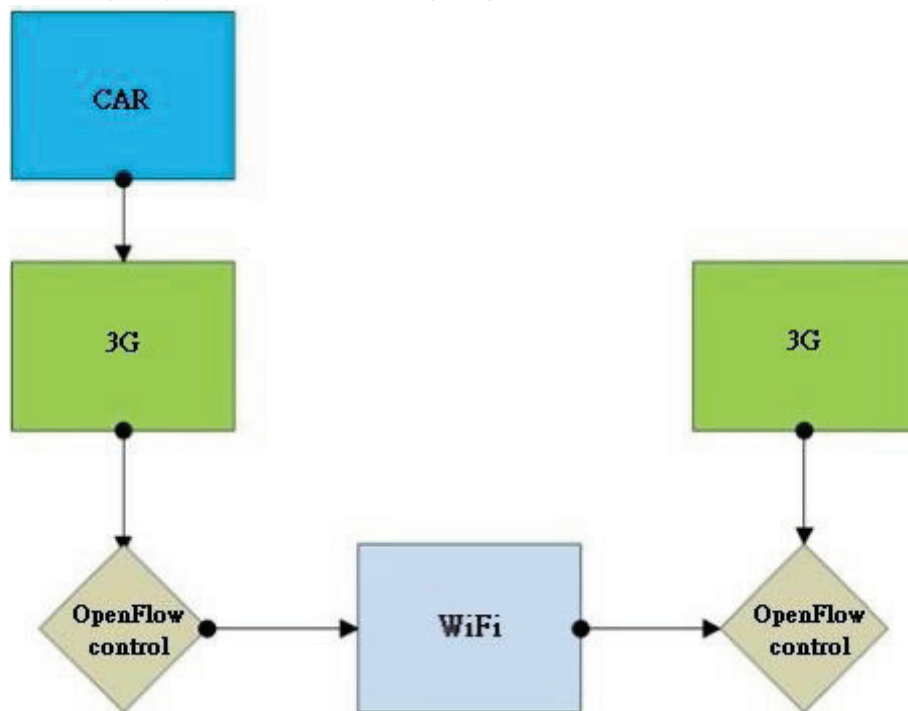


圖15 OpenFlow 控制概念圖

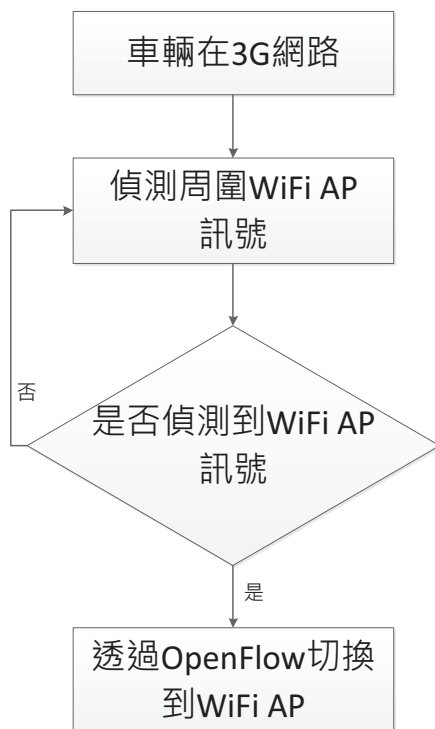


圖 16 OpenFlow Switch 切換流程圖

如圖 16 為車輛在 3G 網路與 WiFi 環境下之 OpenFlow Switch 切換流程圖，在 3G 環境底下偵測周邊 WiFi 訊號，去做切換的動作[8][9][14]。

本研究是以EstiNet建立模擬的環境，一個為正常的3G涵蓋範圍，另一個環境為裡面包含有WiFi的環境，其兩種都有一個行動節點從中間穿過，所以設立以下兩種情境[12][13]：

1. 情境A：

如圖17所示，使用者首先在3G的環境中移動，並且從第一個基地台的涵蓋位置移動到第二個基地台，並且在移動進入第三個基地台的涵蓋位置。模擬後進行分析封包延遲，抖動比率的比較。

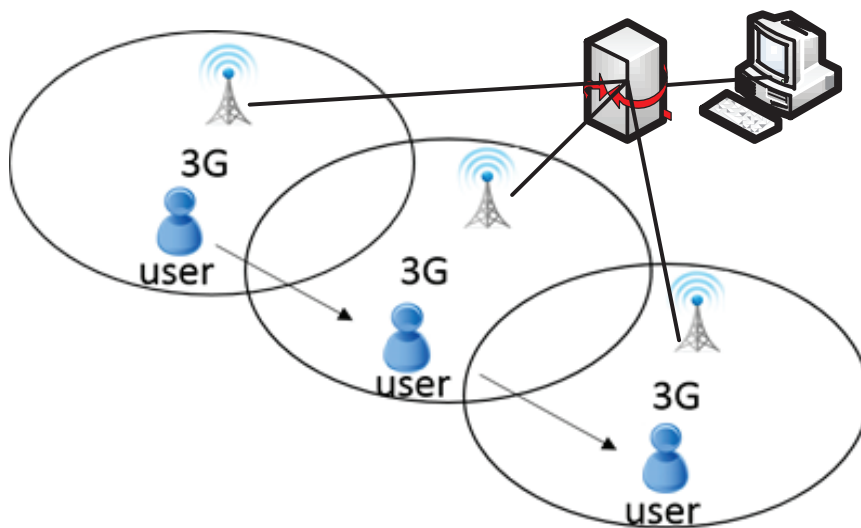


圖 17 情境 A

2. 情境B：

如圖18所示，使用者首先一樣位於3G的涵蓋範圍之內，走相同路徑，預計通過第二個3G涵蓋範圍，並接的繼續通過第三個3G涵蓋範圍。不同的是，在三個涵蓋範圍之間進行切換時，又會再經過兩個AP區域的切換，增加總切換數。模擬後一樣進行分析封包延遲，抖動比率的比較。

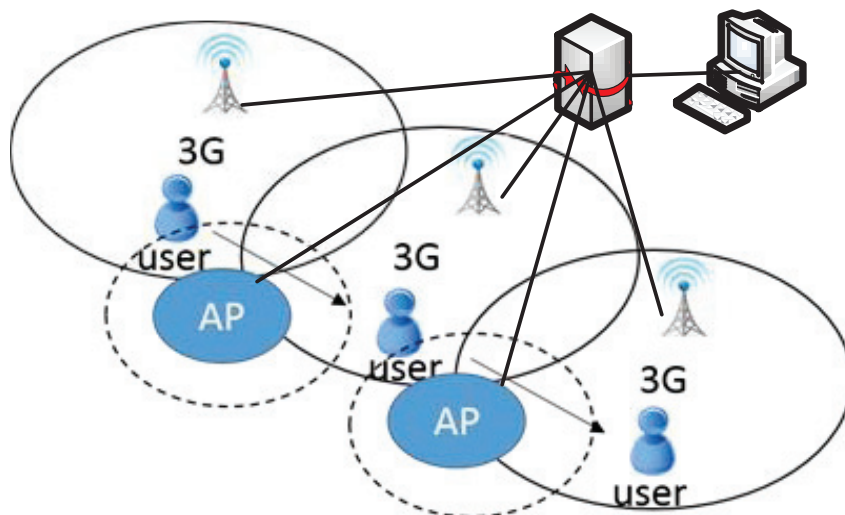


圖 18 情境 B

模擬過後比較 AB 兩組的數據，可發現使用者在經過不同環境並且在更多數的切換下，會增加延遲，抖動率。

5.3 3G 和 WiFi 切換之模擬實驗

建立的模擬環境為長400公尺寬350公尺的空間，建立總共4個節點，一個為目的接收節點，剩下三個為3G的基地台節點。使用者開始位置為(400,350,0)的位置，三個基地台的位置分別為(200,350,0),(0,0,0),(400,0,0)。總共的模擬時間為360秒，在一開始使用者節點即位於第一個基地台的涵蓋範圍之內，而在於60秒的時候開始往(100,350,0)的位置移動，並以每秒5公尺的速度移動。

再移動的傳輸的路徑會依序經過第一個基地台，第二個基地台，第三個基地台，並適時的調整路徑還有路由以達到最佳的傳輸環境。之後再另建立B組環境，並加入兩個WiFi傳輸環境，使原本移動節點在移動之時會多經過兩個環境，以達到切換的測試[9]。

如圖19，可看出車輛在行進間與3G基地台切換的時候，接收的封包可能會因為訊號的品質或是環境的影響，接收率會下降，也可能會無法完整接收到資料。

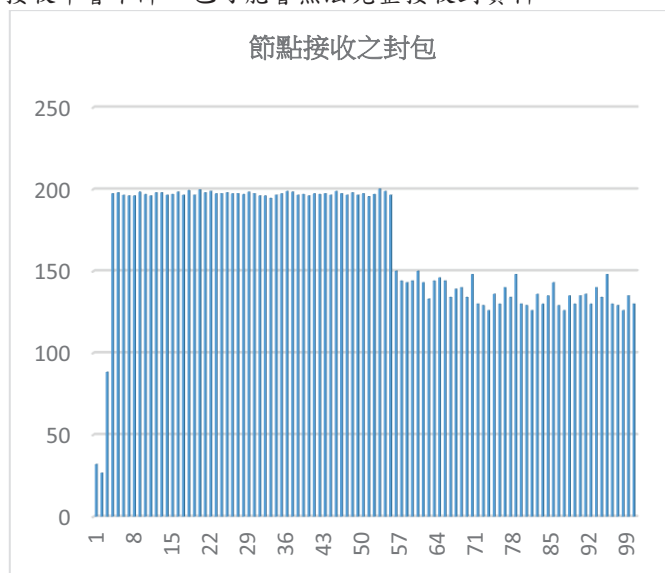


圖19 未使用OpenFlow之3G節點接收封包

如圖20，顯示出行動節點之3G與WiFi切換，在切換的過程中，接收之封包會有一些起伏。

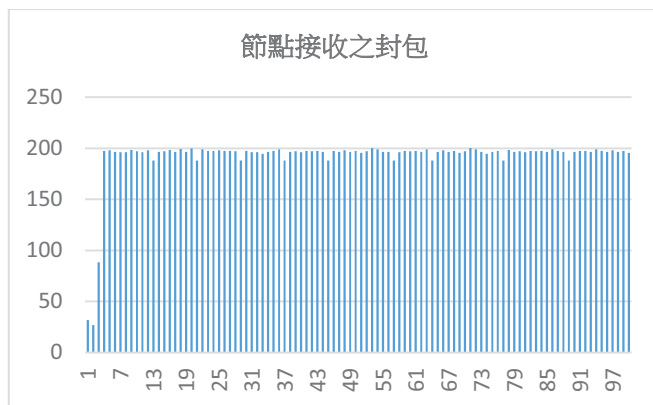


圖20 3G與WiFi節點接收封包

經過計算以後，顯示出平均數據，比較可以知道B組較為複雜的環境所產生數據，不管是整體曲線，或是平均數據都比A組來的大，如下圖21,22所示。

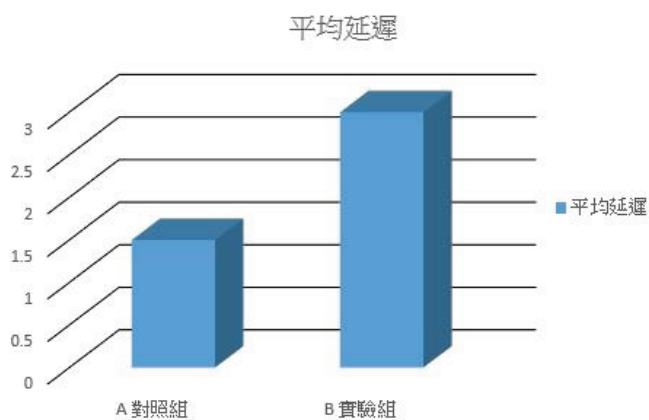


圖21 平均延遲

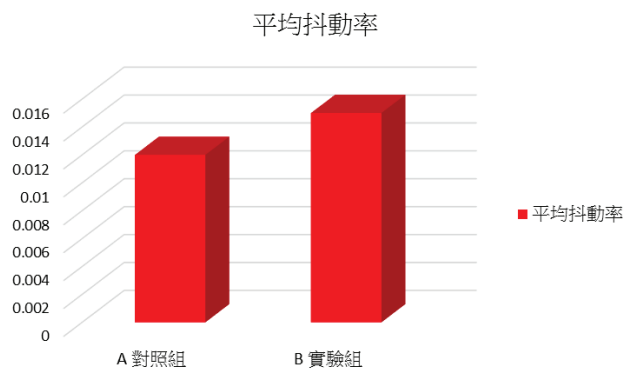


圖22 平均抖動率

在實驗中，Controller預先流量只包含導入到Switch上。Switch在實驗中作為OpenFlow的Switch和傳統Switch，因此可以在同一設備上進行實驗。性能的測量是在網絡中，範圍從沒有額外的負載到具有不同負載的範圍，以1000Mbit/s為實驗流量[10]。

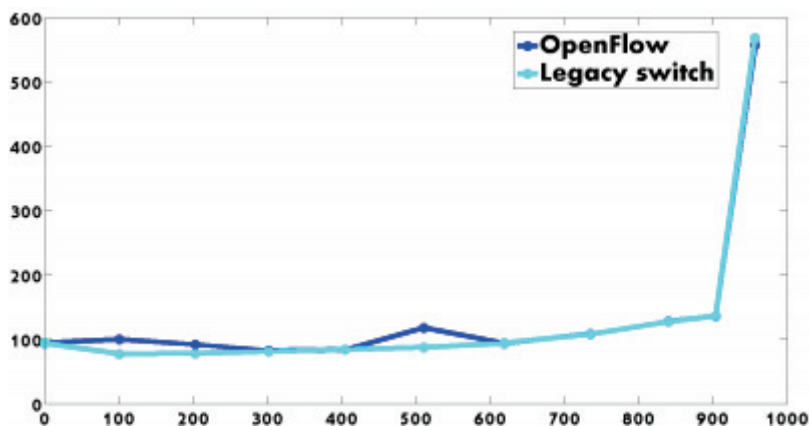


圖23比較openflow Switch與傳統Switch流量

綜合以上之各實驗結果可見，行動節點經過3G基地台到WiFi範圍內的切換程序整體效率差異不大。

6. 結論

在本文中，我們介紹了OpenFlow和其網路的研究和實驗上的應用程序有線或無線網路技術。OpenFlow是相當有益於研究人員可以輕鬆地部署他們的創意在實驗或生產網路，提高研究效率和網路虛擬化技術幫助研究人員用於測試平台及生產設施。

3G的涵蓋範圍相較起WiFi範圍來的大，但WiFi傳輸速率高、成本比較低，且目前台灣的3G正在使用中，對此兩者有互相補足的功能，因此3G會與WiFi形成一個涵蓋的環境，這種環境會讓切換動作更加頻繁，而切換會影響到整個服務，切換次數越多影響越大，會導致系統效率下降，服務品質也會跟著下降，所以應避免多次執行之機會。然而影響切換發生不僅僅是用戶端所處的環境，還有使用者傳送資料的類型也會影響，因為3G對於各種資料的類型會有不同的QoS的方法，例如Real-Time的服務會有較高優先權的保證，故如何讓行動通訊節點在3G與WiFi間，在適當時機切換及快速切換以確保服務品質為未來研究重點。

參考文獻

- [1]曾正宏，智慧型車輛派遣系統之理論與實作，逢甲大學資訊工程學系碩士論文，2005
- [2]陳昱廷，「顧客需求不確定下，即時車輛派遣系統之研究」，國立高雄第一科技大學碩士論文，2005
- [3]行動化物流資訊技術開發，中華明國物流年鑑，2002
- [4]林明照，都市交通管理導入空間資訊技術之研究，逢甲大學碩士論文，2004
- [5]周立德、陳彥文、許獻聰、劉惠英、賴源正、陳仁輝、辛華昀、賴韋丞，網路路由技術，2005，出版，全華科技圖書股份有限公司，頁 188-194。
- [6]王基軒，在 IEEE 802.11 無線行動網路提供快速 Handoff 架構，國立成功大學資訊工程研究所碩士論文，2005
- [7]劉仲鑫、蔡秉勳，“雙網換手效能之分析”，2009 智慧科技與應用統計研討會，文化大學
- [8]EstiNet，The GUI User Manual for the EstiNet 8.0 Network Simulator and Emulator，2012
- [9]鍾欣儒，無線感測網路覆蓋率最佳化之研究，中國文化大學數位機電科技研究所碩士論文，2010
- [10]徐毓男，以OpenFlow建構可靠之連線分配系統，國立中央大學資訊工程學系碩士論文，2012
- [11]Performance Evaluation of OpenFlow Switches，SEMESTER THESIS AT THE DEPARTMENT OF INFORMATION TECHNOLOGY AND ELECTRICAL ENGINEERING，2011
- [12]Peter Dely, Andreas Kassler，OpenFlow for Wireless Mesh Networks，2011
- [13]HIDEYUKI Shimonishi，Programmable Network Using OpenFlow for Network Researches and

Experiments , 2012

[14]Nick McKeown , OpenFlow: Enabling Innovation in Campus Networks , 2008

[15]Shie-Yuan Wang , OpenFlow Controllers over EstiNet Network Simulator and Emulator: Functional Validation and Performance Evaluation , 2011