

頻譜自動清除在 LTE 和 5G 行動網路

張言新

無線通訊量測業務部 應用工程師, 台灣羅德史瓦茲

摘要 — 外在的 RF (radio frequency) 干擾一直對於網路效能是一個很大的問題，如何去降低使其維持在一個可接受的範圍已成為一個非常重要的課題。我們可以透過 OSS (operational support systems) 這個效能評估指標去判斷現在的網路情況，但是當我們還沒有 OSS 這指標時該如何去判斷。本篇將會針對上述情況在機地台打開之前，如何自動去除在頻譜上的外在干擾。

I. 簡介

每當通訊品質不良的時候，RF 干擾所造成的影響有很大的比例。當我們想增加新的頻段去增強整體網路效能時，我們會發現所得到的效能通常連一半都沒有達到。在過往的經驗上我們可以利用 OSS 去判斷這區的網路效能，透過一些延遲程序還有重複傳送訊號的方式，讓工作人員去取得數值。麻煩的是，一旦打開了新的網路必定會受到外界的干擾影響。如果能在網路開啟之前，先將頻譜清除這樣就可以避免自己的信號被蓋過。然而新想法的出現必定會產生新的問題，在尚未部屬完整的網路情況下無法取得 OSS，因此無法得知各個位置的網路效能。如果要在整個網路中進行干擾搜尋，所付出的成本與時間太高了。針對這個問題，羅德史瓦茲提出了更方便的解決方法 (R&S@TSME、R&S@TSMA、R&S@TSMW 和網路問題分析儀 NPA)。這個方法能幫助你在快速移動的場景 (行駛中的車) 蒐集到所需的網路頻譜數據。NPA 可透過蒐集的資料，提供使用者去追蹤干擾源。

II. 使用產品

A. R&S@TSME6

R&S@TSMx 系列的掃描儀提供了多種通訊技術的量測 (包含 5G) 同時也支援不同種的頻帶組合。它是一個非常有彈性的產品，可以適應不同種的場景。掃描儀可以在 350 MHz 至 6 GHz 的頻帶區間上進行多達 8 種無線電接取的技术。它也可以藉由複數個掃描儀的組合來達到 4X4 MIMO 的量測。我們在本次實驗中所採用的是 R&S@TSME6 (圖一)，它是這系列產品中最小的網路掃描儀。我們使用 RF 功率掃描的功能來測量，自由可配置頻率範圍的頻譜並將其連接到 GPS 坐標，一起使用。



圖一

B. R&S@ROMES4

R&S@ROMES4 是羅德史瓦茲網路工程，網路分析和網路優化的平台 (圖二)。結合其他的設備它可以達成移動網路中的覆蓋率測量，干擾識別，性能測量和質量分析提供所有必需的解決方案。在本次實驗當中 R&S@ROMES4 被使用於配置 RF 功率掃描和測量，並從被量測區域收集頻譜數據。它提供了頻譜視圖和瀑布圖，對於識別間歇信號非常有用。



圖二

C. R&S@ROMES4NPA

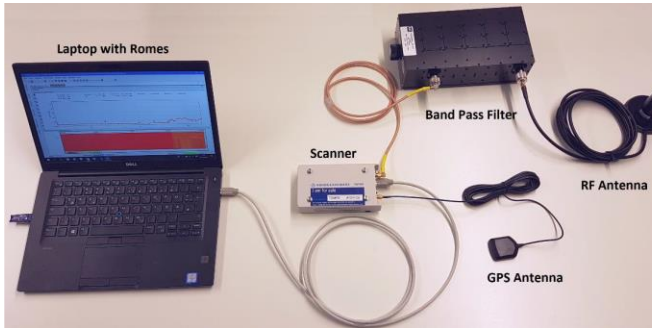
在進行路測時所蒐集的龐大數據量，如果只靠人工進行分析會耗費過多的分析時間。R&S@ROMES4NPA 可根據特定的或可修改的標準 (取決於所選模組) 來進行數據分析測量。利用網路質量分析儀，覆蓋率分析器和 DLAA / MIMO 分析器，找到問題點並顯示於地圖上 (Google map, OpenStreetMap)。它同時也會提供問題的根本原因。在這篇中，我們聚焦在頻譜分析模組上。

III. 街道實測

我們所提出的新量測方法可將頻譜清除分為 3 步，蒐集資料，分析資料，找到干擾源並且減輕它的影響。

A. 量測設置

- 一個 R&S@TSMx 和 12 伏特的電源供應。
- 筆記型電腦一台，並且安裝 R&S@ROMES4。
- 一個 R&S@ROMES4 和它所需的證照。
- 一個全向的天線。
- 一個磁性的 GPS 天線。
- 一條 LAN 電纜線。
- 筆記型電腦電池或 12V/220V 的變壓器



圖三

將上述的設備依照圖三的連接方式進行連接，並且將天線如圖四的方式至於汽車車頂上，即可完成本次實驗的設置。



圖四

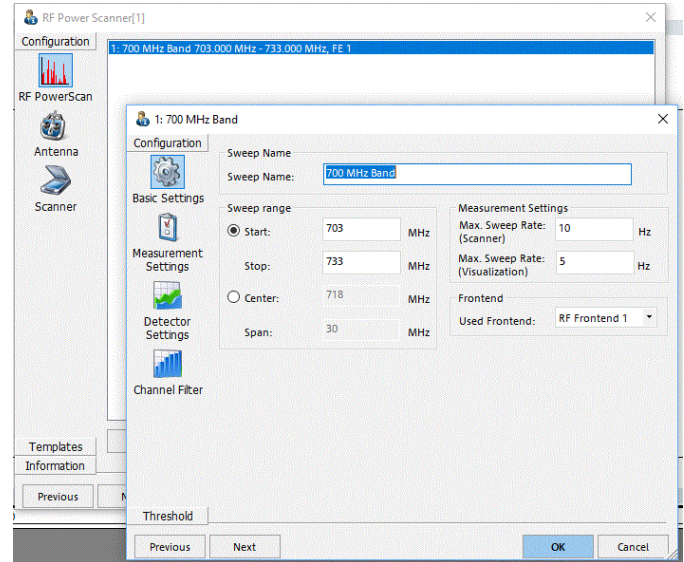
B. 連接設備

緊接著我們需要設定筆記型電腦上的網路設置。為了避免偵測到錯誤的網路，所以需要先設置 IPV4 的

位置。在 R&S@TSME 上我們必須給他一組 IP，來和我們預設的 IP 位置 (192.168.0.2) 進行通訊。

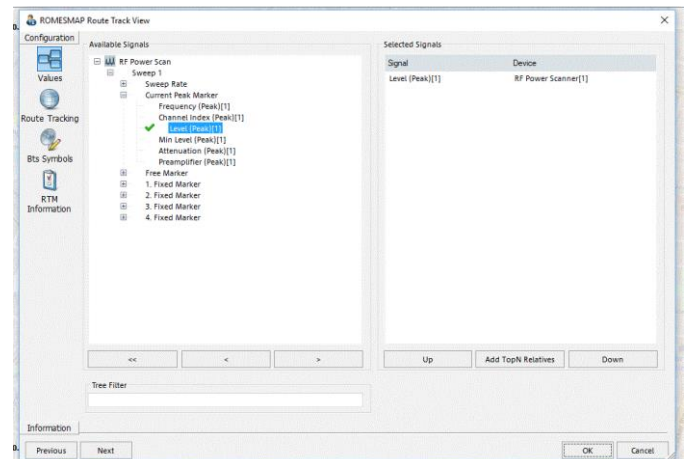
C. 進行量測

先將 R&S@TSME 電源打開，當它開機完成後我們可以執行 R&S@ROMES4 程式。在可用設備這邊選擇 RF 能量偵測模式，如果沒有出現，請檢查它的證照還有 TCP/IP 的連線狀況。如圖五所見，在新的視窗中，我們可以對頻帶進行增加或編輯抑或是刪除。



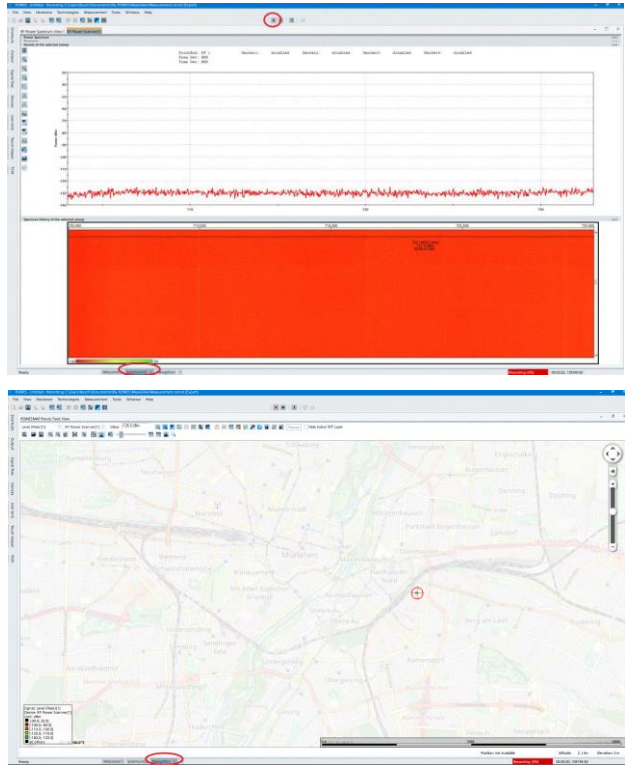
圖五

為了要在地圖上展示訊號，我們必須開啟 GPS。按下 "Add GPS Navigation" 並且在下一個視窗跟之後的視窗選擇 "Stay on the current sheet"。為了要選擇在地圖上呈現訊號強度還有測試參數，我們需要額外再設定一些東西。首先在地圖上按下滑鼠右鍵選擇 "Configure"，在可接受訊號這欄依照著 "Level (Peak)" under "RF Power Scan" → "Sweep 1" → "Current Peak Marker" 詳細可見圖六。最後按 OK 把視窗關掉，現在我們的量測資料和 GPS 資料已經連線了。



圖六

完成設定後我們馬上可以進行量測，按下 "Toggle Recording" 鍵並且選擇存放位置。可以同時切換在不同的視角，包含了頻譜模式和導航模式如圖七。



圖七

在實驗結束後，按下 "Stop" 鍵完成這次的錄測。

IV. 分析和量測結果

A. NPA

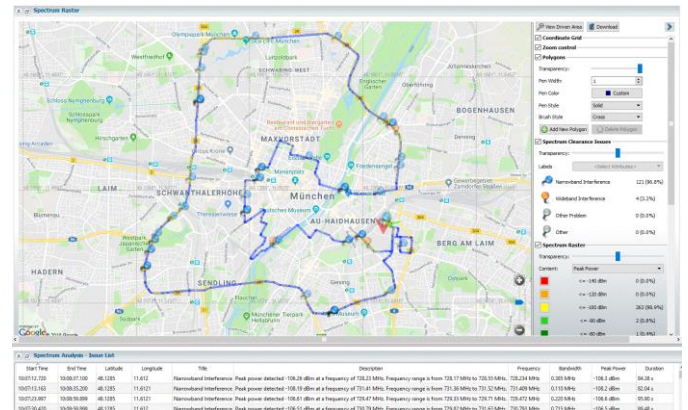
為了達到頻譜清除的目的，我們使用 R&S®ROMES4N18 這個頻譜分析模組，讓它可以幫助我們自動進行偵測那些本應該是沒有受到干擾的頻段。當我們完成了這些設定(頻寬 間隔 能量 等)，這個分析會透過自己特有的演算法流程，去幫助我們發現那些潛在的干擾，不論是在窄帶的情況下抑或是在寬帶的情境。

當我們啟動 NPA 後，我們可以自由的添加不同日期或不同車輛或不同駕駛的測量資料。R&S®ROMES4 將所測得的資料分割為一個個的 1G 大小的檔案，第一個檔案的名稱不會攜帶附加編號，之後的檔案會依序編號下去。接著我們可以選擇要使用的 NPA 模組，即可進行資料的分析。緊接著下一步，我們可以去配置干擾的參數設定。為了方便使用者的使用，我們提供了參數處存的功能。把常用的參數使用特定名稱處存，方便我們以後再使用。也可以為根據不同類型的干擾來存成不同種類的模組，方便使用和搜尋。根據表一，我們可以更加清楚的了解到，各項參數的設定和各項參數的定義及範圍。

表一

Parameter	Value Range	Default	Description
Narrowband Peak/RMS Delta	0..100 dB	10 dB	Minimum difference between the peak and the overall signals RMS to make the problem labeled as narrowband problem, otherwise wideband problem is found.
Min Bandwidth Wideband	10000..100000 kHz	10000 kHz	Problems with a bandwidth greater than this value are always classified as wideband issues
Max Bandwidth Narrowband	0..10000 kHz	50 kHz	Problems with a bandwidth smaller than this value are always classified as narrowband issues
Problem Creation Hysteresis	0..120000ms	2000 ms	Two problems for the same frequency range are merged into one problem if their end and start time are within this time interval.

完成了上述的設定後，我們就可以開始分析資料，這過程可能會花費幾分鐘的時間。我們可以將結果顯示在螢幕上。如圖八所示，畫面的上半部份是地圖下半部份則是發現的干擾源。我們也可以將這些資料匯出至 pdf 文件或 Excel。為了了解干擾源的位置分佈，NPA 使用 Google Maps, OpenStreetMap 或其他的網路地圖在地圖上將其視覺化。我們可以根據個人喜好去調整設定，像是縮放控制、頻譜清除問題、頻譜光柵、軌跡和背景地圖。



圖八

為了要獲取有關於干擾源的更多信息，通過右鍵單擊標題，您可以將 Romes 同步回到發生這種干擾的時間。這樣，就可以通過頻譜和瀑布圖進一步分析信號。

B. 總結

羅德史瓦茲可以提供解決方案讓使用者在幾分鐘內即可完成配置。此方案不僅不需要技術人員的路測，並且可以同時支持多輛汽車的配置的測試，所以它可以節省您的時間。由於許多營運商已經擁有掃描儀，因此他們可以使用現有資源，從而節省成本。您可以得到關於潛在干擾源的詳細列表，以便直接解決或轉發給監管機構來使用。

V. 尋找干擾源的解決方案

現在我們可以從干擾源列表上找出干擾源的位置。然而從這資料所得到的位置不足以查到並關閉導致問題的根源。干擾物可能很小，並且位於建築物中，例如無線電話或損壞的組件。這意味著在了解要尋找的位置之後，必須通過步行測試找到它們。為了解決這問題，羅德史瓦茲提供了滿足所有需求和預算的完整產品組合。R&S @Spectrum Rider FPH 手持頻譜分析儀結合八木天線，可得到解決方案對於常見的連續干擾源，進行信號強度映射，干擾分析和干擾定位。它使現場技術人員在進行干擾搜索時易於使用，並且價格非常具有競爭力。然而當你要組織一支干擾搜尋團隊，負責大量干擾的搜尋，會發現到還有更複雜的

信號是斷斷續續的。為此的解決方案是帶 R&S@MNT100 攜帶式接收器和 R&S@HE400 定向天線。這些設備的處理速度是非常的快，以至於它們可以對於間歇性信號的定位沒有任何問題。隨著速度的提升，節省了尋找正常干擾源的時間，這意味著花更少的工作時間或在相同的時間內可以解決更多的問題。在都市的情境下，干擾的來源通常都是來自於訊號本身的反射而非其他干擾源。然而即使對於擁有優質設備(R&S@MNT100)和經驗豐富的干擾源尋找團隊來說，也是一個很大的挑戰。因此智能干擾搜尋工具 R&S@MobileLocator 便被研發出來。它將使用基於電腦的全自動無線電定位來找到干擾源，從而確保可以忽略反射所帶來的影響。

參考

- [1] Automatic Spectrum Clearance in LTE and 5G mobile networks, https://scdn.rohde-schwarz.com/ur/pws/dl_downloads/premiumdownloads/premium_dl_application/1ma293/1MA293_1e_spectrum_refarming.pdf