

校園無線網路訊號無死角的便利性與安全性規劃

楊志田

輔仁大學資訊中心

摘 要

無線網路早已經是大專院校的重要基礎建設項目之一，但是針對腹地廣大的校園環境，有許多棟大樓以及結構空間不同的大小教室，以及為數眾多的教職員工生使用數，在建置規畫上除了考量預算之外，也須考量方便性、安全性與整體效能。本文以本校建置校園無線網路訊號無死角為目標的規畫經驗，說明為何本校以較密集佈建無線基地台為基礎，來規劃建置改善訊號干擾、強化連線穩定性的無線網路環境。

關鍵詞：訊號無死角、訊號干擾、連線穩定性。

壹、前言

至今仍有許多學校的無線網路建置尚未涵蓋整個校園區域，有些是提供某些大樓，或是某些樓層，但是有愈來愈多學校逐步朝向無線網路無死角的方向建置。各校建置的規劃因為環境與需求各有不同，本文提供本校建置的相關經驗與考量提供參考。

首先在第貳部分，提出過去的無線網路管理上常遇到的問題，包含：傳統 FAT AP(Access Point)的限制、廠牌眾多，設定及管理不同、使用者在各大樓無法漫遊(Roaming)、缺乏連線安全性、以及其他攻擊等等。

接著在第參部分，介紹本校新的校園無線網路環境設計方法，包含：統籌規劃全校整體性的需求，而非只是各單位需求建置、本校規劃校園內訊號無死角的幾個想法，並說明為何規劃以建置較密集基地台的方式達到訴求、提供加密認證、統一無線網路設備及使用者管理、讓頻道自動掃描功能生效、增加無線網路備援機制、隨時掌握設備及使用者狀況(故障回報)、定期產生無線網路相關報表。

最後在第肆部分提出效能結果。並在第伍部分提出結論與未來展望。

貳、過去在無線網路管理上常遇到的問題

目前的無線網路設備功能已大大改善過去設備的問題，也提供更多規劃的機制，若維持既有舊設備，可能須檢視相關問題是否存在，以下列舉過去在無線網路管理上常遇到的問題(曾筱媛，2012)[7]。

一、傳統 FAT AP 的限制

- (一) 每個 AP 需人工個別設定，無法由中央控制器來提供管理功能，也無法統一派送設定部署，造成人工設定的負擔與時效的問題。
- (二) 頻道(Channel)無法自動調整，也造成訊號容易受干擾
- (三) 無法有效掌握設備相關資訊數據及使用者位置狀況
- (四) 缺乏備援機制，造成設備故障之服務空窗期

二、廠牌眾多，設定及管理不同

- (一) 各家廠牌各有不同無線網路控制器，使得政策無法統一，規則設定不方便派送，資訊收集也無法完整。

三、使用者在各大樓無法漫遊(Roaming)

- (一) 訊號由個別的基地台後端控制器自行管理，使用者裝置在跨不同廠牌基地台之間移動時，會出現網路斷線情況，無法在基地台之間漫遊。
- (二) 而即使是大樓內部使用相同的廠牌基地台，仍有需要移動到其他大樓之間的空窗期時間，這部分的時間將造成斷訊後是否能再自動上線的問題。
- (三) 造成訊號死角而無法有效利用

四、缺乏連線安全性

- (一) 缺乏加密驗證，造成封包竊聽之風險(花俊傑，2009)[5]。
- (二) 網頁型認證容易遭受假冒相同的 SSID 基地台欺騙攻擊(花俊傑，2009)[5]。

五、其他攻擊

- (一) 假冒 MAC 攻擊
- (二) 無線網路 DDOS 攻擊
- (三) 結合假冒基地台與 DDOS 之攻擊

參、本校新的校園無線網路環境設計方法

在規劃新的校園無線網路環境時，除了針對過去所面臨的問題，也以全校整體的預算與效能來考量以下。

一、統籌規劃全校整體性的需求，而非只是各單位需求建置

為了避免各單位重複投資，甚至造成互相設備干擾，以及各單位規畫不足造成的訊號死角，所以規畫上以全校區域為範疇。加上既有設備新舊規格不同，造成集中管理之效能問題，因此規畫以一次全部汰換，集中全校的需求集體採購，同時以量來制價，得到更多廠商的競爭與服務。

二、規劃校園內訊號無死角

現今教學研究的環境早與以往不同，隨著行動裝置的普及方便，幾乎處處可以討論研究甚至教學，因此提供校園內訊號無死角便成了主要訴求之一，在此訴求下，需考慮以下各方面。

(一) 擴大整體涵蓋範圍，並讓使用者於校園內漫遊(Roaming)

要達到訊號無死角，訊號涵蓋範圍一定是個首要考量問題，但是也唯有無死角，才能將服務不中斷而效果不會大打折扣。但是在考量訊號佈建的密度時，會另有以下的干擾、穩定度的問題。而在因應移動間的漫遊問題，則需考量控制器的集體管控。

(二) 改善訊號干擾問題

訊號干擾來自設備之間，以及藍芽、微波爐等電器，牆壁的材質也會有不同層度的干擾(Apple Inc.，2016)[1]。因此建置規畫時候，除了考量環境與其他設備位置關係之外，也需選擇能自動調整功率與頻道的 AP 以避免彼此干擾。

(三) 強化使用者連線穩定性

穩定度的影響來自上述的干擾問題之外，同時多人連線同一 AP 所造成的負擔過大也是原因之一。因此在規劃上，須能避免過度集中的大量使用者連線到同一 AP(吳雲鼎，2012)[6]。

另外，如果訊號源過遠，也可能造成「看得到、吃不到」的問題，所以規畫上須考慮使用者可能的連線距離。

(四) 規劃以 AP 建置較密集方式達到以上訴求

針對以上訴求，本案在規畫上，以 AP 建置較密集方式，並且透過自動調整功率，以避開上述的干擾性問題，同時因為 AP 的密集度夠，所以使用者連線不會過度集中同一 AP 上，也不會因為距離過遠而降低穩定性。

三、提供加密認證

建置 802.1X、PEAP(Intel Inc.，2017)[2]加密認證。原本第一階段先建置 802.1X 認證，但是有些特殊規格的行動裝置無法使用 802.1X 認證，因此當時另外維持提供了網頁認證，但卻也增加了被攻擊的風險。第二階段增加了 PEAP 認證之後，解決原來無法使用 802.1X 認證的使用者平台問題，隨即取消校內人員使用網頁認證。

四、統一無線網路設備及使用者管理

統一規格品牌的控制器，使得設備管理與設定派送可以統一管理，增加管控效能。並且針對使用者連線使用紀錄與權限管理得以統一處理。

五、讓頻道自動掃描功能生效

為了避免與附近 AP 的頻道相衝造成連線品質不良，將頻道自動掃描功能生效。

六、增加無線網路備援機制

除了 AP 故障時，附近 AP 能自動備援之外，控制器的備援也是重要的。本校建置採雙備援機制，將全校分成兩區，每區內一組 HA 備援機制的控制器，兩區之間亦可在需要時候進行支援，同時因應每台控制器之授權數的限制。

七、隨時掌握設備及使用者狀況(故障回報)

能夠觀察使用人數或是流量異常的設備，並且能記錄使用者連線的情況，包含其所在的 AP 位置、當時連線訊號、干擾情況、連線速度等，以利之後問題的追蹤。

八、定期產生無線網路相關報表

透過定期報表觀察使用率以及使用負荷的情況，用以評估未來擴建的基準。並且觀察使用效能用以評估設定是否需要調整。

九、基地台佈建位置之現場勘查規畫

當時依據以下前幾項的工具與條件環境考量，來決定佈建位置的原則於第(五)點的結論中，並以第(六)點範例說明。

(一) 工具

1. NB: IBM X220 Windows 7 64 Bit
2. 網卡: Intel Centrino Advanced-N 6205
3. 軟體: inSSIDer 3.1.2.1
4. AP: Cisco AIR-SAP1602I

(二) 連線條件

1. 無線訊號參考數值：-70 dbm
2. 無線裝置乘載量：25 連線/1 顆

(三) 隔間材質類型

1. 輕隔間、實心水泥牆、玻璃、金屬材質的門板

(四) 環境空間類型

1. 辦公室、小教室、大教室、實驗室、會議室、演講廳、教師研究室

(五) 場勘結論與 AP 佈建位置之規畫

1. 輕隔間環境，一片牆大概會減少 5dbm~10dbm。
2. 實心水泥牆環境，一片牆大概會減少 10dbm~15dbm。
3. 金屬材質的門板環境，一片門板大概會減少 25dbm~30dbm。
4. 會議室、演講廳及大教室，這類型環境的人數較多，考慮到一顆 AP 設備乘載量的要求下，所以在佈建上就會使用較多的 AP。其訊號值的部分，因為此環境內較少遮蔽物及隔間，所以都在測試的標準內。
5. 辦公室、小教室、實驗室及教師研究室，考量隔間材質上的不同，為了達到功率低以及整體覆蓋率大，因此規畫將 AP 放在室內而不在走廊上。

(六) 範例 (以某一棟樓 3~4 樓為例，除了考慮水平方向，也顧慮垂直方向)

1. 訊號測試基礎 (由圖 1 可看出該 AP 經過隔間與距離之後的訊號強度情況，多間隔一片牆，大概訊號少了 10 dbm)

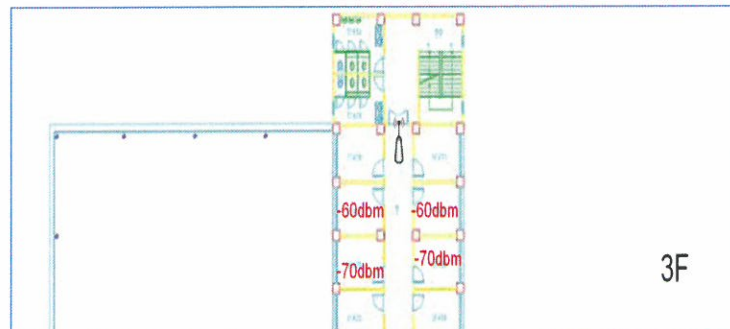


圖 1. AP 經過隔間與距離之後的訊號強度情況

2. 圖 2、圖 3，分別為該樓層 3、4 樓之 AP 訊號涵蓋率之一般可用版本 (3、4 樓各需 12 顆 AP)

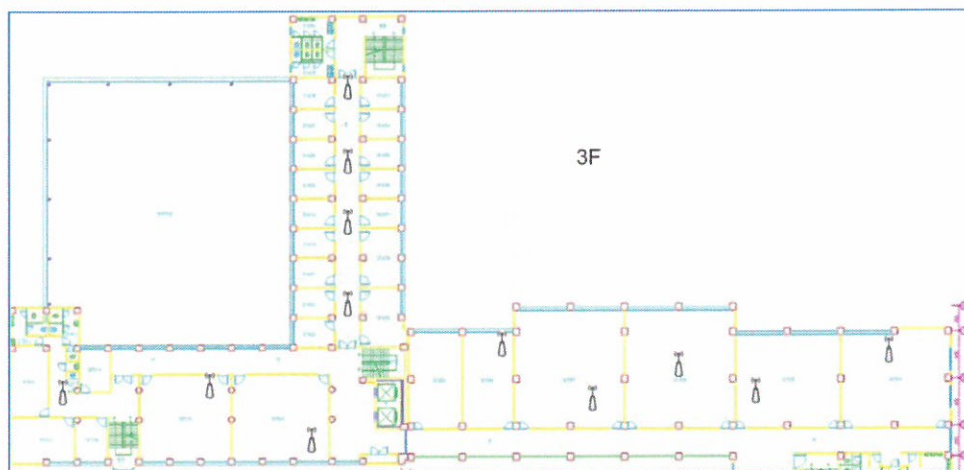


圖 2. AP 訊號涵蓋率之一般可用版本(3 樓情況)

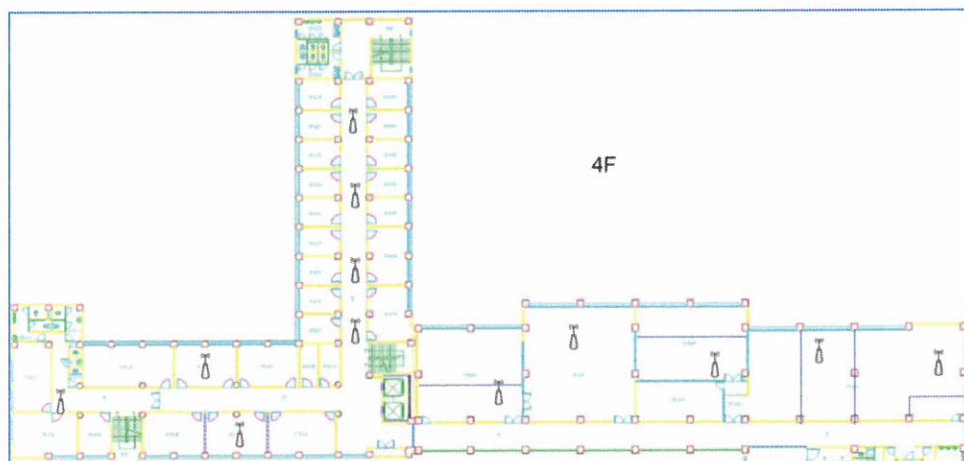


圖 3. AP 訊號涵蓋率之一般可用版本(4 樓情況)

3. 圖 4、圖 5，分別為該樓層 3、4 樓之 AP 訊號涵蓋率之較高版本(3、4 樓各需 15、14 顆 AP)

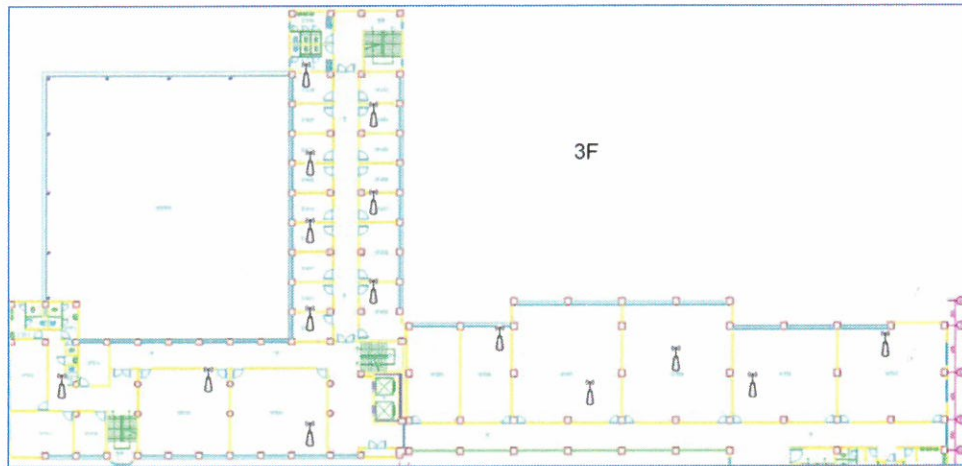


圖 4. AP 訊號涵蓋率之較高版本(3 樓情況)

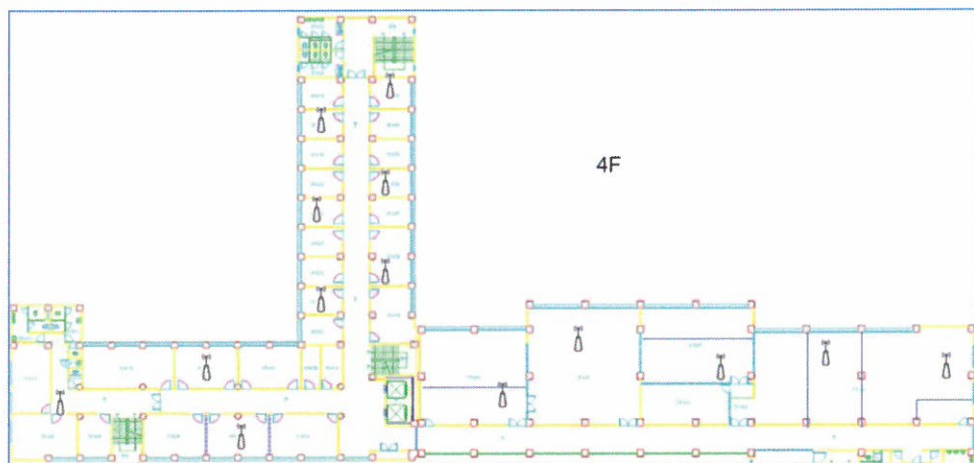


圖 5. AP 訊號涵蓋率之較高版本(4 樓情況)

肆、 效能結果

以上述設計方法之建制，檢視新環境，列述以下結果與效能。

一、 新環境架構

將校園分成兩區，每區建置 HA 架構的無線控制器，以避免設備故障無法管理，後端建置無線管理系統、身分認證系統，如圖 6。

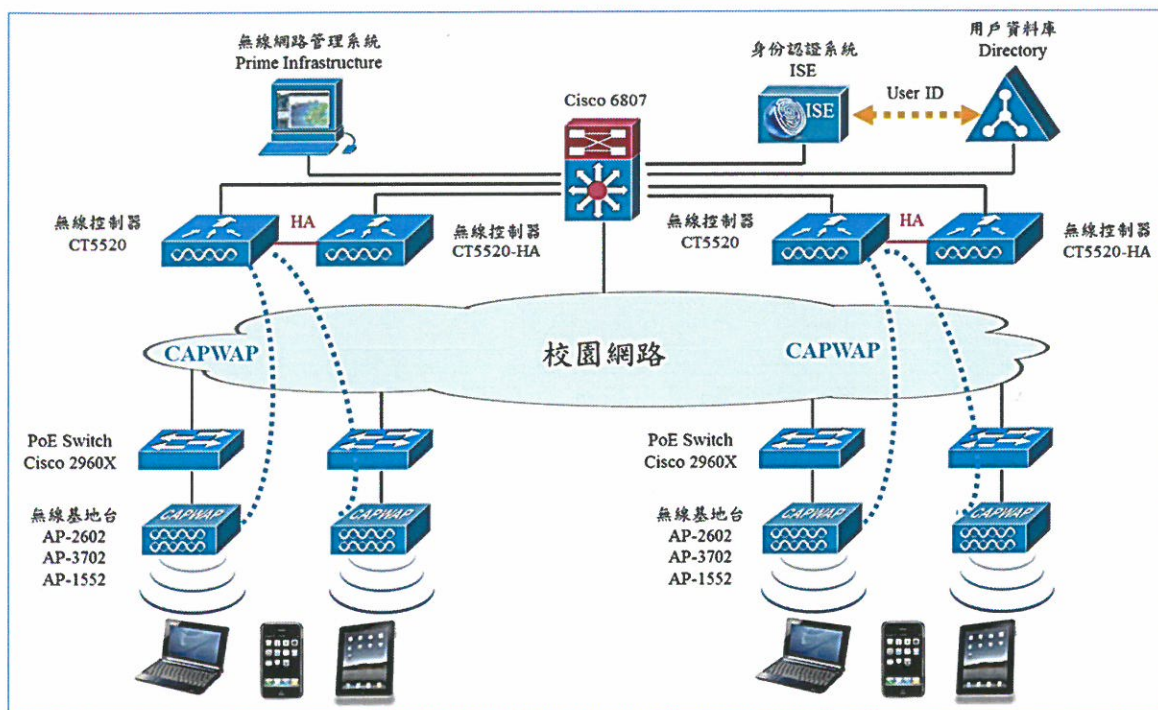


圖 6. 本校新無線網路環境架構

二、基地台分布頻譜圖

建置規畫時期，就先以頻譜圖確認訊號涵蓋範圍，上線之後，也可從頻譜圖確認實際自動調整功率之後的現況。圖 7 的左邊為各樓層 AP 代號，右邊為某一棟樓的各樓層整體 AP 建置位置與目前使用連線情況，可看出 a/n/ac 與 b/g/n 連線裝置數量。



圖 7. 本校無線網路環境各樓層 AP 建置位置與連線裝置數

圖 8 為某一樓層教室的頻譜圖，當中除了左下角一塊為樓梯間之外，其他皆在適當的訊號範圍。

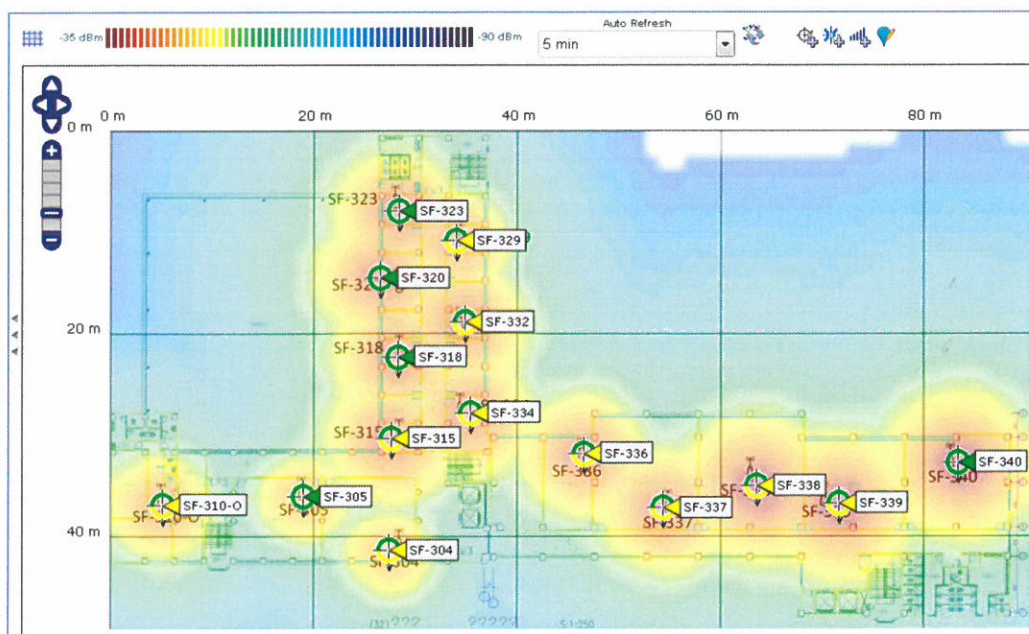


圖 8. 該樓層教室的訊號範圍頻譜圖

三、連線效能驗證

以下列出以某款筆電(win7 64bit)、手機(win8.1 64bit)，針對本校三款 AP 之 802.11 b/g/n、a/n、ac 的連線速度測試。除了可觀察所建置的環境可提供之效能之外，也確實在傳輸速度上， $b/g/n < a/n < ac$ 。

- (一) 一般室內 AP (型號：AIR-CAP2620I-T-K9)，如表 1。
- (二) 室外型 AP (型號：AIR-CAP1552E-T-K9)，如表 2。
- (三) 會議廳 AP (型號：AIR-CAP3702I-T-K9)，如表 3。

表 1. 一般室內 AP 的連線速度測試

	802.11 b/g/n	802.11 a/n
筆電，Win7，64bit	63.9Mbits/sec	161Mbits/sec
手機，Win8.1，64bit	72.8Mbits/sec	97.4Mbits/sec

表 2. 室外型 AP 的連線速度測試

	802.11 b/g/n	802.11 a/n
筆電，Win7，64bit	90.3Mbits/sec	159Mbits/sec
手機，Win8.1，64bit	53.5Mbits/sec	98.6Mbits/sec

表 3. 會議廳 AP 的連線速度測試

	802.11 b/g/n	802.11 a/n	802.11 ac
筆電，Win7，64bit	66.6Mbits/sec	171Mbits/sec	830Mbits/sec
手機，Win8.1，64bit	76.3Mbits/sec	97Mbits/sec	501Mbits/sec

四、設備負擔與效能狀況

(一) 圖 9 為截圖當時兩週內之已認證過的連線數，可透過更長週期觀測使用裝置數，了解授權數量以及配置對應 IP 是否足夠。

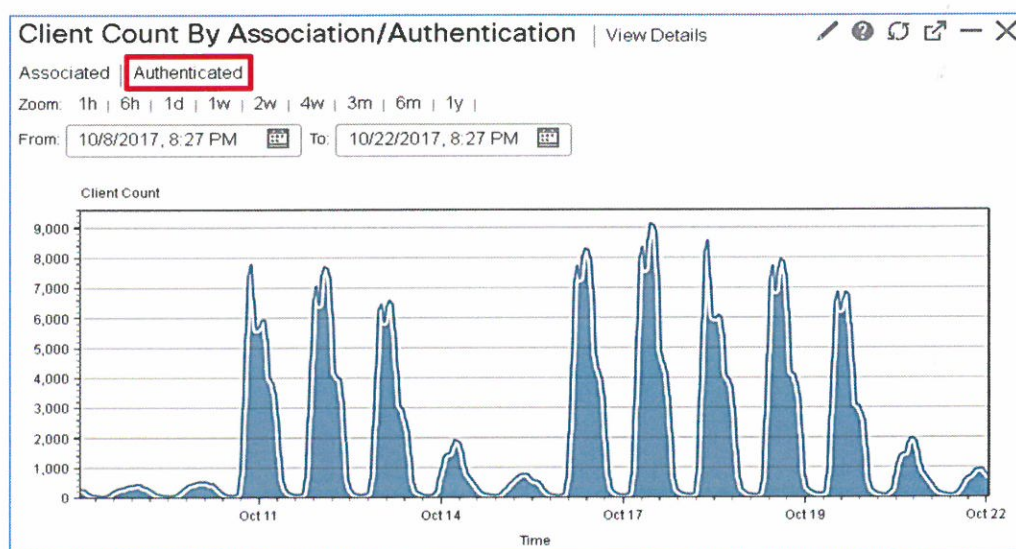


圖 9. 已認證過的線上連線裝置數

(二) 圖 10 為截圖當時一周內的上下載流量使用情況，最高時候的下載流量已經超過 1G。

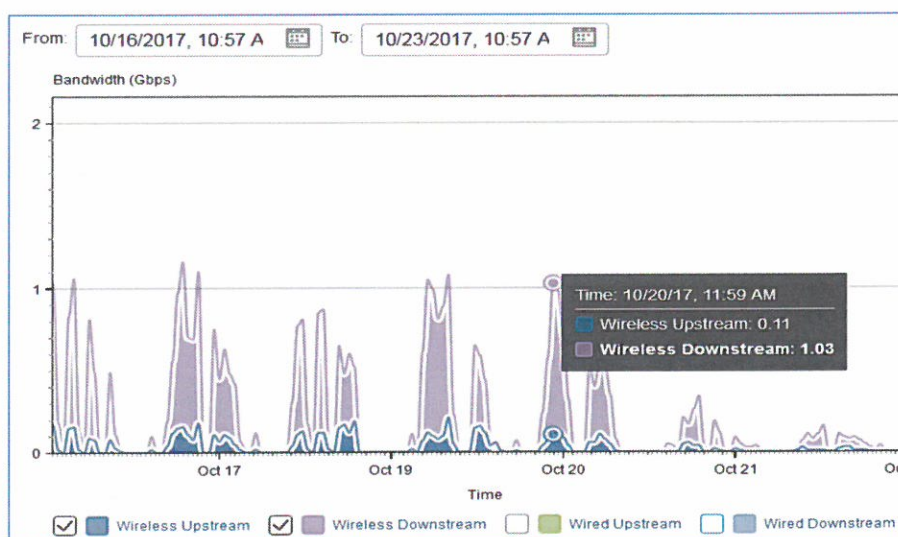


圖 10. 整體上下載流量使用情況

(三) 圖 11 為交換器各 PORT 傳送流量使用之排行情況，觀察設備是否正常夠用。

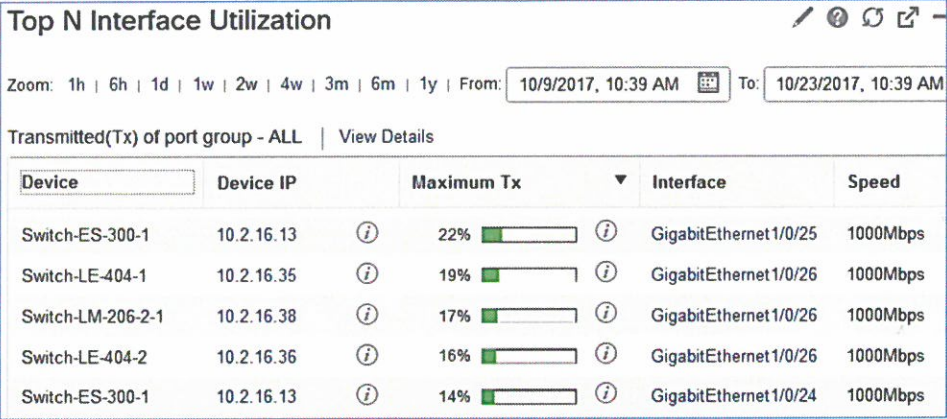


圖 11. 交換器各 PORT 傳送流量使用之排行情況

(四) 圖 12 為交換器各 PORT 接收流量使用之排行情況，觀察設備是否正常夠用



圖 12. 交換器各 PORT 接收流量使用之排行情況

(五) 圖 13 為截圖當時各 AP 之被連線數排行，可用來觀察密集使用區所在

(六) 圖 14 為整體 AP 的訊號強弱情況，發現大部分的 AP 訊號都在-70dBm 以上

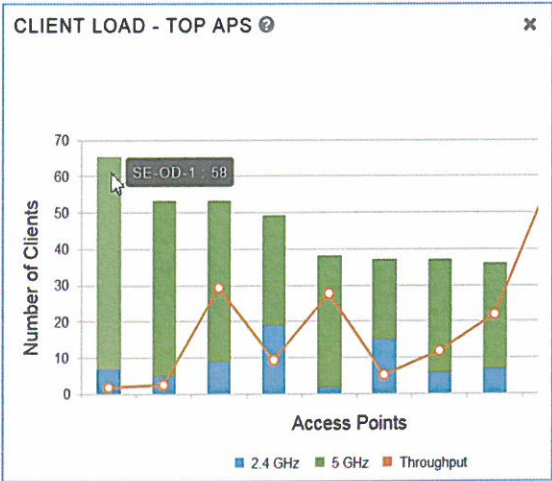


圖 13. 各 AP 之被連線數排行

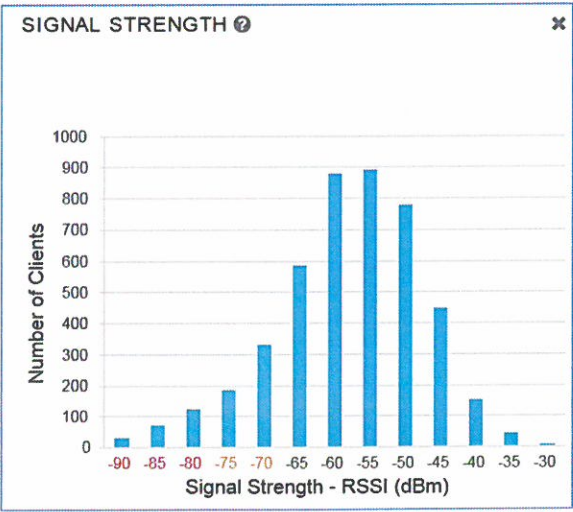


圖 14. 整體 AP 的訊號強弱情況

(七) 圖 15 為整體 AP 的雜訊強弱情況，發現大部分的 AP 雜訊都在 50dB 以下

(八) 圖 16 為整體 AP 的連線速度情況，發現大部分都在 60Mbps 以上。

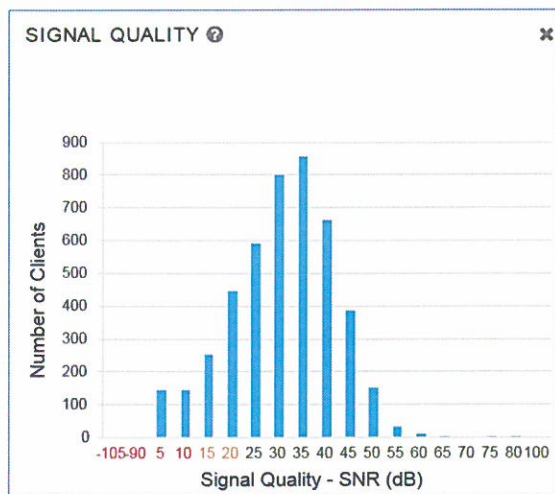


圖 15. 整體 AP 的雜訊強弱情況

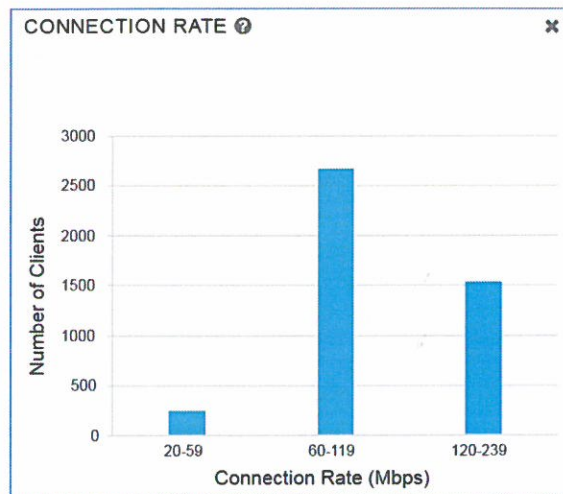


圖 16. 整體 AP 的連線速度情況

五、使用者連線與效能狀況

以下以某位使用者當範例，說明該使用者之連線情況，也可作為當使用者提出連線疑問時候的參考佐證。

(一) 連線訊號偵測，圖 17 可看出該使用者期間內的連線訊號情況

(二) 連線雜訊偵測，圖 18 可看出該使用者於期間內的連線干擾程度

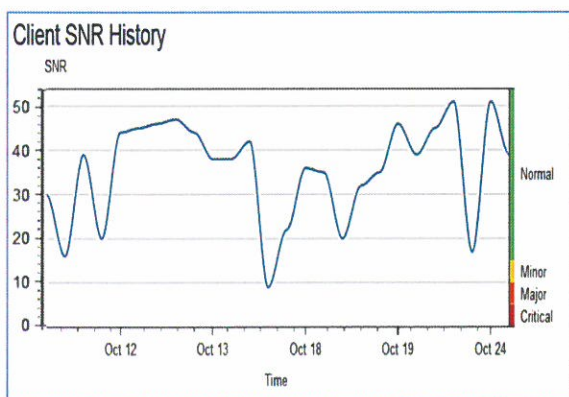


圖 17. 使用者的連線訊號偵測

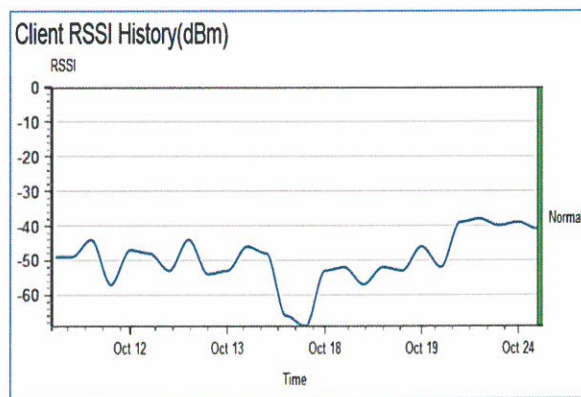


圖 18. 使用者連線雜訊偵測

(三) 使用者連線傳輸流量偵測，圖 19 可看出該使用者於期間內的上傳下載速率

(四) 使用者連線傳輸速率偵測，圖 20 可看出該使用者於期間內的連線速度

(五) 使用者使用軌跡，圖 21 可看出該使用者在期間內的各漫遊位置與時間

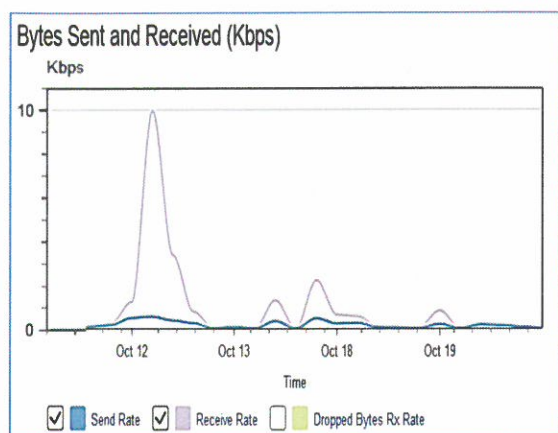


圖 19. 使用者上傳下載速率偵測

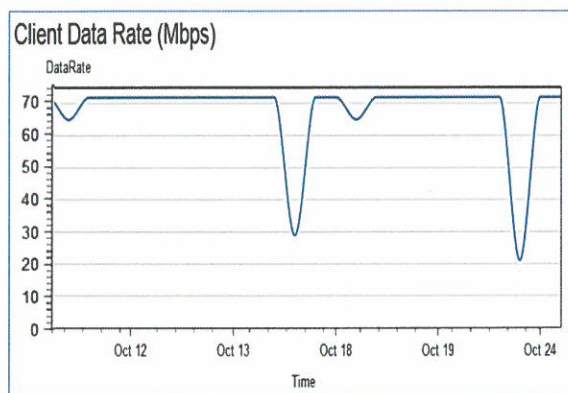


圖 20. 使用者連線速度偵測

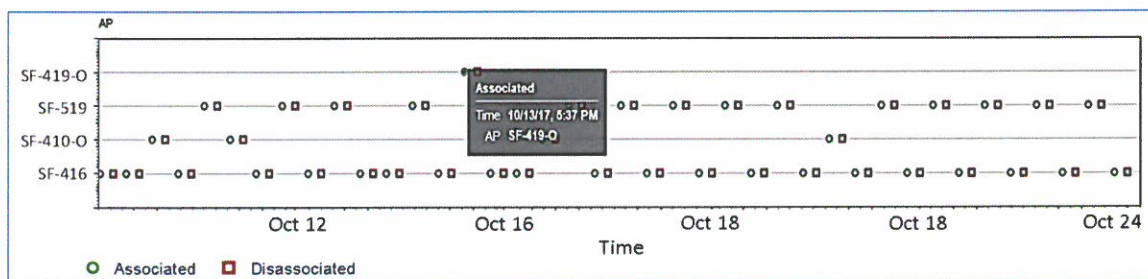


圖 21. 使用者使用軌跡

伍、 結論與未來展望

- 一、 由上一部份的效能結果可以證實，過去的無線網路問題確實已經可改善解決，不過不同環境結構確實須有不同的規劃考量，不能一體適用，例如第四代無線網路虛擬技術，讓無線環境內多個 AP，可以共用相同的頻帶，以避免訊號碰撞等問題(iThome, 2012)[3]，不過此概念所須對應的環境要求，不見得每個單位都試用。本文是針對本校的需求所提的規畫經驗，本校校園包含多棟建築物，每棟建築物內有許多密集人數使用的大小不同教室，而建築物之間則有空曠的校園，當中又含有不少樹木遮蔽。並且因為基於學術自由，所以到目前沒有限制私設基地台，但是這也造成管理與效能上的負擔。
- 二、 目前本校無線網路環境仍要持續改善的問題是干擾與攻擊。
 - (一) 對於干擾的部分，因為學校多半基於學術自由，很難強硬限制各單位私設基地台，加上目前行動分享較為普遍，常常一群團體內就會有此情況，這些都容易造成產生頻道干擾的情況，就算能盡量避免也還是會耗費資源。目前是鼓勵大家使用公用基地台，如有訊號效能不足之處，反映給管理單位來針對問題以無死角的概念來補強愈來愈好，而不要因為自己方便而造成整體的資源損失。

(二) 對於攻擊部分，因為資安手法日新月異，所謂道高一尺、魔高一丈，幾乎要一直不斷更新提升防禦技術與設備，這對管理單位的預算是個負擔。又因為學術自由的考量，許多無法限制，也造成使用者因為方便而衍生的安全漏洞。這部分則需要借助教育訓練來提升校內使用者的資訊素養，以正確觀念使用網路資源，以免害人又害己。

三、無線傳輸一定是未來資訊往來的主要方式，並且應該會取代目前大部分的有線功能。Aruba 公司(於 2015 年 3 月 2 日，被惠普公司 (HP) 收購)的共同創辦人暨技術長 Keerti Melkote 也認同 Wi-Fi 最終將會取代有線的說法，他說，若從使用者端的網路需求來看，無線網路將會在下一個 10 年全面取代有線，成為未來裝置連網的主流(余至浩，2015)[4]，相信這會是下一代無線網路建置考慮的方向。

參考文獻

1. Apple Inc.(2016)。Wi-Fi 和藍牙的潛在干擾源。取自 <https://support.apple.com/zh-tw/HT201542>，2017 年 10 月 30 日下載。
2. Intel Inc.(2017)。802.1x 概述與 EAP 類型。取自 <https://www.intel.com.tw/content/www/tw/zh/support/network-and-i-o/wireless-networking/000006999.html>，2017 年 10 月 30 日下載。
3. iThome(2012)。無線網路新趨勢—第四代無線網路 Meru。取自 <https://www.ithome.com.tw/node/72559>，2017 年 10 月 30 日下載。
4. 余至浩(2015)。未來 10 年無線全面取代有線 行動網路不只聰明還能程式化。取自 <https://www.ithome.com.tw/people/94528>，2017 年 10 月 30 日下載。
5. 花俊傑(2009)。無線網路入侵手法與防禦對策分析。取自 http://jackforsec.blogspot.tw/2009/11/blog-post_10.html，2017 年 10 月 30 日下載。
6. 吳雲鼎(2012)。應急蜂巢式行動通訊網路的頻寬分配。國立政治大學資訊科學系。取自 http://www.cs.nccu.edu.tw/~lien/Lab/Thesis/thesis_eg9403.pdf，P46，2017 年 10 月 30 日下載。
7. 曾筱媛(2012)。成功導入無線網路的 4 大流程。取自 <https://www.ithome.com.tw/tech/89347>，2017 年 10 月 30 日下載。

The Convenience and Security Planning of Campus Wireless Network Signal with No Dead Ends

Chih-Tien Yang

Information Technology Center,
Fu Jen Catholic University

ABSTRACT

Wireless networks are already one of the important infrastructure projects in Colleges and Universities. For the vast campus environment, there are many buildings and different sizes of classrooms, and there are a large number of faculty, staff and students use. In the implementation plan of wireless network, in addition to taking into account budgets, it is necessary to consider convenience, security and overall effectiveness. In this paper, with the experience of planning our campus wireless network signal with no dead ends, to explain why our school built wireless AP more densely, and on this basis to build a wireless network environment that improves signal interference and enhances connection stability.

***Key words:* Signal with no dead ends, Signal interference, Connection stability**