

高速數據傳輸量分析、除錯與建議

High Throughput Analysis, Debugging and Recommendations

1. 本文動機與適用人員

本文的目的是提供在R&S CMW500測試高速數據傳輸量時，如何分析、除錯與建議的知識庫文件。本文的目標使用者是應用工程師，以及在客戶端的第一級支援者，可以使用本文檔來協助增進分析技能。

此外，可以藉由本文的幫助來定義出高速數據傳輸時所遭遇的問題，至少能看出根本問題是發生在客戶端或是在儀器端，將問題的範圍縮小。

最後，核心開發人員將會從分析的結果快速的找到解答，並且節省分析的時間而獲得更多的開發機會。因此，本文的目標是指引第一級與第二級支援者，將問題清楚的定義出來，並交與第三級核心開發人員。

2. 分析

通常高速數據傳輸量的問題，會在上層被指出來，而所謂的上層就是OSI所定義的網路七層中的最上層，IP層。但最佳的分析方式，應該是由下層往上層分析。

通常每一個相對應的上層，都依賴著下層的良好運作；這也意味著，下層的運作不良，會造成上層開啟自我修復，或是很直觀的降低效能。基於這樣的網路層設計，我們在分析的時候，就會從最底層開始分析，當沒有找到關鍵問題的時候，才再往上一層分析。

在R&S CMW 500的分析，最開始就要從最底層的傳輸層(transport layer)開始分析，然後經由RAT stack一層一層的分析，直到最上層應用層(application layer)。(LTE PHY → LTE MAC → LTE RLC → LTE PDCP → IP Layer)

若是沒有問題在儀器端被定義出來，那就要考慮問題是否在客戶端。不僅是客戶端的產品，客戶端的接線，與使用的外部測試設備，以及測試手法都要考量進來。在5.1章節，分析步驟與對應操作，將會在面對不同網路層的問題，提供項細的分析資訊。

3. 除錯

在分析過程中發現潛在問題後，有些問題更需要進一步除錯，以驗證問題或了解問題原因。與分析過程類似，最佳做法是從底層至上層開始除錯。

雖然除錯沒有最佳策略，但在5.2章節，除錯程序，總結了一些方法。

4. 建議

通常在測試數據傳輸時，為了避免問題，最好的方式當然是設置好最佳的硬體與軟體。最佳設置是取決於測試場景。測試場景決定了不同的數據傳輸目標要求，以至於軟體的參數也會不同，如內部緩衝區大小(internal buffer sizes)，超時(timeouts)，有效負載大小(payload size)...等參數，都有可能導致R&S CMW500和外部應用程序中的過早丟包(premature packet loss)。

R&S CMW500在每一個網路層都提供了紀錄(logging)能力，這些紀錄會有不同的紀錄層級(logging level)，提供分析者簡略或是詳盡的紀錄。但值得注意的是，越高的紀錄層級，代表紀錄越詳盡，也對於數據傳輸量測造成影響。足夠的又不至於太高的紀錄層級，對於分析與除錯才算是有用的。因此，權衡一個合理的紀錄層級，使之足夠於分析，又不太影響數據傳輸量測，是需要依照不同的任務與網路層來做判斷。

一般來說，需要提供兩類的紀錄給予分析者：

- 高紀錄層級，紀錄時間短，用來做詳盡的各層除錯
- 低或中紀錄層級，紀錄時間長，用來做為穩定度分析

在5.1章節，分析步驟與對應操作，將會對於組態設定(configuration)做一個建議。

在5.3章節，建議設置，將會在面對不同網路層的問題，提供建議。對於不同的組態設定所造成的影響也會預告。

在5.3.4章節，傳輸量計算，將會有些建議設定，比如說對於不同的量測目標如何設定緩衝區大小。

5. 分析、除錯與建議操作

5.1 分析步驟與對應操作

以下的章節都是在儀器端的分析步驟與對應操作。若是問題出在客戶端，對於客戶端的裝置，必須要尋求客戶端的工程師以及晶片商協助，以下章節無法定義客戶端裝置的問題。

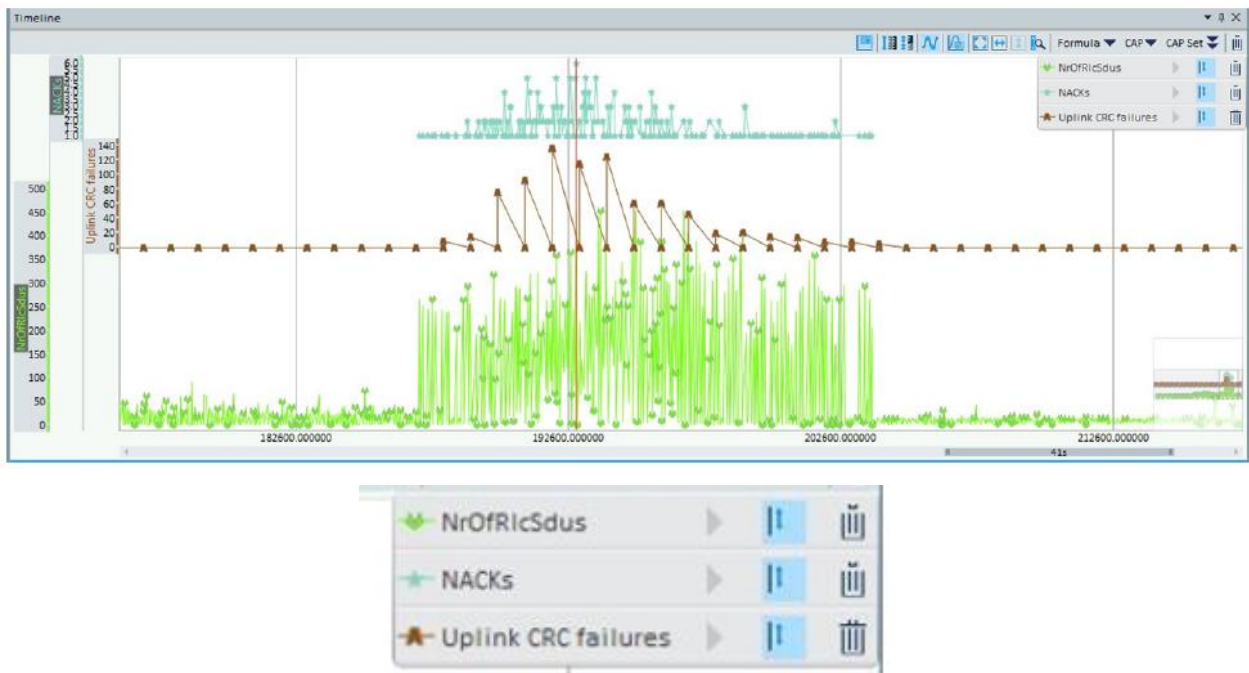
[重要]在每次收集紀錄檔的時候，也要收集supportinfo.zip，這個檔案裡面包含了許多內部文檔紀錄，可以幫助找尋根本問題。尤其是來自於LTE stack與LTE L1的根本問題。以及收集關鍵階段的訊息紀錄(*.rsmg)。在開始任何的對應操作之前，建議詳細的分析訊息紀錄。

5.1.1 底層連線品質(Stack/L1 Link Quality)

5.1.1.1 確認上行訊號的CRC錯誤(Verify UL CRC Failures)

- 即使是原始的紀錄層級設定，在紀錄中，上行訊號的CRC錯誤仍然可見。"CMWmars > Protocol Measurement Charts" ("UL BLER")。
- 接著從底層紀錄(PHY logging)與時間軸(Timeline View)獲得更多資訊。

- 上行訊號的CRC錯誤，將會造成RLC層AM上行訊號(RLC AM UL)丟失封包(PDUs)，或是突發的TCP_ACK。



[可能原因]

- RF接線問題
- 錯誤的上行訊號能量設置
- 客戶端裝置上行傳輸問題

[應對操作]

- 重新接線或是換線
- 設定正確的上行訊號能量
- 檢查客戶端上行傳輸的能力

5.1.1.2 確認下行訊號的錯誤率(Verify DL BLER)

- 即使是原始的紀錄層級設定，在紀錄中，下行訊號的錯誤率仍然可見。
"CMWmars > Protocol Measurement Charts" ("DL BLER")。

- 下行訊號的錯誤率，將會造成RLC層AM下行訊號回報NACKs(RLC AM DL NACKs)，尤其是在下行自動重送機制關掉的時候(DL HARQ=OFF)。

[可能原因]

- RF接線問題
- 錯誤的上行訊號能量設置
- 不正確的下行scheduling設置

[應對操作]

- 重新接線或是換線
- 設定正確的上行訊號能量
- 正確設置下行scheduling
- 開啟下行自動重送機制

5.1.1.3 確認無線電連結控制層AM下行NACK(Verify RLC AM DL NACK)

若是前面的項目都沒有發生，再開始這項確認，

- 即使是原始的紀錄層級設定，在紀錄中，RLC AM DL NACK仍然可見。
"CMWmars > Protocol Measurement Charts" ("DL → RLC Data Error Rate")。
- 接著從無線電連結控制層標頭紀錄(RLC logging)與時間軸(Timeline View)獲得更多資訊。

[可能原因]

- 客戶端產品的RLC有RLC功能的問題
- 下行資料在MAC或PHY層消失，因為效能的問題

[應對操作]

- 試著解決在可能原因裡面列出的問題

5.1.1.4 確認無線電連結控制層AM上行丟失PDU(Verify RLC AM UL Missing PDUs)

若是前面的項目都沒有發生，再開始這項確認，

- 即使是原始的紀錄層級設定，在紀錄中，RLC AM UL Missing PDUs仍然可見。"CMWmars > Protocol Measurement Charts" ("DL → RLC Data Error Rate")。
- 接著從無線電連結控制層標頭紀錄(RLC logging)與時間軸(Timeline View)獲得更多資訊。

[可能原因]

- 客戶端產品的RLC有RLC功能的問題

[應對操作]

- 試著解決在可能原因裡面列出的問題

5.1.2 底層效能(Stack/L1 Performance)

5.1.2.1 確認高速資料串是否被加密(Verify Cipherring with High Data Rates)

[可能原因]

高速資料串被加密可能會造成效能上的問題(Cipherring=ON)，這也可能與下列因素有相依關聯：

- 點對點資料傳輸的速率設定
- 使用舊的寬頻訊號模組(SUW, R&S CMW-B300B)
- 使用加密

[應對操作]

- 先使用低速率測試，再慢慢升高速率
- 更換新的訊號模組(Signaling Unit Advanced (SUA, R&S CMW-B500)
- 關掉資料加密

5.1.2.2 確認是否有Cphy錯誤(Verify NoOfCPhyErrors)

若是前面的項目都沒有發生，再開始這項確認，

[可能原因]

- 用例的設定已經超出了硬體或是軟體的能力
- 未知的stack或是底層效能的問題

[應對操作]

- 試著解決在可能原因裡面列出的問題

5.1.3 場景連線設定(Stack/L1/Scenario Link Configuration)

5.1.3.1 確認媒體存取控制層頻寬(Verify MAC Bandwidth vs. Expected RLC Data Rate)

[可能原因]

- 下行調變與編碼方法(MCS, Modulation and Coding Scheme)太低

[應對操作]

- 試著調整正確的MCS
- 測試標準的MALPI場景(the standard MLAPI test scenario)

5.1.3.2 確認上行頻寬(Verify UL Bandwidth)

確認上行頻寬是否足夠用於傳送TCP_ACK

[可能原因]

- 上行調變與編碼方法(MCS, Modulation and Coding Scheme)太低

[應對操作]

- 試著調整正確的MCS
- 測試標準的MALPI場景(the standard MLAPI test scenario)

5.1.3.3 確認無線電連結控制層AM 設定(Verify RLC AM Settings)

[可能原因]

- 確認狀態禁止定時器(StatusProhibitTimer)
- 重新排序計時器(ReorderingTimer)

[應對操作]

- 試著調整正確的參數
- 測試標準的MALPI場景(the standard MLAPI test scenario)

5.1.3.4 確認資源分配衝突(Verify Allocation Conflicts)

[可能原因]

- Scheduling
- BCCH

[應對操作]

- 試著調整正確的參數
- 測試標準的MALPI場景(the standard MLAPI test scenario)

5.1.3.5 確認客戶端產品所上報的能力(Verify UE Capabilities)

[可能原因]

- 有些客戶端產品所上報的能力並非支援
- 在場景中沒有支援上報能力

[應對操作]

- 試著解決在可能原因裡面列出的問題

5.1.4 緩衝狀態(Stack Buffer Status)

5.1.4.1 確認stack狀態(Verify Stack Phases)

若是前面的項目都沒有發生，再開始確認是否stack完全沒有送出東西。

驗證以下項目：

- 綜觀(overview): 使用RRLC時間線來觀察RLC SDU緩衝區
- 詳觀: 在MacData裡面的MAC BO

[可能原因]

- MAC BO太低
- 太少資料從DAU送下來

[應對操作]

- 試著解決在可能原因裡面列出的問題

5.1.4.2 確認stack狀態(Verify Stack Status)

確認stack是否處於在時間軸都處於高水位狀態(in high water mark state)。比如我們可以確認在時間軸上MNUPC的狀態。

[可能原因]

- 有許多的高水位狀態，但是底層的連結是好的，表示有太多的資料從DAU或是從場景來

[應對操作]

- 試著解決在可能原因裡面列出的問題
- 若是沒有或是比較低的水位，表示stack是正常的

5.1.5 數據應用元件封包(Stack and DAU, #IP Packets/Burstiness)

5.1.5.1 確認TCP與TCP_ACKs(Verify TCP and TCP_ACKs)

確認下列項目：

- RlcDataReq → NoOfRlcSDUs ~ 用以確認IP封包，比如說TCP

- RlcDataInd → NoOfRlcSDUs ~ 用以確認IP封包，比如說TCP_ACKs



此圖為例，紅線左邊代表只有TCP下行，所以我們在上行會看到正常的TCP_ACKs；紅線右邊有著TCP上行與下行，我們會有正常的TCP上行資料，但是會看到突發的TCP_ACKs。

[可能原因]

- 有著突發的TCP_ACKs，但是底層的連結是好的
- 因為客戶端產品有效能問題，造成TCP_ACKs有優先級別的問題

[應對操作]

- 確認客戶端產品

5.1.6 數據應用元件硬體限制(Data Application Unit (DAU) Hardware Restrictions)

比較前期的DAU會有傳輸數據上限的問題。確認DAU硬體是否符合客人所需要的傳輸速率。一般而言，R&S CMW-H450D ("DAU++")可以提供下行

800MBit/s的傳輸速率。若是需要更高的下行傳輸速率，就要考慮裝設R&S CMW-H450H ("DAU2")並且搭配Z70。

[可能原因]

- DAU硬體限制

[應對操作]

- DAU硬體升級至R&S CMW-H450H ("DAU2")

5.1.7 數據應用元件的IP封包紀錄(DAU IP Logging and PCAPs)

被CMW500存放的數據應用元件的IP封包與PCAPs紀錄，存在於下面路徑"
Z:\ip_logging"

[注意] 在R&S CMW500上採用的PCAP紀錄(例如，用於DAU IP封包記錄)，與在可以與客戶端產品的PCAP紀錄組合運用時，對於分析非常有用。盡可能嘗試在客戶端產品收集PCAP紀錄。關於如何在客戶端產品上進行PCAP記錄，可能牽涉到特定客戶端產品行為與用例，客戶的支援試非常必要的。例如客戶端產品上可能會有一些特定的命令來觸發PCAP記錄。在商用Android上，可以使用可以記錄IP流量的應用軟體。另請注意，僅紀錄PCAP的標頭，以避免影響傳輸流量的效能。

使用Wireshark TCP分析，來確認下列事項:

- 沒有被接收到的資料是否有被找到
- 沒有被接收到的ACKs是否有被找到

5.1.8 UPC

5.1.8.1 確認UPC封包是否有丟失(Verify UPC Packet Lost)

確認是否有過低或過高的水位。可以在upc.log中發現DISCARD的字樣。

[可能原因]

- Stack沒有回復到正常狀態
- UPC持續的從DAU傳送或接收資料

[應對操作]

- 確認底層連線的能力(LL link capability)
- 確認底層連線的品質(LL link quality)
- 若是測試TCP，請開啟DAU的IP緩衝器

5.1.8.2 確認UPC層間記錄(Verify UPC Inter-Layer Logging)

可以在upc.log中發現DATA LOST的字樣。

[注意] UPC層間記錄目前並沒辦法只紀錄IP標頭，所以一定會影響整個資料傳輸的效能。所以適當的snap長度就要在紀錄之前設定。

[可能原因]

- 紀錄資料無法被寫入到硬碟

[應對操作]

- 之後的版本將會支援IP標頭紀錄。

5.1.9 TCP Wireshark

確認儀器端與客戶端產品的框架大小(window size)。

[可能原因]

- 框架大小對於要傳送的資料太小。

[應對操作]

- 加大框架大小。

5.1.10 Miscellaneous

5.1.10.1 丟包與重傳(Packet Lost/Retransmissions)

確認下列項目：

- 是否有大量快速的重傳
- 是否有不按照順序的重傳(out of order)

[可能原因]

- 封包在下行丟失。

[應對操作]

- 試著解決在可能原因裡面列出的問題。

5.1.10.2 零或更新框架大小(Zero/Update Window)

[可能原因]

- 框架大小太小
- 客戶端產品或儀器端接收效能問題

[應對操作]

- 試著解決在可能原因裡面列出的問題。
- 設定框架大小，可以嘗試從Table 5.4找出計算的方法

5.1.10.3 (ACK Frequency at UE Side)

在客戶端產品上確認ACK回復頻率，以證實接收端ACK的優先級別。

[可能原因]

- 接收端優先級別失效

[應對操作]

- 確認客戶端產品為什麼沒有正確設定ACK的接收優先級別