

# 行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

## 子計畫二:All-IP 網路上無線電存取網路之資源管理的研究 (II)

計畫類別：整合型計畫

計畫編號：NSC92-2219-E-004-003-

執行期間：92年08月01日至93年07月31日

執行單位：國立政治大學資訊科學系

計畫主持人：張宏慶

計畫參與人員：楊鎮宇、洪俊勛、徐富寬、林淑瑩、呂柏翰

報告類型：完整報告

處理方式：本計畫可公開查詢

中 華 民 國 93 年 11 月 2 日

# 行政院國家科學委員會補助專題研究計畫成果報告

All-IP 網路上以預算為基礎之品質管理研究--

子計劃二：All-IP 網路上無線電接取網路之資源管理的研究 (II)

計畫類別：整合型計畫

計畫編號：NSC 92 - 2219 - E - 004 - 003

執行期間：92 年 8 月 1 日至 93 年 7 月 31 日

計畫主持人：張宏慶

計畫參與人員：楊鎮宇、洪俊勛、徐富寬、林淑瑩、呂柏翰

成果報告類型(依經費核定清單規定繳交)：精簡報告

處理方式：除產學合作研究計畫、提升產業技術及人才培育研究計畫、  
列管計畫及下列情形者外，得立即公開查詢

涉及專利或其他智慧財產權， 一年  二年後可公開查詢

執行單位：國立政治大學資訊科學系

中華民國九十三年十月三十一日

## 一、中英文摘要

**關鍵詞：**無線電接取網路、無線電資源管理、服務品質

UMTS All-IP 網路架構下的 End-to-End QoS 包括使用者透過終端設備，經由基地台連上無線電接取網路(Radio Access Network, RAN)並進入骨幹網路作必要的繞徑，最後經由接收端的 RAN 將封包傳送至使用者的終端設備上。在此需同時考慮 RAN 這段網路之 QoS、骨幹網路之 QoS(如 DiffServ、IntServ/RSVP 等)及這兩段網路間不同 QoS 的界接以確保不同等級的服務都能受到該有之服務品質的保障。

本子計畫的重點在研究 RAN 內的無線電網路控制器(Radio Network Controller, RNC)，如何在考量封包漏失(packet loss)、延遲(delay)和抖動(jitter)等限制下，能依所傳輸的資料型態及資料量，選擇適當的傳輸通道來傳輸資料，並作最佳化的頻寬分配，以提供較為完備的 QoS 保證。本子計畫的具體內容包括：

- 在無線電接取網路中區別不同的 QoS 類別並提供最佳化的方法
- 規劃無線電資源管理者(Radio Resource Manager, RRM)各元件的功能及彼此相互支援的關係
- 定義符合 All-IP 網路之 Packet Data Traffic Model 及其所包含的相關參數
- 設計接取網路層在考量 delay、jitter 及 packet loss 的限制下如何作最佳化的資源分配

**Keywords :** Radio Access Network (RAN), Radio Resource Management (RRM), Quality of Service (QoS)

The End-to-End QoS (E2E QoS) of UMTS All-IP Network covers varied services sent from user's mobile device, via base station, RAN (Radio Access Network), backbone network, and then reach the mobile device of the other end, eventually. Therefore, the E2E QoS refers to all those QoSs of both RAN and backbone networks, and the interfaces between.

The focus of this project is to research on how the RNC (Radio Network Controller) of RAN, selects the most appropriate channels doing data transmission, optimizes bandwidth allocation assuring QoS with packet loss, delay, and jitter under constraints. The main content of the project consists of:

- In the radio access layer, how to classify QoS classes and optimize system performance
- Plan on the functionalities of the main components of Radio Resource Manager (RRM) and their mutually supporting relationships
- Define packet data traffic model and other relevant system parameters conforming to ALL-IP network requirement
- In the access network layer, design system flow of optimum resource allocation process with delay, jitter, and packet loss under constraints

## 一、前言

本總計畫旨在探討整合型 All-IP 網路之品質管理各項問題，並提出適當的管理機制。我們採用以預算為基礎的品質管理概念支援 end-to-end 品質管理。我們提出以預算方式控制每個子網路之品質範圍，而在有限資源下追求使用者之整體最大滿意度為目標。所探討之子網路為：核心網路，3G 接取網路，無線區域接取網路。本研究將提出一個具高度彈性及系統化的品質管理架構及相關的管理機制供網路營運者使用。網路營運者可根據其自身需求及品質管理目標，在本架構下調整其品質管理機制，盡力運用所擁有之資源，追求最高滿意度。在總計畫的規劃下，本子計畫扮演的角色為研究 All-IP 網路上無線電接取網路(RAN)的資源管理。

## 二、研究目的

UMTS All-IP 網路架構下的 End-to-End QoS 包括使用者透過終端設備，經由基地台連上無線電接取網路(Radio Access Network, RAN)並進入骨幹網路作必要的繞徑，最後經由接收端的 RAN 將封包傳送至使用者的終端設備上。在此需同時考慮 RAN 這段網路之 QoS、骨幹網路之 QoS(如 DiffServ、IntServ/RSVP 等)及這兩段網路間不同 QoS 的界接以確保不同等級的服務都能受到該有之服務品質的保障。

本子計畫的重點在研究 RAN 內的無線電網路控制器(Radio Network Controller, RNC)，如何在考量封包漏失(packet loss)、延遲(delay)和抖動(jitter)等限制下，能依所傳輸的資料型態及資料量，選擇適當的傳輸通道來傳輸資料，並作最佳化的頻寬分配，以提供較為完備的 QoS 保證。本子計畫的具體內容包括：

- 在無線電接取網路中區別不同的 QoS 類別並提供最佳化的方法
- 規劃無線電資源管理者(Radio Resource Manager, RRM)各元件的功能及彼此相互支援的關係
- 定義符合 All-IP 網路之 Packet Data Traffic Model 及其所包含的相關參數
- 設計接取網路層在考量 delay、jitter 及 packet loss 的限制下如何作最佳化的資源分配

## 三、研究成果

### 3.1 適用於四種不同資料型態之訊務模型(Traffic Model)

在 3G 架構下，一個相當重要的改進是將不同性質的應用，分成數種不同等級的服務，這在 3GPP 中的 UMTS 已完整地加以標準化，此將促使未來在無線領域的封包服務會更有效率。UMTS 未來所提供的 QoS 服務分為 Conversation、Streaming、Interactive 及 Background 四類。

第三代行動通訊網路將朝向 All-IP 網路發展，受限於 packet switching 的原有特性，有三大品質問題有待克服：延遲 (delay)、抖動 (jitter)、封包漏失 (packet loss)。新近雖

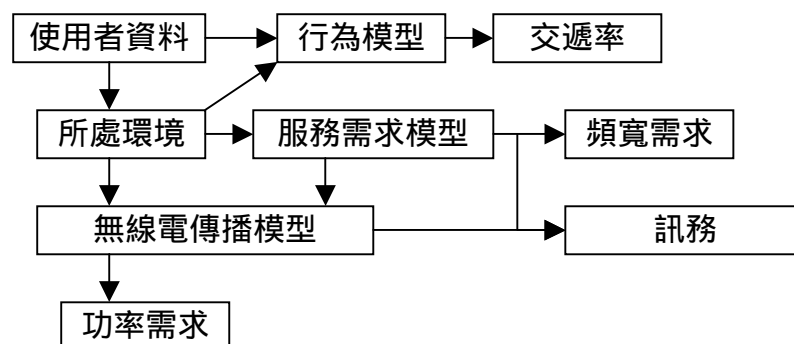
有許多 QoS 的研究，但大多數僅偏重頻寬管理，並不適用於欲提供全面性服務之整合性行動通訊網路。因此，一個好的行動通訊網路管理，應針對各種應用服務之不同品質需求參數提供適當的資源分配與管理，而非只針對頻寬進行管理。因此在整個交遞的過程中，如何降低 delay、jitter 和 packet lost，提高基地台的資源使用率(resource utilization)是本計劃的重要目標。

我們所提出的訊務模型將包括下列四個分析子模型：

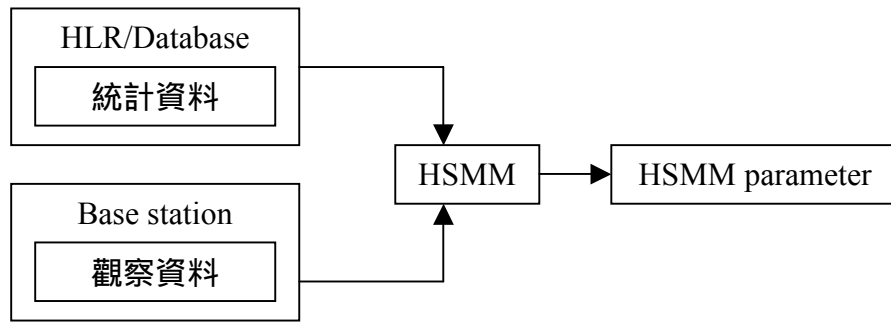
- (1) 行為模型(Behavior model)：根據基地台或系統業者的統計資料，建構出使用者行為模型。統計使用者移動方向特性、位置分佈和服務需求等特性。
- (2) 無線電傳播模型(Power propagation model)：行動通訊網路因受無線電傳播模型的影響，在網路控管上更為複雜。在此提出的無線電傳播模型，將包括環境與服務類型的影響因子。
- (3) 環境模型(Environment model)：設定道路、建築物、基地台、使用者群組等資料。不同的環境應有不同的無線電傳播公式、不同的服務需求模式和不同的移動模式。
- (4) 服務模型(Session model)：將服務類型做分類，分析服務特徵以求得各類服務的需求率與使用該服務的時間。

本訊務模型可從基地台或 HLR 資料庫中取得使用者相關資料以推估使用者所處環境，並歸納出使用者服務需求模式與行為模式。不同的環境會有不同的無線電傳播模式，如在車內會有車體穿透損失；不同的服務也會影響無線電傳播及功率需求。整個訊務模型運作流程如圖一所示。

系統可透過基地台動態追蹤使用者狀態，統計資料和觀察資料為輸入資料，藉助 HSMM 推導出更接近實際狀況的各種參數(圖二)。若資料不足，可用 Forward-Backward Algorithm 推算使用者狀態改變的機率。因此藉著實際資料的輸入，此訊務模型會自我學習，調整到最接近真實狀況的模式。

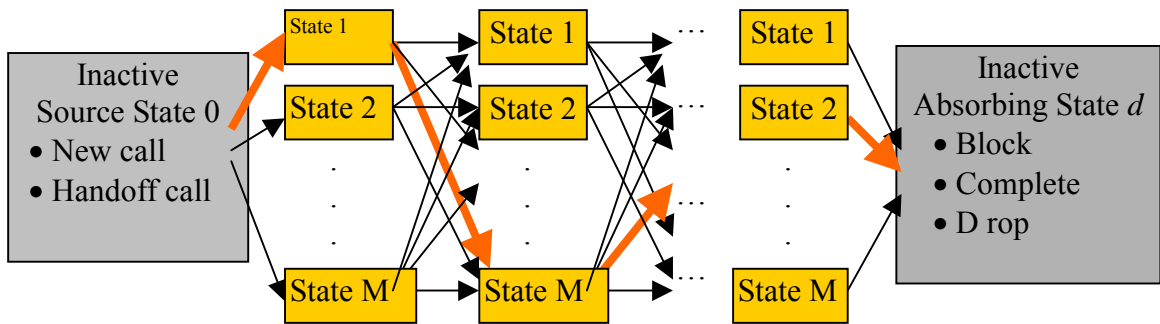


圖一：訊務模型運作流程圖



圖二：動態追蹤使用者狀態流程圖

使用者一開始可能是以 new call 或 handoff call 的初始狀態進入 HSMM，如圖三所示。之後經過在系統中各種服務狀態的變化，最後可能或被中斷或是壅塞或是通話完成而結束。



圖三：使用者狀態變化圖

- 初始狀態(Initial state, I)可表示為

$$I = \{i_1, i_2, \dots, i_c\}, \text{ c 種初始狀態}$$

目前預設的兩種初始狀態為 new call 和 handoff call。

- 終止狀態(Absorb state, A)可表示為

$$A = \{a_1, a_2, \dots, a_d\}, \text{ d 種終止狀態}$$

目前預設有 block, drop, complete 三種終止狀態。

- 使用者在系統中的狀態(Service state, S)可表示為

$$S = E \times D \times L \times G$$

其中，E 為使用者的環境狀態，D 為使用者的移動方向，L 為使用者所在位置，G 為使用者依速度分類所歸屬的群組，如行人或開車等。

- 所有使用者狀態(Universe state , U)可表示為

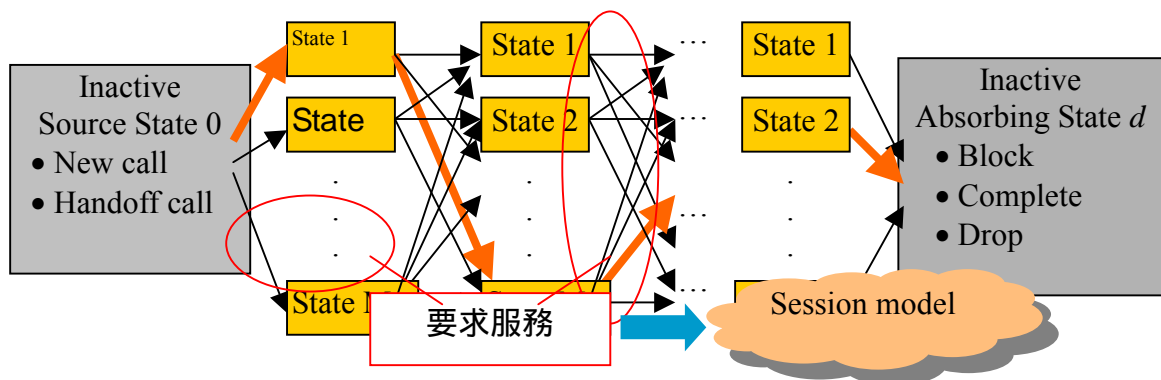
$$U = S \cup \{I, A\} = \{A_1^1, A_2^1, \dots, A_M^1\}$$

- 狀態變化機率如圖四所示。

$$\tilde{M} = \begin{matrix} I \\ A \\ A_1^1 \\ \vdots \\ A_M^1 \end{matrix} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 0 & a_{01} & a_{02} & \dots & a_{0,M} \\ a_{1d} & 0 & a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1,M} \\ a_{2d} & 0 & a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2,M} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ a_{M,d} & 0 & a_{M,1} & a_{M,2} & \dots & a_{M,M} \end{bmatrix}$$

圖四：狀態變化機率矩陣

我們可將此模型視為一個 Infinite Server(IS)的 queuing system，代入 Little's theorem。使用者可能在狀態 M 中要求服務，也可能在狀態轉變時要求服務，如圖五所示。服務執行的時間與資源佔用率，可用服務需求模型和無線電傳播模型求得，在同一時間內可能會有數種不同服務同時進行。



圖五：使用者服務要求示意圖

### 3.1.1 行為模型

行動通訊服務的特性之一就是使用者會隨時間變化其所在位置，其連線狀況也會隨著時間而改變。在此我們所提出的行為模型係包括下列因素：

- 速度：以此區別使用者群組。
- 方向：此因素與交遞率的關係密切。
- 位置：此因素影響交遞率，並可得知使用者所在位置。
- 服務使用傾向：不同使用者群組會有不同的服務使用傾向，如高速公路上使用者所要求的服務多是語音或 GPS，企業大樓內的服務多為 Email 和 Web browsing。

- 使用者的位置狀態(Location state , L)可表示為  
 $L = \{l_{11}, l_{12}, \dots, l_{ij}\}$  ,  $i*j$  種可能位置  
 使用者所在位置以 X 及 Y 軸座標表示 , 例如  $i_{11} = (100,34)$ 。

- 方向狀態(Direction state , D)可表示為

$$D = \{d_1, d_2, \dots, d_k\}$$
 , k 種方向

移動方向因位置構造而定 , 使用者移動方向可分為(x-1,y)、 (x+1,y)、 (x,y-1)、 (x,y+1)、 (x-1,y+1)、 (x+1,y+1)、 (x+1,y-1)及(x-1,y-1)。

使用者交遞跟使用者的速度和方向有關 , 基地台需要保留多少資源跟使用者的服務使用傾向有關。

- 使用者群組(Group , G)可表示為

$$G = \{g_1, g_2, \dots, g_p\}$$
 , p 種使用者類別

### 3.1.2 環境與無線電傳播模型

假設使用者移出原基地台的比率是  $\theta(x)$  , x 代表使用者所屬群組 ,  $\theta(x)$  跟使用者群組與 cell 的大小有關。不同地形對無線電波會有影響 , 使用者的服務模型也與地形相關。

- 環境類別(Environment , E)可表示為

$$E = \{e_1, e_2, \dots, e_n\}$$
 , n 種環境類別

- 無線電傳播模型

#### (1) 基地台傳輸功率的計算

基地台的傳輸功率受到天線高度、環境及基地台與手機距離影響。我們可利用 Okumura-Hata 傳播模型的一般式來計算基地台的傳輸功率：

$$L_{path} = A - 13.82 \log H_b + (44.9 - 6.55 \log H_b) \log R - a(H_m)$$

其中 , A 為路徑損失 , 是對特定環境地區模型化所使用的係數。

$H_b$  : 基地台天線高度(m)

$H_m$  : 行動台天線高度(m)

R : 發送點到接收點的距離(半徑)(km)

$$a(H_m) = 3.2(\log(11.75 * H_m))^2 - 4.97 , a(1.5) = 0$$



## (2) 行動使用者要求功率的計算

使用者要求功率的計算公式如下：

$$\text{Received power} = P_{UE} - RBS_{\text{sensitivity}} - IUL - LNF_{\text{margin}} - PC_{\text{margin}} - BL - CPL - BPL + G_{\text{antenna}} - L_f + j$$

$$RBS_{\text{sensitivity}} = N_t + N_f + 10 \log(\text{User bit rate}) + E_b/I_o$$

$N_t$  = Thermal noise

$N_f$  = Noise figure

$E_b/I_o$  = 比次能量對乾擾雜音比值

$P_{UE}$ ：用戶設備發送功率(UE Transmit power)

$IUL$ ：雜音上升(Noise Rise)

$LNF_{\text{margin}}$  = 對數-常數衰落邊際(Log Normal Fading Margine)

$PC_{\text{margin}}$  = 功率邊際效應(Power Control Margine)

$BL$  = 人體損失(Body Loss)

$CPL$  = 車輛穿透損失(Car Penetration Loss)

$BPL$  = 建築物穿透損失(Building Penetration Loss)

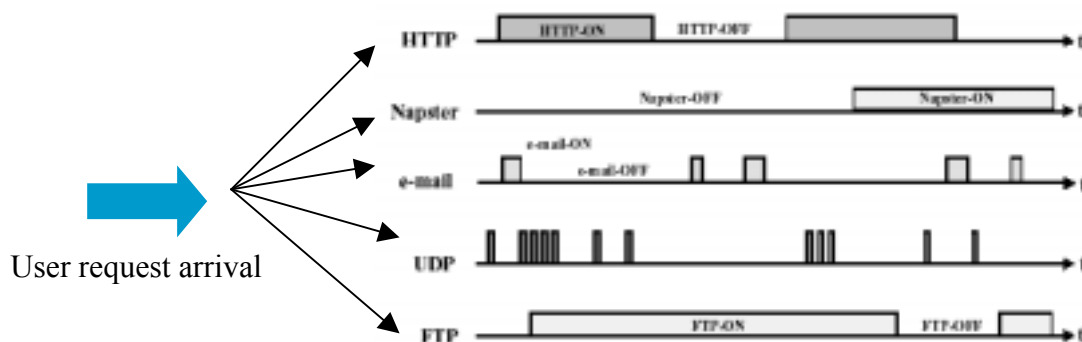
$G_{\text{antenna}}$  = 基地台天線增益與用戶天線增益和(Sum of Node-B Antenna Gain and UE Antenna Gain)

$L_f + j$  = 饋纜與跳接饋纜損失(Feeder & Jumper Loss)

### 3.1.3 服務需求模型

依照不同的服務需求，我們歸納出下列幾種模式：

- 互動模型(Interactive model)
- 串流模型(Streaming model)
- 交談模型(Conversational model)
- 背景模型(Background model)

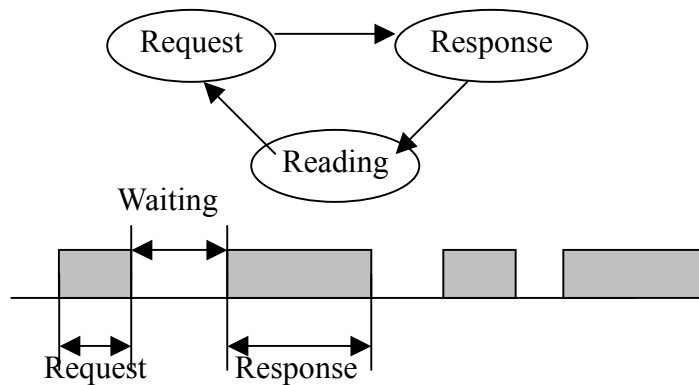


圖六：多重服務示意圖

#### (a) 互動模型

互動模型又可分為即時和非即時性，非即時的服務有 Web browsing(圖七)、Ftp 等，即時的服務有 voice、on-line game 等，即時性服務對時間的要求較嚴。

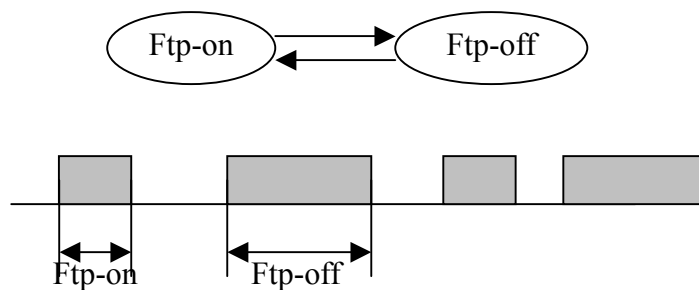
### Web browsing model



圖七：Web browsing 資料傳送與狀態變化示意圖

### Ftp model

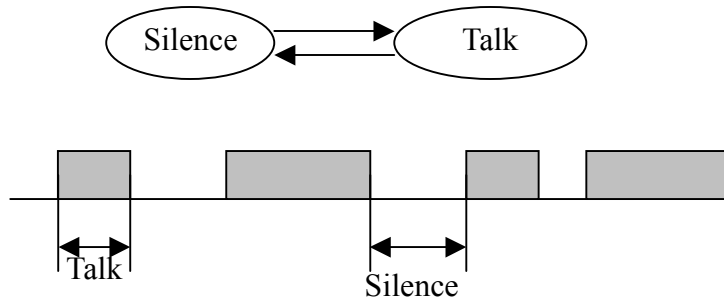
在使用 Ftp 傳輸檔案時，只有在上傳或下傳時會傳送資料。



圖八：Ftp 封包傳送與狀態變化示意圖

### Voice model

在傳統的語音電話，二人(或多人)間的交談，常是一段一段的，也許是一人在講，其他人在聽，或是講一段停一段，所以其資料傳輸方式類似 Interactive model，然而語音資料要即時傳送，否則會有 delay 或 jitter 的情形發生，如圖九所示。

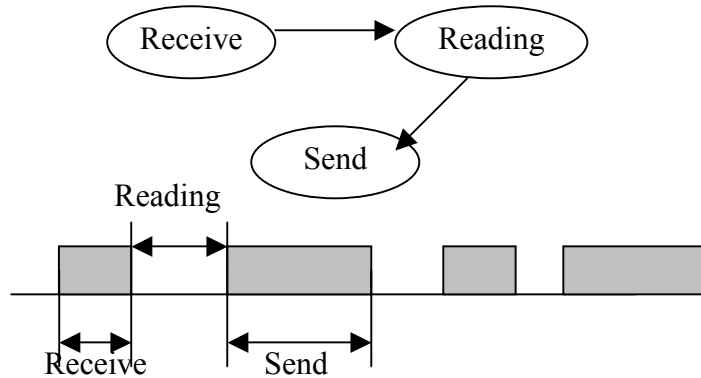


圖九：語音資料傳送與狀態變化示意圖

**(b) 背景模型**

此類服務對時間要求較不嚴苛，可在背景執行，主要對 packet loss 的要求較高，如圖十所示。

**Email model**



圖十：Email 封包傳送與狀態變化示意圖

從上述服務模型(session model)可整理出相關的機率分佈與封包傳送率，求出每種務模型所需頻寬和服務時間。使用者可能在狀態中或在狀態的變化中要求服務。每一個新要求的服務都會建立一個新的 session，一個使用者可能會有多个 session 同時進行，這種情況也就是 multitasking。

**(1) 服務需求率(Service request rate)**

- 使用者對服務的要求可表示為

$$\text{Request}_m(j) = P_r(j|m)$$

- 在 t 時間內，在狀態 m 的人數可表示為

$\text{Request}_m(j)$  代表在狀態 m 下要求服務 j 的機率。假設  $t_m(d)$  代表在狀態 m 中逗留 d 時間的機率； $N_m(t)$  代表在 t 時間內在狀態 m 的人數，則  $N_m(t)$  可表示為

$$N_m(t) = (\lambda_{nc}(t) + \lambda_{hr\_in}(t))(1 - \theta_{out}(x))t_m(d)$$

- 狀態 m 的 departure rate 可表示為

$$\lambda_m = N_m(t)/d_m$$

- 服務需求率可表示為

$$R_j(t) = \sum_{m=1}^M \frac{\text{Request}_m(j)}{d_m} N_m(t)$$

## (2) 頻寬需求(Bandwidth request volume)

- 在狀態 m 的頻寬需求可表示為

$$\text{Bandwidth} = \sum_{j=1}^J B_m(j)R_j(t)$$

$B_m(j)$  代表在 m 狀態下要求 j 服務所需的頻寬。

## (3) 功率需求(Power request volume)

- 功率需求可表示為

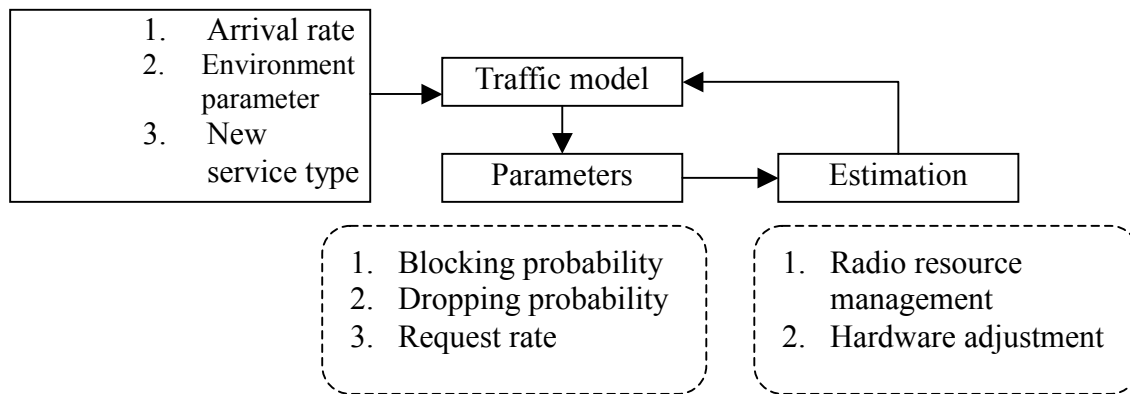
$$\text{Power} = \sum_{j=1}^J \text{Power}_m(j)R_j(t)$$

$\text{Power}_m(j)$  代表在 m 狀態中要求 j 服務所需的功率。

各類服務資源的分配可藉由 Radio Resource Management(RRM)控制，因此結合 RRM 和訊務模型可讓此模型更具彈性及適用性。

### 3.1.4 訊務模型自我調整

一個模型的建立，常建立在現有條件和合理的推導之上，多半是個理想化的模型。但是對於即時的、動態的網路環境卻未必適合。我們期望在應用模型時，可在所應用的環境中自我調整，達到最適合此環境的合理狀態。我們設計一流程讓此模型會自我調整以達到最佳及平衡的狀態，如圖十一所示。如系統已達平衡，亦即 request rate 呈穩定狀態，可藉由 RRM 執行最佳化機制以調整 blocking probability、dropping probability 及各類服務所需資源以達最理想狀況。未來訊務模型也將可以在已知的網路環境下預測可能發生的情況與問題，並儘早提出適當的建議。

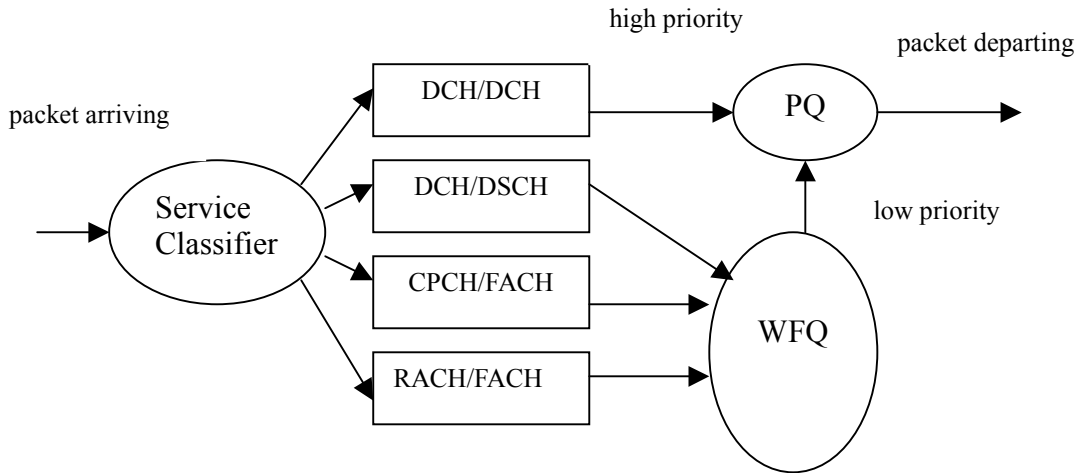


圖十一：訊務模型自我調適流程

### 3.2 適用於四種不同資料型態之佇列機制(Queuing Mechanism)

在 UMTS 系統中包含了 real-time 和 non-real-time 的服務，real-time 的服務如語音、視訊與多媒體等服務都有嚴格的 QoS 限制，因此應該要讓 real-time 的服務優先傳送才能確保服務的 QoS，non-real-time 的服務就以傳統的 best-effort 方式傳送，在考慮這兩點後，我們採用了 PQ+WFQ 作為 UMTS 服務的排班機制。對於 real-time 的服務來說，保證 delay 和 jitter 的時間才能確保 QoS，如果以 FIFO (First In First Out) 作為傳送的佇列機制就無法準確的控制 delay 和 jitter 的時間，所以在資料流送入 priority queue 後就以 delay 為 min-heap 排列的順序，因為 min-heap 具有可在眾多數值中快速搜尋到最小值的特性，如此需要 delay 比較小的封包就會被優先傳輸。

WFQ 的精神就是平均分享頻寬，在具有多個連線的系統中可以保證每個連線被分到一定的頻寬，而且製作方法遠較其他佇列機制簡單，缺點是無法顧及到 real-time 服務的 QoS，所以我們採用 PQ+WFQ 作為 UMTS 的排班機制，在 PQ 中分成兩個 priority queue，DCH/DCH 的訊務，也就是 conversational 和 streaming 的資料，排入 high priority queue；DCH/DSCH、CPCH/FACH、RACH/FACH 的訊務，也就是 interactive 和 background 的資料，先以 WFQ 作流量控制後再排入 low priority queue 中，系統會先處理 high priority queue 中的資料，等到 high priority queue 中無資料後，再處理 low priority queue 中的資料，所以即時的服務如語音等就可以排入 high priority queue 中成為高優先權的傳送順序，這樣可以控制 real-time 服務的 QoS 品質和 non-real-time 服務的頻寬傳送速率，方法如圖十二所示：



圖十二：PQ+WFQ 之規劃

但是因為 3G 上使用的是 WCDMA 的技術，所以同一時刻可傳送的最大資料量並不是固定的大小，會隨環境的背景干擾還有使用者的功率產生的干擾大小不同，因此同一頻道的 throughput 是可變動的，因此排班的機制要與傳統的 queuing 機制有些不同，會隨著服務類別的不同對應出不同的 throughput，PS 必須要盡量滿足所有使用者的 QoS，藉由 priority, bandwidth, delay, jitter 與 packet loss 定義出一個可提供公平與不同等級差別服務的方法。

PS 的規劃要兼顧公平性與差別等級服務，因此使用 PQWFQ 的方法可以達成此目標，在 PQ 的方面，我們定義了 bandwidth, delay 與 jitter 作為 QoS priority 的指標，公式如下：

$$priority = C_1 * r\_bandwidth + C_2 * r\_delay + C_3 * r\_jitter$$

r\_bandwidth : remain bandwidth for meeting the QoS target

r\_delay : remain delay for meeting the QoS target

r\_jitter : remain jitter for meeting the QoS target

$C_1, C_2, C_3$  代表對 bandwidth, delay 和 jitter 的重要程度的比重，以此計算出使用者封包的 priority, 依據 priority 的不同對所有使用者的 priority 大小作比較後選取最大 priority 的幾個使用者作傳送，此外還需要 WFQ 的機制，WFQ 作為使用者流量的控管，讓所有使用者能公平的使用系統資源，不致使某一些使用者佔據大部分系統資源而造成其他服務的飢餓。

由此 PQ+WFQ 的方法可以讓使用者中具有高優先權的服務可以獲得傳送的保證，但是低優先權的服務也不至於得不到頻道的使用權，對於 3G 上的多樣化服務的不同需求提供了一個排班方法，以期讓所有的使用者都能得到合理的服務品質。

### 3.3 系統資源分配最佳化

#### 3.3.1 最小傳輸功率分配

在功率最小化的問題中，我們所要求得的目標函數是  $\max \sum_{i=1}^M \Delta P_i$ ， $\Delta P_i$  為使用者 i 的初始傳送功率與最佳化計算後功率兩者之差。要滿足的限制式如下：

$$SIR_{i,required} \geq F(r_i, BER_i)$$

$$SIR_i = \frac{g_{ia} P_i G_i}{\sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}} g_{ja} P_j G_i + \eta} \geq \theta_i$$

$$R_{i\_min} \leq r_i \frac{W}{G_i} \leq R_{i\_max}$$

$$0 \leq P_i \leq P_{max}$$

$R_{i,min}$  : 使用者 i 的最小保證傳送頻寬

$R_{i,max}$  : 使用者 i 的最大傳送頻寬

#### 3.3.2 頻寬使用效能最大化

$$\max \sum_{i=1}^N R_i C_i$$

$C_i$  : class parameter

頻寬使用效能最大化之限制式如下：

$$SIR_{i,required} \geq F(r_i, BER_i)$$

$$SIR_i = \frac{g_{ia} P_i G_i}{\sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}} g_{ja} P_j G_i + \eta} \geq \theta_i$$

$$R_{i\_min} \leq r_i \frac{W}{G_i} \leq R_{i\_max}$$

$$0 \leq P_i \leq P_{max}$$

$$\sum_{k=1}^M b_{i,k} = 1$$

### 3.3.3 系統業者利潤最大化

目標函數定義如下:

$$\max \sum_{i=1}^N \frac{R_i}{R_{ire}} B_i$$

$B_i$ : revenue from mobile user i

$R_{ire}$ : 使用者 i 所需的傳送頻寬

限制式如下:

$$SIR_{i,required} \geq F(r_i, BER_i)$$

$$SIR_i = \frac{g_{ia} P_i G_i}{\sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}} g_{ja} P_j G_i + \eta} \geq \theta_i$$

$$0 \leq r_i \frac{W}{G_i} \leq R_{i\_max}$$

$$0 \leq P_i \leq P_{max}$$

## 四、結果與討論

我們依計畫目標陸續完成下列研究：

### 1. UMTS 訊務模型的架構



- 行為模型
- 無線電傳播模型
- 環境模型
- 服務模型

## 2. 行為模型

- 速度對行為模型的影響
- 方向對行為模型的影響
- 位置對行為模型的影響
- 服務使用傾向對行為模型的影響

## 3. 環境與無線電傳播模型

- 無線電傳播模型的研究(Short term fading , Long term fading , Path loss, etc.)
- 基地台傳輸功率的計算
- 環境與天線高度的關係
- 路徑損失與環境的關係
- 使用者需求功率的計算

## 4. 服務模型

- UMTS QoS 的服務類別，及其對 delay、jitter 及 packet loss 的敏感程度
- 互動模型、串流模型、交談模型及背景模型
- 服務需求率的計算
- 頻寬需求量的計算
- 功率需求量的計算

## 5. 訊務模型自我調整機制的設計

## 6. 提出適用於四種不同資料型態之佇列機制(Queuing Mechanism )

### 參考文獻

1. J.G. Markoulidakis, G.L. Lyberopoulos and M.E. Anagnostou, "Traffic Model for Third Generation Cellular Mobile Telecommunication Systems," *Wireless Networks*, 4, 1998, pp.389-400.
2. Alexander Klemm, Christoph Lindemann and Marco Lohmann, "Traffic Modeling and Characterization for UMTS Networks," *Proc. of the Globecom, Internet Performance Symposium*, San Antonio TX, November 2001.
3. Hisashi Kobayashi, Shun-Zheng Yu and Brian L. Mark, "An Integrated Mobility and Traffic Model for Resource Allocation in Wireless Networks," *The Third ACM International Workshop on Wireless Mobile Multimedia*, 2000, pp.39-47.
4. Sergio Ledesma and Derong Liu , "Synthesis of Fractional Gaussian Noise Using Linear

- Approximation for Generating Self-Similar Network Traffic,” Computer Communication Review, vol.30, pp.4-17,2000.
5. M. E. Crovella and A. Bestavros, “Self-Similarity in World Wide Web Traffic : Evidence and Possible Causes,” IEEE/ACM Transactions on Networking, vol. 5 , pp. 835-846, Dec. 1997.
  6. J. Laiho, A. Wacker and T. Novosad, Radio Network Planning and Optimisation for UMTS, John Wiley & Sons Inc., 2002.
  7. 3GPP, “QoS Concept and Architecture” TS 23.107, Release 5, Jan. 2002.
  8. 3GPP, “End-to-End QoS Concept and Architecture” TS 23.107, Release 5, Jan. 2002.
  9. H. Holma and A. Toskala, WCDMA for UMTS, John Wiley & Sons, 2000.
  10. P. Gong; M.J. Lee; T. Saadawi, "Improving QoS for Real-Time Traffic in a Shared Link", Computers and Communications, 2000. Proceedings. ISCC 2000. Fifth IEEE Symposium on, 2000, Page(s): 450 –455.
  11. S. J. Golestani, "A Stop-and-Go Queuing Framework for Congestion Management" ACM SIGCOMM '90, Vol. 20, No.4, Sep. 1990, pp.8-18.
  12. Hui Zhang and Domenico Ferrari. Rate-Controlled Static Priority Queueing. In Proceedings of IEEE INFOCOM'93, pages 539-546, San Francisco, California, April 1993.
  13. S. Kweon and K. G. Shin, "Traffic-Controlled Rate-Monotonic Priority Scheduling" in Proc. of IEEE INFOCOM, pp. 655—662, 1996.
  14. Sotiris I.Maniatis, Eugenia G. Nikolouzou, and Iakovos S.Venieris, "QoS Issues in the Converges 3G Wireless and Wired Networks", IEEE Communication Magazines August 2002, pp.44-53.
  15. Hui Zhang, "Service Disciplines for Guaranteed Performance Service in Packet-Switching Networks" in Proceedings of the IEEE, vol. 83, no. 10, pp. 1374-1396, Oct. 1995.
  16. Deliverable D1301, "Specification of Traffic Handling for the First Trial", AQUILA project consortium, June 2000.
  17. L. Jaana, W. Achim, and N. Tomas, Radio Network Planning and Optimisation for UMTS, Wiley, 2002.
  18. G. Mitsuo, Genetic Algorithms and Engineering Optimization, Wiley, 2000.
  19. S. K. Das and S. K. Sen, “A New Location Update Strategy for Cellular Networks and Its Implementation Using a Genetic Algorithm”, Proceedings of the Third ACM/IEEE Conference on Mobile Computing and Networking, Budapest, Hungary, pp. 185-194, Sept 1997.
  20. M. Sherif, I. Habib, M. Naghshineh, P. Kermani, "Adaptive Allocation of Resources and Call Admission Control for Wireless ATM Using Genetic Algorithms", To appear IEEE JSAC - Journal of Selected Areas in Communications, 2000.

## 計畫成果自評

本計畫約能按照我們預期的目標完成研究成果，並將成果發表於相關的學術刊物上。在研究過程中我們發掘出許多值得深入探討的學術問題，期望這些更深入的研究結果將能發表於各種學術刊物上。