

行政院及所屬各機關出國報告
(出國類別：實習)

赴英國參加『寬頻 CDMA 系統無線通
信規約分析實習』報告書

服務機關：中華電信研究所
出國人職稱：助理研究員
姓名：劉騰元
出國地區：英國
出國時間：91 年 11 月 3 日至 10 日
報告日期：91 年 12 月 26 日

116/
104200733

公務出國報告提要

頁數: 20 含附件: 否

報告名稱:

赴英國參加『寬頻CDMA系統無線通信規約分析實習』

主辦機關:

中華電信研究所

聯絡人/電話:

楊學文/03-4244218

出國人員:

劉騰元 中華電信研究所 無線通信技術研究室 助理研究員

出國類別: 實習

出國地區: 英國

出國期間: 民國 91 年 11 月 03 日 - 民國 91 年 11 月 10 日

報告日期: 民國 91 年 12 月 26 日

分類號/目: H6/電信 /

關鍵詞: 英國,寬頻,CDMA

內容摘要: 寬頻CDMA系統無線通信規約分析實習為發展寬頻CDMA系統之課程，內容包括WCDMA系統概念、WCDMA通信規約測試標準概念、TTCN概念、通信規約測試系統概念與通信規約測試系統之操作。參加此訓練課程可熟悉WCDMA系統通信規約開發平台之運用及增進WCDMA系統通信規約的設計與測試能力，將可加速本所寬頻CDMA無線技術研發工作的進展，以因應未來支援本公司第三代行動通信系統建設與維運之需求。本報告書為『寬頻CDMA系統無線通信規約分析』之實習報告，其內容結構如下：第一章為目的：說明參加此訓練課程的主要目的；第二章為過程：說明出國的行程，及介紹訓練課程的內容；第三章為心得：說明參加此訓練課程後的收穫與心得；第四章為建議：評估此套研究發展工具對本所研發工作的助益，並提出適當的建議。

本文電子檔已上傳至出國報告資訊網

摘 要

寬頻 CDMA 系統無線通信規約分析實習為發展寬頻 CDMA 系統之課程，內容包括 WCDMA 系統概念、WCDMA 通信規約測試標準概念、TTCN 概念、通信規約測試系統概念與通信規約測試系統之操作。參加此訓練課程可熟悉 WCDMA 系統通信規約開發平台之運用及增進 WCDMA 系統通信規約的設計與測試能力，將可加速本所寬頻 CDMA 無線技術研發工作的進展，以因應未來支援本公司第三代行動通信系統建設與維運之需求。

本報告書為『寬頻 CDMA 系統無線通信規約分析』之實習報告，其內容結構如下：第一章為目的：說明參加此訓練課程的主要目的；第二章為過程：說明出國的行程，及介紹訓練課程的內容；第三章為心得：說明參加此訓練課程後的收穫與心得；第四章為建議：評估此套研究發展工具對本所研發工作的助益，並提出適當的建議。

目 錄

1	目的	1
2	過程	1
2.1	行程	1
2.2	訓練課程內容	2
2.2.1	WCDMA 系統概念	2
2.2.2	WCDMA 通信規約測試標準概念	3
2.2.3	TTCN 概念	5
2.2.4	通信規約測試系統概念	10
2.2.5	通信規約測試系統之操作	13
3	心得	18
4	建議	19

1 目的

本次出國實習的主要目的，為參加寬頻 CDMA 系統無線通信規約分析之教育訓練課程。其中主要包含一個 WCDMA 無線通信規約測試系統，此平台之主要功能包括：test sequence 的編輯與執行、通信規約的測試與偵錯、讓待測手機與外部伺服器相連以測試上層應用服務等功能，可以輔助研發人員快速且正確地開發系統所需之通信規約功能，並增進研發人員對於通信規約之設計與測試能力，以縮短系統研發時程、維持系統的穩定度和品質。進而可加速本所寬頻 CDMA 無線技術研發工作的進展，以因應未來支援本公司第三代行動通信系統建設與維運之需求。

2 過程

2.1 行程

日期	地點	工作摘要
91.11.3	台灣—英國	去程
91.11.4~ 91.11.8	英國 Anritsu 公司	參加【寬頻 CDMA 系統無線通信規約分析實習】
91.11.9~ 91.11.10	英國—台灣	回程

課程內容安排如下：

- 11/4 : WCDMA 系統概念
- 11/5 : WCDMA 通信規約測試標準概念
- 11/6 : TTCN 概念
- 11/7 : 通信規約測試系統概念
- 11/8 : 通信規約測試系統之操作

2.2 訓練課程內容

本報告在第 2.2.1 節到第 2.2.5 節中，將分別介紹此次實習的課程內容：WCDMA 系統概念、WCDMA 測試標準概念、通道模擬器概念、雜訊與干擾模擬器概念及發展測試平台之整合與操作。

2.2.1 WCDMA 系統概念

個人行動通訊在未來將會邁入傳送多媒體資料的時代，為了符合這個需求，一個具備寬頻高速的傳輸能力與能有效管理利用無線電資源的行動通訊系統即被催生出來，也就是一般所說的第三代行動通訊系統，簡稱 3G(Third Generation)。3G 的標準由聯合國下轄的 ITU(International Telecommunication Union)所制定的 IMT-2000(International Mobile Telecommunication for the year 2000)來定義，其中主要包含兩大陣營，即為歐洲的 3GPP(Third Generation Partnership Project)與美國的 3GPP2，這兩大陣營分別提出其對 IMT-2000 的技術建議，其中在空中界面的技術方面，歐洲提出 WCDMA(Wideband Code Division Multiplex)的技術，而美國則提出 cdma2000 的技術。此次訓練主要是集中在 WCDMA 的系統，因此本章就以 WCDMA 的系統概念為主。

歐洲 3GPP 的技術所發展的系統稱為 UMTS(Universal Mobile Telecommunication Services)，主要是由之前的 GSM(Global System for Mobile)與 GPRS(General Packet Radio Service)演化而來，在核心網路的部分改變並不大，但在無線電網路的部分由於改用 WCDMA 的空中界面接取技術而有較大的改變。UMTS 系統架構可由圖 1 看出，主要可分為行動台(UE, User Equipment)、無線電網路(UTRAN, UMTS Terrestrial Radio Access Network)與核心網路(CN, Core Network)三大部分，UE 經由 Uu 介面，也就是 WCDMA 空中界面與 UTRAN 界接，而 UTRAN 又經過 Iu 介面與 CN 相接，其中無線電網路又分為基地台(Node B)與無線電網路控制器(RNC, Radio Network Controller)，兩者間的介面稱為 Iub。

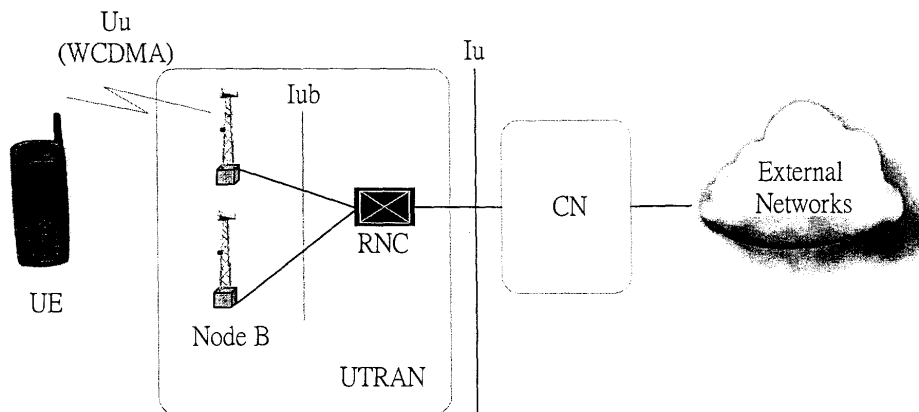


圖 1 UMTS 系統架構圖

由於此次訓練著重於 UMTS 中 WCDMA 空中界面的通信規約部分，因此我們特別提出相關的標準作參考，例如像 3GPP 25.3xx 系列的標準，就定義了 UE 與網路端的相關通信規約，而 34.1xx 系列的標準，就定義了 UE 與網路端之間相關通信規約的測試環境與方法。

2.2.2 WCDMA 通信規約測試標準概念

由於此次訓練主題為 WCDMA 的無線通信規約，故我們在此先特別說明定義 WCDMA 無線通信規約的相關標準。WCDMA 無線通信規約的相關標準包含了 TS 25.301 Radio Interface Protocol Architecture、TS 25.321 Medium Access Control (MAC) Protocol Specification、TS 25.322 Radio Link Control (RLC) Protocol Specification、TS 25.323 Packet Data Convergence Protocol (PDCP) Protocol、TS 25.324 Broadcast/Multicast Control (BMC) 與 TS 25.331 Radio Resource Control (RRC) 等。另外在上層與網路端關係較大的通信規約則有 TS 23.060 General Packet Radio Service (GPRS) Service description; Stage 2、TS 24.007 Mobile radio interface signaling layer 3; General Aspects 與 TS 24.008 Mobile radio interface Layer 3 specification; Core network protocols; Stage 3 等。其相互間的關係可由圖 2 看出。

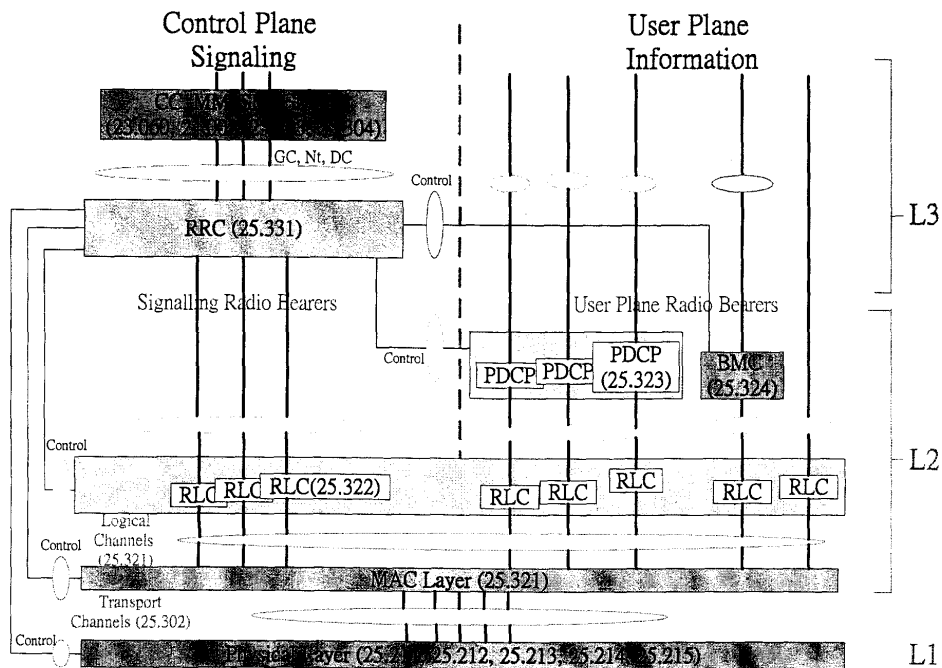


圖 2 WCDMA 無線通信規約架構圖

若要測試WCDMA空中介面通信規約的相關部分，也就是UE和網路端之間的通信流程，3GPP也有定義了一些相關的測試標準，這些測試標準包含了定義測試環境的TS 34.108 Common test environments for User Equipment (UE) conformance testing與TS 34.109 Terminal logical test interface; Special conformance testing functions，以及定義測試方法與結果的TS 34.123 User Equipment (UE) conformance specification; Part 1: Protocol conformance specification、Part 2: Implementation conformance statement (ICS) specification、Part 3: Abstract test suites (ATSS)。

根據標準的敘述，進行 WCDMA 無線通信規約的測試時的環境架構約略如圖 3所示，一組 WCDMA 無線通信規約測試系統主要包含一個 WCDMA Node-B Emulator 來模擬 WCDMA 基地台的動作，並能透過 WCDMA 空中介面來對待測手

機測試。另外 Node-B Emulator 通常由一台 Host Controller 所控制，Host Controller 上會執行 TTCN test cases 來主控整個測試流程。例如 Anritsu 公司的 Protocol Test System (PTS) 就具有相同的架構與功能。

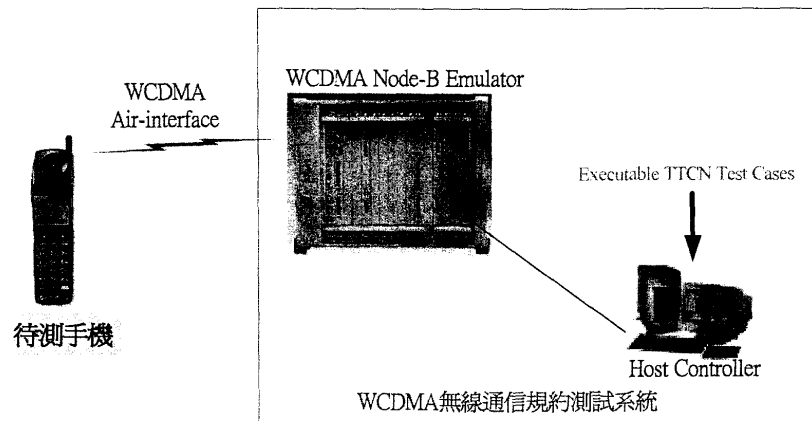


圖 3 測試環境架構圖

2.2.3 TTCN 概念

所謂的 TTCN 就是 Tree and Tabular Combined Notation，也就是用樹狀結構來表示一個 test case 的程序與分支，並且用表格的方式來呈現所有的參數與資料。它可以讓負責測試工程的人員更系統化且更方便的去定義一個 test case 來進行測試工作。TTCN 是由三個非常相似的標準所定義的，包含 ETSI TR 101 666、ISO 9646-3 與 ITU-T X.292。

通常一個 test cases 是由多個 test steps (相當於較小的 test cases) 所組成，而多個用途類似 test cases 又會集合在同一個 test suite 中來定義，如此做的好處是在參數宣告方面可以共用，test cases 之間也可重複使用彼此的 test steps 來組成新的 test cases，以提高模組化應用的效率。一個 TTCN test suite 包含四大部分：Test suite

overview part、Declarations part、Constraints part 與 Dynamic part。其中 Test suite overview part 主要包含了所有在此 test suite 中的 test cases 與 test steps 的 index，如圖 4 所示。而 Declarations part 則負責定義所有參數的 type 與數值，包含常數與變數、通信協定中的訊息、每個訊息中的欄位值以及計時器等，如圖 5 所示。Constraints part 則是定義所有參數在進行測試時的限制值，舉例來說，一個 test case 在某個步驟應該收到某個訊息，此訊息的欄位內的參數值就必須符合 Constraints part 中對此值的限制範圍，否則 test case 在此處就判定為 fail，如圖 6 所示。最後 Dynamic part 則是 test case 中最主要的運作部分，此處定義了所有 test cases 與 test steps 的內容，包含每一個測試步驟的流程、程序的分支與 pass 或 fail 的結果判定，如圖 7 所示。

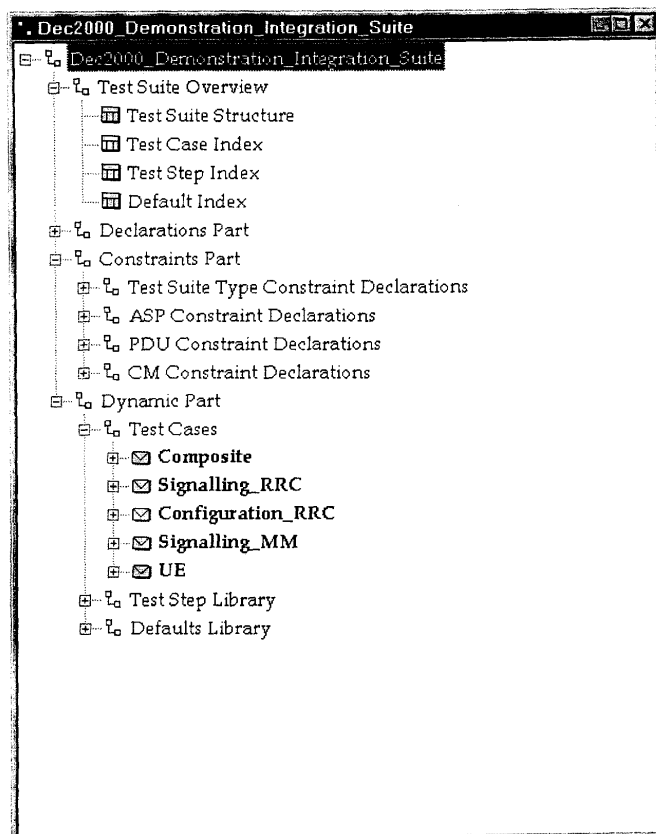


圖 4 Test suite Overview part

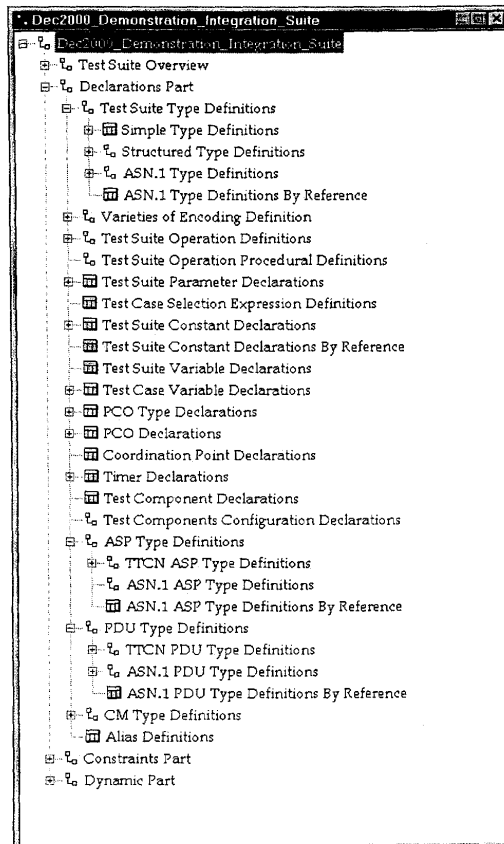


圖 5 Test suite Declarations part

The screenshot displays the 'Dec2000 Demonstration Integration Suite' interface. On the left, a tree view shows 'ASN.1 PDU Constraint Declarations' with a list of configuration items. On the right, a detailed view shows the parameter values for 'a1_CPHY_BTS_CONFIG'.

ASN.1 PDU Constraint Declarations:

- ASX1_PDU_Constraint_Declarations
 - a1_CPHY_BTS_ATT
 - a1_CPHY_BTS_CONFIG**
 - a2_CPHY_AICH_SETUP
 - a1_CPHY_CPICH_SETUP
 - a1_CPHY_PCCPCH_SETUP
 - a1_CPHY_P_SCH_SETUP
 - a1_CPHY_S_SCH_SETUP
 - a2_CPHY_PICH_SETUP
 - a2_CPHY_SCCPCH_SETUP
 - a2_CPHY_PRACH_SETUP
 - a2_CPHY_D_DPCH_SETUP
 - a2_CPHY_U_DPCH_SETUP
 - a1_CPHY_PCCPCH_CONFIG
 - a2_CPHY_SCCPCH_CONFIG
 - a2_CPHY_D_DPCH_CONFIG
 - a2_CPHY_U_DPCH_CONFIG
 - a3_CPHY_D_DPCH_CONFIG
 - a3_CPHY_U_DPCH_CONFIG
 - a2_CPHY_PRACH_CONFIG
 - a1_CPHY_LOG_CONFIG
 - a1_CMAC_PCCPCH_CONFIG
 - a2_CMAC_PRACH_CONFIG
 - a2_CMAC_SCCPCH_CONFIG
 - a3_CMAC_DPCH_CONFIG
 - a5_CMAC_DPCH_CONFIG
 - a3_CRLC_AM_CONFIG
 - a3_CRLC_UM_CONFIG
 - a4_CRLC_UM_CONFIG
 - a1_CRLC_TM_CONFIG
 - a7_CRLC_TM_CONFIG

Parameter Values for a1_CPHY_BTS_CONFIG:

```

(
  timing 0,
  reserve1 0,
  down_Freq 2112600000, -- in Hz,
  up_Freq 1922600000, -- in Hz,
  down_Prims_Scram_Code 16,
  down_Sec_Scram_Code 1,
  up_CCH_Scram_Code 144,
  up_DCH_Scram_Code 16,
  delta_Freq 0,
  delta_Phase 0,
  cch_Tx_Coder 11,
  cch_Tx_Bb 14,
  cch_Tx_Rf 15,
  cch_Rx_Coder 3,
  cch_Rx_Bb 5,
  cch_Rx_Rf 15,
  dch_Tx_Coder 27,
  dch_Tx_Bb 14,
  dch_Tx_Rf 15,
  dch_Rx_Coder 19,
  dch_Rx_Bb 5,
  dch_Rx_Rf 15,
  rf_Connector main_connector,
  tx_Bb_Connector analog_Bb,
  bb_Adder adder_off,
  vds LVDS_off,
  rx_Bb_Connector Rf_Bb,
  reserve2 0
)

```

6 Test suite Constraints part

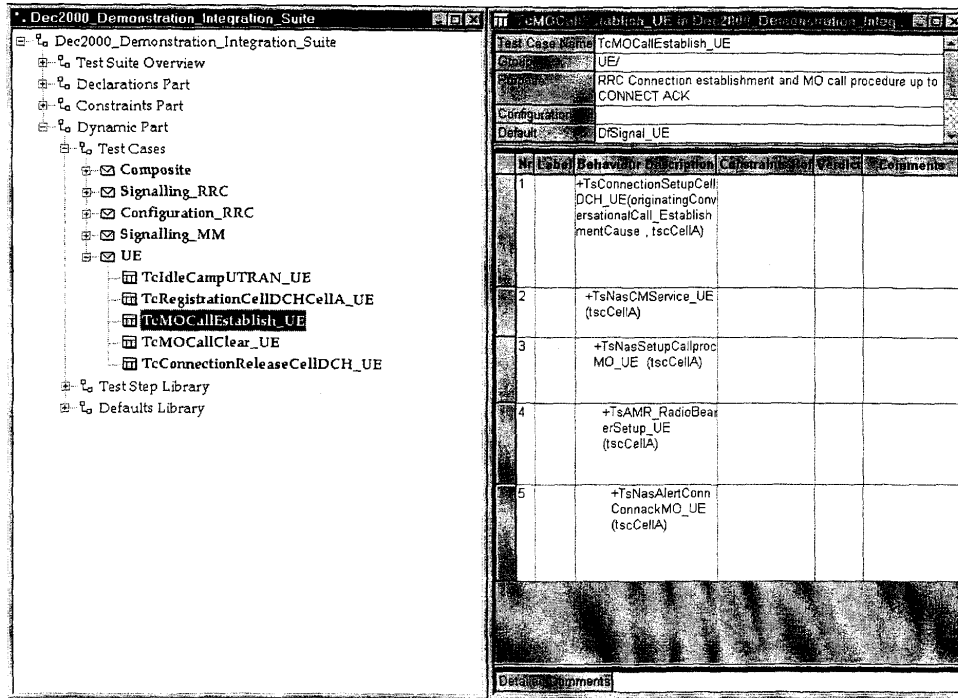


圖 7 Test suite Dynamic part

我們以一個簡單的例子來說明如何寫一個 test case。如圖 8 所示，為一個測試 RRC connection setup 程序的 test case。在第二行的 '?' 表示應該自 NW_TM_SAP 這個 service access point 收到 RLC_DATA 這個 primitive，且其內容值必須與 Constraint Ref 所定義的相同，此步驟才能判定為 pass。而在第三行中的 '!' 則表示自 NW_UM_SAP 這個 service access point 送出 RLC_DATA 這個 primitive 且同樣其值必須與 Constraint Ref 所定義的相同。第六行則表示若收到 T_RECEIVE 這個 timer 的 expire 訊息的話，此步驟就判定為 fail。每個步驟之間的關係是以樹狀結構形成，執行順序則是以此步驟文字開頭與最左那條線間的時間距離的多少而定，時間距離越少，也就是位置越左邊，在樹狀結構中就是屬於比較頂端的位置，例如第七行的步驟就比第六行的步驟要靠近頂端，具有同一個位階的步驟則相當於樹的分支，依照其上一個步驟的結果來選擇要執行哪一個步驟。

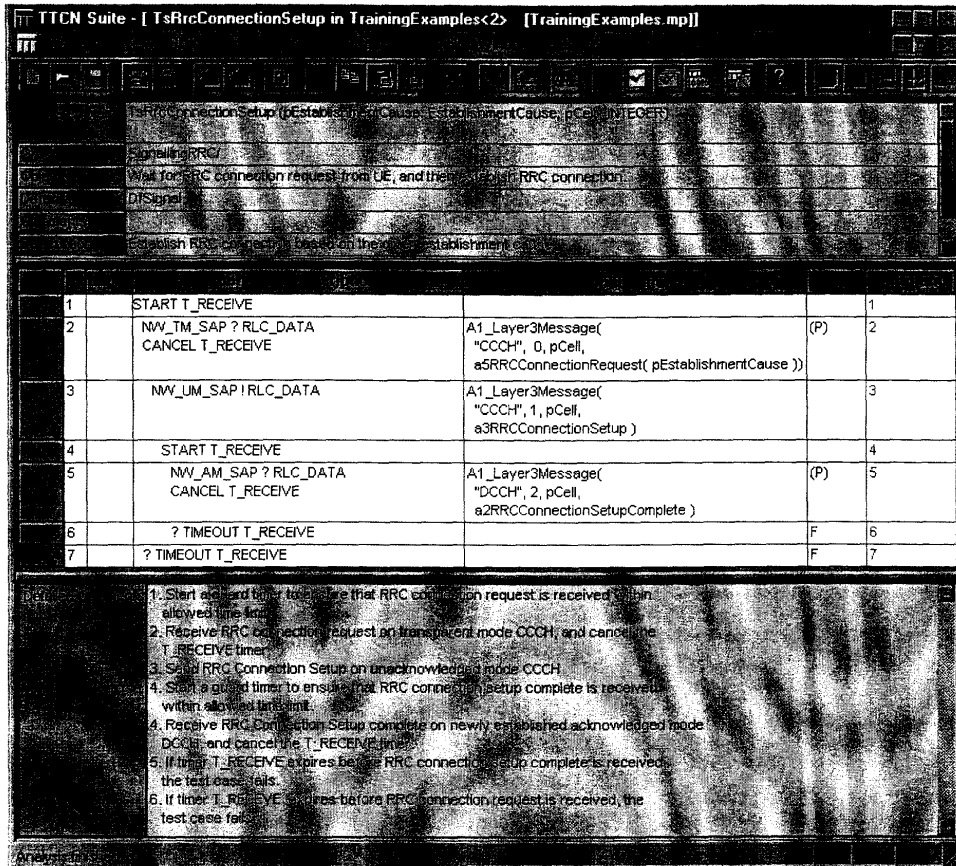


圖 8 Test case 範例

要能夠編輯 TTCN 格式的 test cases 必須要有特殊的編輯器，例如 Telelogic 公司的 ITEX 與 Davinci 公司的 Leonardo editor。在編輯完成後，可由上述的軟體將 TTCN 所寫成的 test cases 轉譯成 C code，之後再使用 Microsoft Visual C++ 把這些 C code 與 Integration library 作 compile 與 link 後，就產生 *.dll 格式的 Executable test suite，接下來的步驟就如同圖 3 所示。

2.2.4 通信規約測試系統概念

本次實習的重點在於了解並使用 Anritsu 公司的 Protocol Test System (PTS)，

因此以下就此通信規約測試系統的結構作介紹。PTS 的架構基本上與圖 3 的架構是相同的，只不過在 Node-B Emulator 部分是使用 Anritsu 公司的 MD8480B，此儀器外觀如所示。而 PTS 在軟體架構方面則如圖 10 所示，整個通信規約測試系統大致可分為三大部分，最右邊的部分是測試系統的主體，負責執行 test cases、控制基地台模擬器並與待測方作溝通，而中間的部分則是負責將測試的結果紀錄下來，最左邊的部分則是負責分析紀錄下來的測試結果。

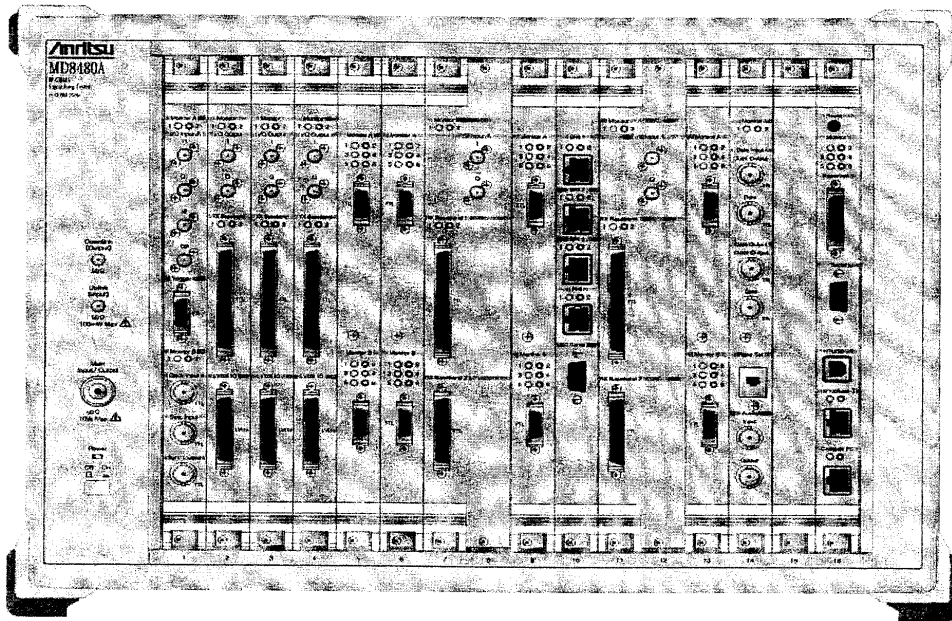


圖 9 Anritsu MD8480B Node-B Emulator

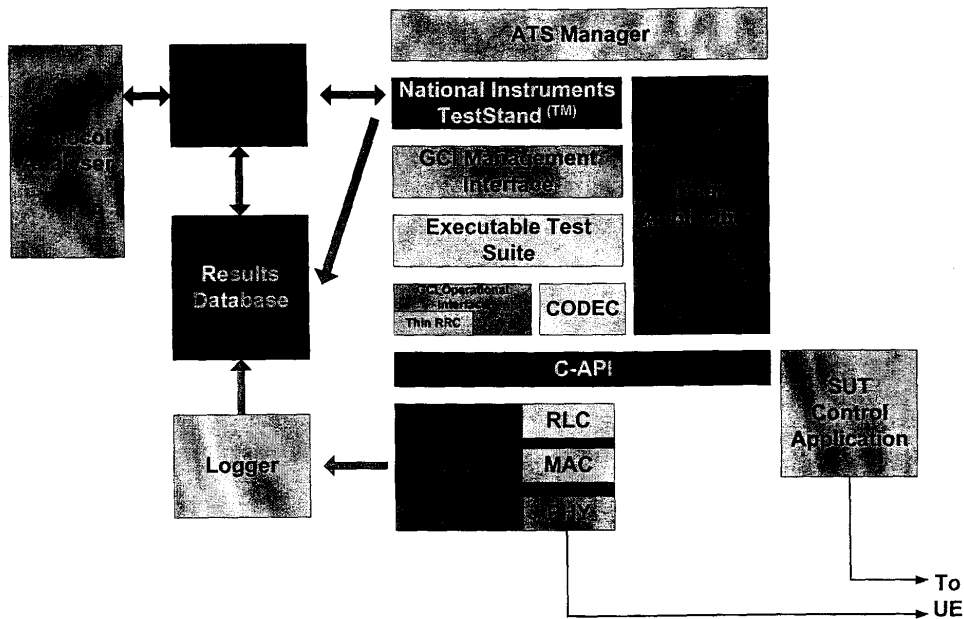


圖 10 通信規約測試系統架構圖

首先在測試系統的主體部分，Anritsu 的 PTS 引入了 National Instrument (NI) 公司出的 TestStand 測試控制軟體，此軟體的功能在於能將不同的 test cases 加以組合成為各種不同的測試程序(test sequences)，例如要測試一個 voice call 就必須把 RRC connection setup、Location Update 以及 Call setup 等 test cases 照順序加以排列組合，而成為一個合理且可執行的測試程序。此外只要變化不同的 test cases 的組合方式，或是引入不同的 test cases，就可以再創造出不同的測試程序，以方便測試人員進行不同狀況下的測試。TestStand 還負責在測試程序開始時去設定並初始化基地台模擬器的 layer 2 與 layer 1，然後依照 test cases 的內容去命令下層執行測試動作，最後在測試完成後重設 layer2 與 layer1。

在圖 10 中還有 GCI management interface 與 GCI operational interface，這部分的功能主要是提供一個 interface 以供 TestStand 來呼叫 Executable test suite，並對下層執行命令，此 interface 也負責處理通信規約訊息的傳送與接收，至於訊息的編碼與解碼就由同中的 CODEC 完成。另外 PTS 也提供了能讓測試者自行將外部應用程

式整合進此測試系統的 C-API。

再來談到圖 10 的中間部分，其中 Logger 負責將 PTS 與待測手機間的 layer3、layer2 與實體層的所有訊息都紀錄下來，並以*.XML 的格式儲存。而 Results database 則負責儲存 Logger 紀錄的資料與 TestStand 在 test cases 執行時所遭遇的狀況與執行結果。最後 Web server 則負責根據 Protocol analyzer 的要求將*.XML 檔轉成*.HTML 檔。而在圖 10 的左邊部分的 Protocol analyzer 則是將 Web server 所轉成的*.HTML 檔以一於了解的形式顯示出來，其所顯示的內容包括 Message Sequence Chart (MSC)，也就是測試過程中所有訊息的流程圖，以及每個訊息的欄位之內容，還有 test cases 執行的狀況與結果。

2.2.5 通信規約測試系統之操作

在本章節則要介紹如何實際的操作使用 Anritsu 公司的 PTS 來對待測手機進行測試。首先必須建立如圖 3 所示的測試環境，將 Anritsu MD8480B 的電源打開後，在 Host controller 上點選 PTS 的 icon 就會出現 ATS manager 的視窗，如圖 11 所示。ATS manager 是整個通信規約測試系統軟體部分最外圍的管理介面，它可設定所連的 MD8480B 的 IP 與 port number，以及控制 Logger 與 Web server 的執行狀況。

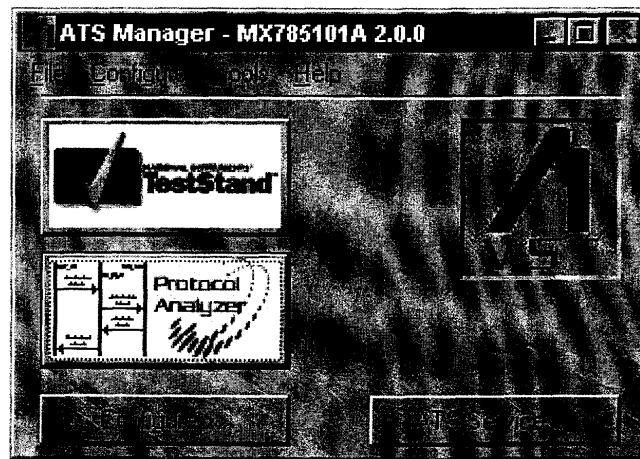


圖 11 ATS manager

在設定完成後，就按下 TestStand 的執行鍵，此時會呼叫出 NI 的 TestStand，此時就可以載入先前已編輯好的 test sequences 或是直接在此處編輯新的 test sequence，如圖 12 所示。

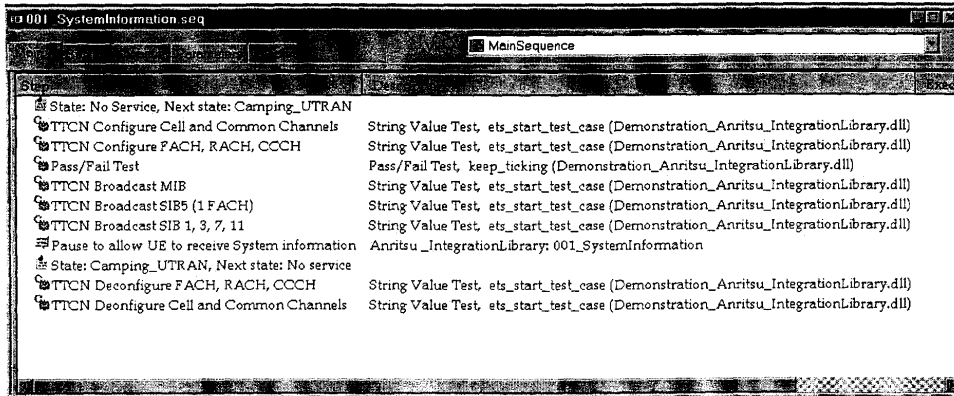


圖 12 NI TestStand 之 test sequence editor

然後使用者就執行視窗上的 Execute 選項中的 Single pass 命令，TestStand 就開始執行 test sequence，執行中並會顯示進度與每個步驟的執行狀況，如圖 13 所示。

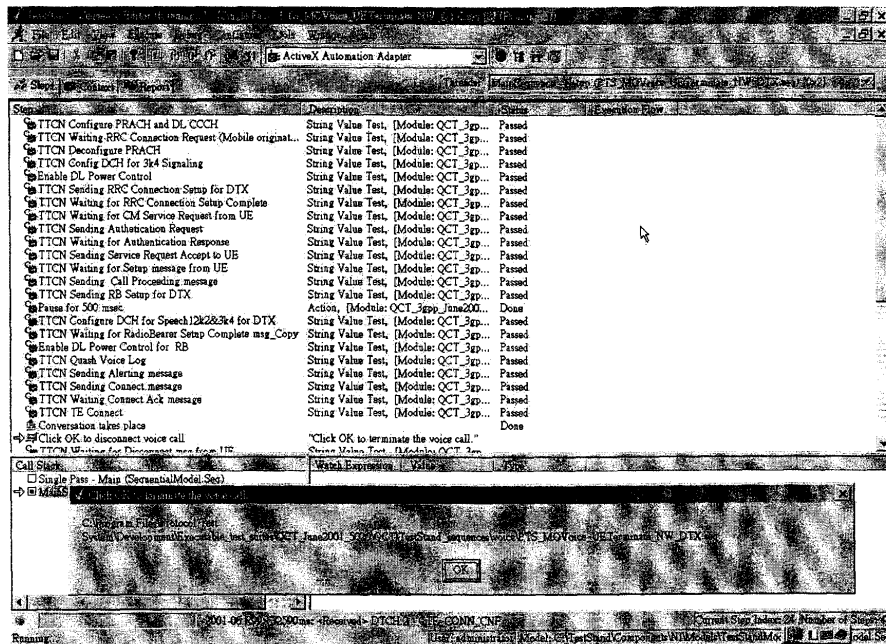


圖 13 Test sequence 執行狀況

在執行結束後會顯示此 test sequence 的最後執行結果是 pass 或 fail，以及所執行過的每個 test cases 的執行結果，若有某些 test cases 是 fail 的話，也會特別標明出來，如圖 14 所示。

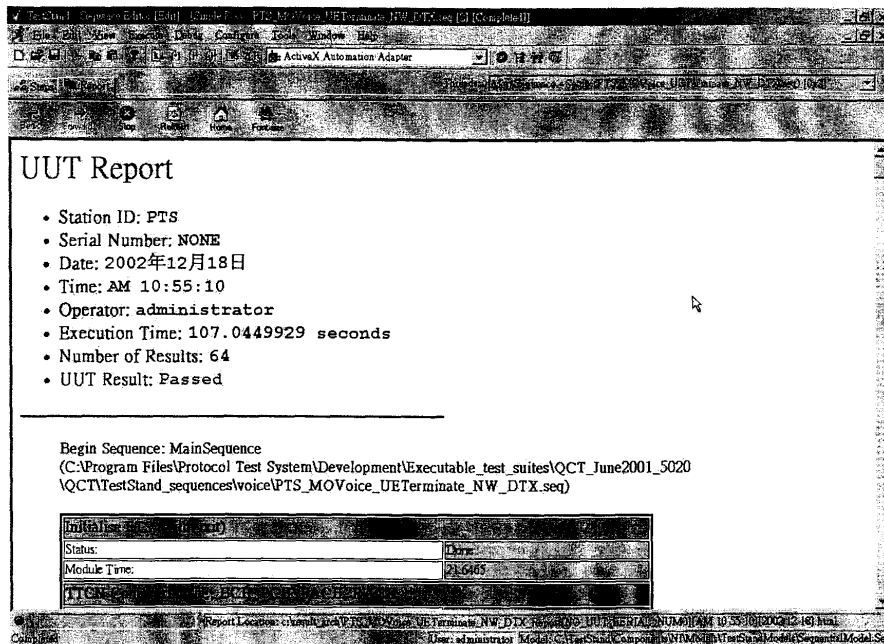


圖 14 Test sequence 的執行結果

此時 ATS manager 會自動執行 Protocol analyzer 將 test sequence 執行中所紀錄下來的所有資料加以整理後以 HTML 的格式顯現出來，如圖 15 所示。由圖中我們可以看到，在圖的左下半部顯示了此 test sequence 從頭到尾執行時的所有 protocol primitives 與 messages 的流程。而若想要看到某個 primitive 或 message 其內含的欄位數值內容，只要在圖上點選此 primitive 或 message，在圖的右下半部就會顯示出此 primitive 或 message 內含的所有欄位的數值，有了這些資訊，對進行通信規約測試的使用者來講是非常有用的。

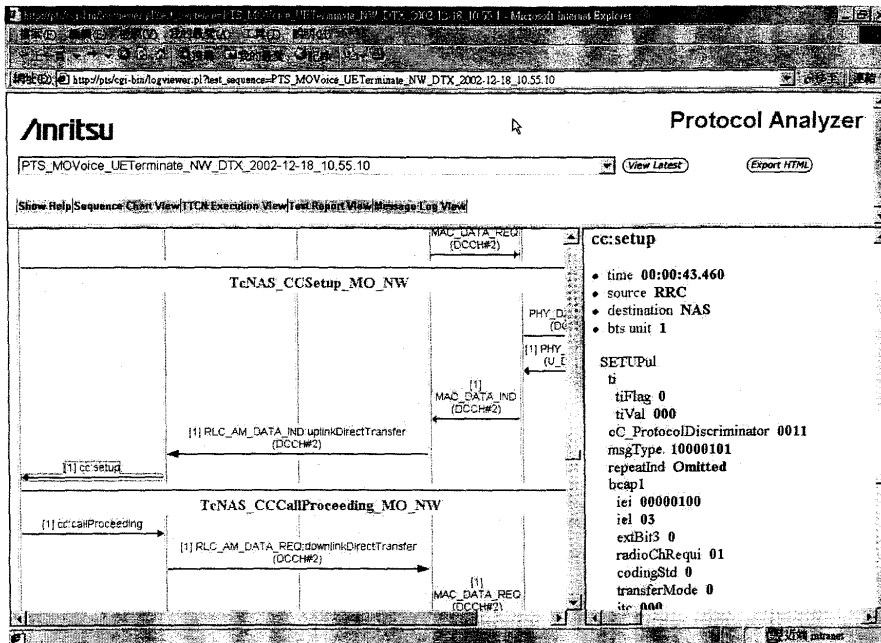
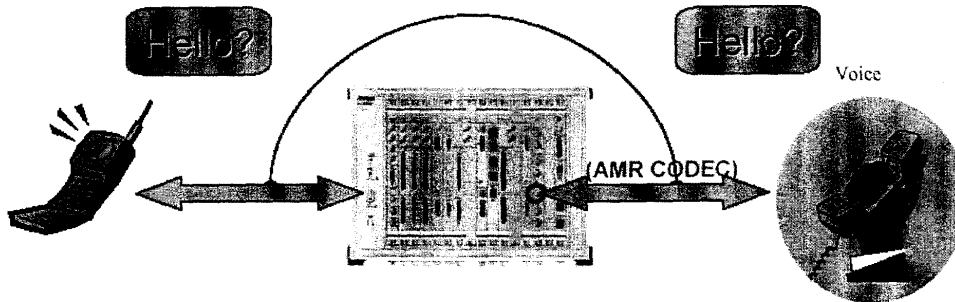


圖 15 Protocol Analyzer

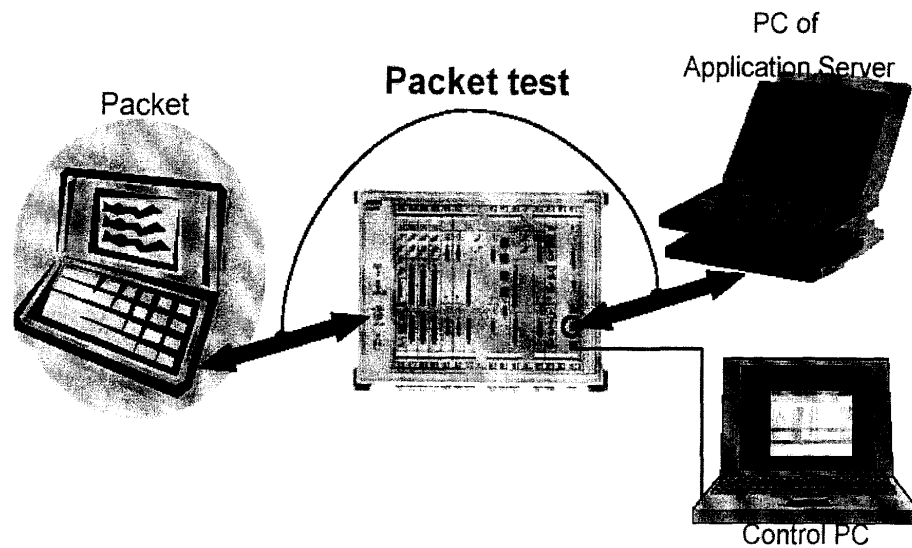
此外，Anritsu 的 PTS 還有一些較特殊的功能，例如它可以讓待測受機在語音連線程序建立完成後，實際的與 MD8480B 上所連結的話筒進行語音交談，帳樣可以讓我們知道所發展的手機實際表現的聲音品質如何，以作為改良的參考，如圖 16 所示。



Voice communication test through GSM AMR CODEC can be performed by connecting handset.

圖 16 PTS 可讓待測手機實際的與另一方交談

另外一個較特殊功能是 Anritsu 的 PTS 也可以讓待測手機連到一個外部的應用伺服器，以測試其在執行 IP 或 PPP 相關應用服務的效能。作此項測試時只要將手機與 TE 相連，並把一台應用伺服器以網路線連到 MD8480B 上然後執行相關的 test cases 即可，如圖 17 所示。



7

PPP and IP protocol tests can be performed.

圖 17 PTS 可讓待測手機連上應用伺服器以測試應用服務

3 心得

本次實習參加寬頻 CDMA 系統無線通信規約分析之教育訓練課程，其心得如下：

- (1) Anritsu 公司所發展的這套通信規約測試系統主要是用來發展與測試符合歐規 3GPP 的手機的無線通信規約，其所提供之功能包含 test sequence 的編輯與執行、通信規約的測試與偵錯、讓待測手機與外部伺服器相連以測試上層應用服務等功能，實已具備開發無線通信規約所需之主要工

具。

- (2) 使用 Anritsu 的 PTS，可在系統的前期發展階段對系統的通信規約部份進行性能驗證與除錯，以避免在系統發展後期才發現性能不符合標準的困擾，進而縮短系統研發時間且維持系統的穩定度和品質。
- (3) 在系統的後期發展階段，可讓研發人員將通信規約與硬體的雛形機進行整合後再來測試，以避免在系統商用化後才發現不穩定或是無法與應用服務配合。
- (4) Anritsu 公司將 NI 的 TestStand 整合進 PTS 後，讓進行測試的人員能很容易的透過軟體去控制各種測試的程序，以符合測試標準中的各種測試要求，更可自行製作所需的測試程序以測試某些 abnormal 的狀況，以提高產品的穩定度。
- (5) Anritsu 公司為日本最大的通信儀器研發公司，由於日本在 WCDMA 的發展上算是處於世界領先的地位，而且日本版的 WCDMA 系統已商用運轉一段時間，技術應較他國成熟，因此採用日本 Anritsu 公司的儀器進行本公司 WCDMA 手機研發計劃是一項較保險的選擇。不過由於其在台雖有分公司，在技術支援上仍不如 Agilent 那樣完整，所以我想短期內，若我們公司買的 Anritsu 測試儀器發生問題，較難立即在國內得到完整的協助，而必須透過 Anritsu 公司的台灣分公司向國外請求技術支援，這對於系統發展的速度勢必會有所影響。

4 建議

對於整個行動通信系統來說，通信規約的設計與實作是相當重要的一環，其對於系統的品質及穩定度必會有一定程度的影響，因此，使用合適的通信規約系統研究發展工具，將可大大地提升本所研發人員對於通信規約之設計與實作能力，以及幫助 Interoperability of Testing (IOT)的相關測試工作。進而可加速本所寬頻 CDMA

無線技術研發工作的進展，以因應未來支援本公司第三代行動通信系統建設與維運之需求。

目前，WCDMA 的技術發展已趨成熟，而且已成為第三代行動通信系統的標準。有鑑於此，培養 WCDMA 技術的專業人才與建立相關技術已成為本所刻不容緩的要務。