

GSM/GPRS 混用半頻及全頻的頻道配置方法

Channel Assignment for GSM/GPRS with Half-Rate and Full-Rate Traffic

李龍盛

鄭名宏

藍昕暉

國立嘉義大學資訊工程系 國立嘉義大學資訊工程系 國立嘉義大學資訊工程系
sheng@mail.ncyu.edu.tw chim611@ms28.hinet.net swlan@csie.ncyu.edu.tw

摘要

在全球行動通訊系統 (Global System for Mobile Communications, GSM) 的無線電架構下, 一般封包式無線電服務 (General Packet Radio Service, GPRS) 提供使用者利用不同的頻寬有效率的執行資料傳輸服務。為了讓使用者享受到更好的服務品質 (QoS), 我們提出一個可調整重新配置頻道法 (Adaptive Repacking Channel Scheme, ARCS), 主要是以 full-rate (全頻) 手機及 dual-mode (雙模) 手機的使用者混用環境為考量, 使得使用者在通話或傳送資料要配置頻道時, 可以提供好的服務品質。並且利用模擬來證明此方法確實優於其它方法。

關鍵字: 全球行動通訊系統、一般封包式無線電服務、重整配置頻道、全頻、雙模

一、簡介

個人通訊服務 (Personal Communications Services 或 PCS) 常被視為各種無線擷取技術及個人行動通訊服務的通稱[1][8][18], 其所指的即是以個人為對象的通信服務。PCS 的理想目標是希望能夠隨時隨地以各種形式的通信器來提供顧客通訊服務。基於大量的市場需求, 許多無線通訊系統正在快速地成長。比較顯著的例子如高階 (high tier) 數位蜂巢 (Cellular) 系統的 GSM (Global System for Mobile Communications), GPRS (General Packet Radio Service), DAMPS (North American Digital Advanced Mobile Phone Service, IS-136) 和 DCS1800 (Digital Communication System-1800) 等, 以及屬於低階無線電系統 (low tier cordless telecommunication system) 的 CT2 (Cordless Telephone, second generation), DECT 數位加強無線電話 (Digital Enhanced Cordless Telephone), PACS (Personal Access Communications System) 和 PHS (Personal Handy Phone System) 等。高階系統適合移動

範圍大的車輛和徒步使用者使用, 低階系統則適合於一般居家、辦公大樓及無線電公共電話等應用。PCS 可藉由與公眾電話網路 (Public Switched Telephone Network 或 PSTN) 的連結, 使得 PCS 系統亦能夠提供行動電話與有線電話之間的通訊服務。

在高階無線電系統中, 當 GSM 網路升級到 GPRS 網路[22], 無線通訊介面不需要做特別的改變, GPRS 網路仍然沿用 GSM 網路的頻譜與 TDMA 結構, GPRS 網路具備數據交換 (Packet Switching) 的處理能力。此外, 無線通訊介面需要加入專為數據傳輸設計的功能, 例如: 無線通訊訊號多了數據傳輸專用的頻道 PDCH, 並且由於數據傳輸與語音通話可容忍的訊號雜訊比 (Signal to Noise Ratio, S/N) 不同, 所以在 GPRS 網路的標準內還設計出專門針對數據傳輸的頻道編碼 (Channel Coding) 與細胞規劃 (Cell Plan)。

在行動通訊網路中 (如: 全球行動通訊系統 (GSM) [17][21]), 一般封包無線電傳送服務 (General Packet Radio Service, (GPRS) [4][6][16]) 是一項資料傳輸的服務, 對於資料封包傳送的網路而言, 它能夠改善和簡化為無線電存取。比較其它種類的行動資料傳送服務 (如: circuit-switched data[3] 和短訊傳送服務 [5]), GPRS 的使用者更能夠縮短存取資料的時間和享受到更快速的資料傳送速率[12]。

GPRS 為 GSM 網路中的一種資料傳送服務[15][12], 而 GSM 對於資料多重存取時, 則結合分頻多重存取技術 (Frequency Division Multiple Access, FDMA) 和分時多重存取技術 (Time Division Multiple Access, TDMA)。它有 2 種頻寬保留方式, 分別為上傳的頻寬及下載的頻寬。上傳的頻寬主要是由 MS (Mobile Station) 傳送資料給 BTS (Base Transceiver Station) 時所保留的頻寬, 下載的頻寬主要是由 BTS 傳送資料給 MS 時所保留的頻寬。而從這兩條頻寬中又個別分割成 124 條 200KHz 頻寬的頻道, 每一條 200KHz 頻寬的頻道又分割成 8 條 time slots, 形成所謂的 TDMA frame。每條 time slot 又分為 full time slot 和 half

time slot。GPRS 允許單一的 MS 利用同一個 TDMA frame 中的多條 full time slots 來傳送資料。因此，當傳送資料封包時，所需配置頻道的方法就會變得非常有彈性。例如：MS 提出傳送資料封包請求時，可以配置一條 TDMA frame 中 1~8 條的 full time slots 供 MS 使用。但是由於配置上傳頻道與下載頻道的配置情形有所不同，所以當資料封包要傳送時，非對稱的資料傳送方式在傳送資料封包時會比較有效率。此外，GSM 與 GPRS 配置 channels 的情形並不同[19]。在本文中，提出對於一通 voice calls 請求的手機模式分為 full-rate 手機（全頻手機）及 dual-mode 手機（雙模手機）兩種。其中 full-rate 手機通話時所需頻寬是一條 full time slot，dual-mode 手機通話時所需頻寬是一條或半條 full time slot。如果為 full-rate 手機提出一通 voice calls 請求，系統此時若有無線電資源則配置一條 full time slot 給此通 call 使用，若沒有則將此請求拒絕。若是 dual-mode 手機（雙模手機）提出一通 voice call 請求時，我們則依據不同的 traffic load 情形來配置一條 full time slot 或半條 full time slot 給此通請求使用，也就是說，在無線電資源充足的情況下，我們則配置一條 full time slot 給此通 call 使用；反之，在無線電資源不足而且通話品質也不受到嚴重的情形下，我們則配置半條 full time slot 給此通 call 使用。如此一來，便能夠讓我們更有效率的使用無線電資源。

由於以往所研讀的文章中，關於 GSM 網路中，只研究及討論到全頻手機及半頻手機中有關 voice calls 方面的 half-rate 及 full-rate traffic[13]，其中並沒有對於傳送資料封包時所需要配置頻道的方法來提出進一步相關的研究。其次，關於 GPRS 網路中，大部分的文章只研究及討論關於傳送資料封包時所需要配置頻道的方法[12]，而且對於傳送資料封包請求是配置整條的 full time slot，而在 voice calls 方面如何配置頻道的方法只有少部分提及。我們為了補足上述這些未提及的部分，以 GSM/GPRS 網路架構為基礎，我們提出一個對於不同請求而有不同配置頻道的方法，我們稱之為可調整頻道重新配置法（Adaptive Repacking Channels Scheme, ARCS）。藉由我們所提出的方法（ARCS），我們希望當越多的使用者提出傳送資料封包請求時，能能提供好的服務品質（QoS）來配置頻道給使用者。另外，當越多的使用者提出 voice calls 請求時，也希望能夠在不太影響使用者的服務品質情況下，有效的配置頻道給使用者來。如此一來，不論對於使用者提出資料封包請求或 voice calls 請求時，都能配置頻道給使用者，以便提供好的服務品質（QoS）給使用者。接

下來，第二章將介紹一些相關文獻探討。第三章則對於資料封包傳送請求和 voice calls 頻道配置來提出可調整頻道重新配置法（Adaptive Repacking Channels Scheme, ARCS）。第四章將利用模擬實驗比較先前的方法和我們的方法並且顯示及說明模擬數據結果。最後一章則是對本篇論文做結論。

二、相關文獻探討

對於 GPRS 網路中資料封包傳遞請求，以及 GSM 網路中 voice calls 對於 half-rate 和 full-rate traffic 兩種請求，它們可分為兩類來探討，分別在下面做介紹。

2.1 資料封包配置頻道法

關於資料封包傳遞請求配置頻道的方法，Phone Lin 與 Yi-Bing Li 曾提出四種方法[12]。首先，對於這四種資料封包傳遞請求配置頻道的方法，都是以配置幾條整條的 full time slot 為考量。接著，我們說明這四種方法。

- [1] 固定資源配置法 (Fixed Resource Allocation, FRA)，對於一個封包傳遞需要 K 條頻道請求時，假如有大於或等於 K 條可用的頻道，則配置 K 條頻道給此請求，否則則拒絕配置頻道給此請求，此方法的缺點是不能充分的利用目前所剩餘的可用的頻道給其它請求使用。
- [2] 動態資源配置法 (Dynamic Resource Allocation, DRA)，對於一個資料封包請求需要 K 條頻道時，假如有大於 K 條可用的頻道，則配置 K 條頻道給此請求，否則則配置目前僅剩的頻道給此請求，若沒有可用的頻道，則拒絕配置頻道給此請求；此方法的缺點是當小於 K 條可用的頻道時，對於此請求不能提供好的服務品質（QoS）。
- [3] 固定資源配置與排隊法 (Fixed Resource Allocation With Queue, FRAQ)，對於處理資料封包傳遞請求，它和 FRA 處理的方法相同，另外對於 voice calls 請求，當所有頻道都忙碌時，它提供一個 queue 來暫時放置 voice calls 請求，當有頻道可以使用時，在 queue 中的 voice calls 請求會優先配置頻道，而 FRAQ 所提供的 queue 可以只有放置 voice calls。此方法有兩個缺點，第一個缺點與 FRA 相同；另一個缺點是當 traffic load 重時，由於沒有頻道可以使用，voice calls 請求可以放在 queue 中優先等候可以使用的頻道，所以使用頻道的優先權比傳遞資料封包的請求更加提高，如此一來，傳遞資料封包請求被拒絕配置頻道的機會變大。

- [4] 第四種方法稱為動態資源配置與排隊法 (Dynamic Resource Allocation With Queue, DRAQ), 對於處理 GPRS 資料封包傳遞請求, 它和 DRA 處理的方法相同, 但是它多了一個可以放置 voice calls 的 queue; 而配置頻道給 voice calls 的方法和 FRAQ 相同, 此方法也有兩個缺點, 第一個缺點與 DRA 相同; 第二個缺點和 FRAQ 的第二項缺點相同。

2.2 Voice Calls 頻道配置法

先前文章對於 voice calls 請求配置頻道方法, full-rate call 配置一條 free full time slot, half-rate call 則配置半條 free full time slot。

Ivanovich 等所提出隨機法 (Random)[10], 當一通 full-rate call 或 half-rate call 請求頻道使用時, 會任意的被配置一條 free full time slot 或半條 free full time slot。此方法缺點為容易導致太多 half-rate call 分別佔用不同條 full time slot 的半條 full time slot, 而造成 full-rate call 配置頻道的機率降低。

Phone Lin 與 Yi-Bing Lin 提出最佳合適法 (Best Fit) [13], 它會先逐一檢查每一條 full time slot 之中是否有半條 full time slot 為其它請求佔用, 而另外半條 full time slot 沒有使用的情形存在。如果有此情形時, 先配置此半條 full time slot 給請求。反之, 若沒有上述情形時, 則檢查是否有一條可用的 full time slot 的情況存在, 如果有則配置半條 full time slot 給此請求, 若沒有就拒絕此請求。此方法缺點是當許多 half-rate calls 離開時, 可能剩下很多只佔用半條的 full time slots, 而這些頻道只能提供給 half-rate calls 使用, full-rate calls 則無法使用。

Ivanovich 等提出重新調整方式 (Repacking)[11], 此方法是當一通 half-rate call 離開時, 可能變為一條可用的 full time slot 或變為半條可用的 full time slot。如果是後者情況, 它會繼續檢查是否還有其它只佔用半條的 full time slot。若還有其它只佔用半條的 full time slot, 則會將這兩條只佔用半條的 full time slots 重新調整成一條 full time slot 被兩通 half-rate calls 所佔用, 另一條則變為可使用的 full time slot。此方法的缺點是每次 half rate call 離開就必須做 repacking。

三、可調整頻道重新配置法 (ARCS)

3.1 可調整頻道重新配置法架構 (ARCS)

我們假設 voice calls 請求配置頻道時, 沒有頻道可以配置, 我們暫時將 voice calls 請求放入一個 queue 中, 設一段等待時間 T 。當在這一時間等待 T 之內, 有其他請求將頻道釋放出來時, 優先檢查釋放出來的頻道可否給

queue 中 voice calls 使用, 如果釋放出來的頻道可以給 queue 中 voice calls 請求使用, 立即將所釋放出來的頻道配置給 queue 中 voice calls 請求使用。否則, 若 voice calls 請求在 queue 中的時間大於 T 時, 還沒有其他請求釋放頻道給此 voice call 請求時, 則拒絕配置頻道給此 voice calls 請求。

當 dual-mode 手機提出請求時, 我們先考量當時 traffic load 的高或低, 然後再配置一條 full time slot 或半條 full time slot 給此請求。我們假設一個 traffic load 的 threshold 值 ρ_t 並計算當時的 traffic load 值 ρ , 當 ρ_t 的值小於或等於 ρ 值時, 我們認為目前的 traffic load 低, 也就是說目前可使用的頻道比較多, 所以我們配置一條 full time slot 給此 voice call 請求; 反之, ρ_t 的值大於 ρ 值時, 則認為 traffic load 高, 若此時還有可使用的半條 full time slot 時, 則配置半條 full time slot 給此 voice call 請求使用。否則表示目前沒有可使用的頻道, 我們就將此請求如同上述所說放入一個 queue 中, 並且設置一段時間 T 。

另外, 在 GSM/GPRS 網路環境下[12], 假如 MS 在通話期間由舊基地台移至其它新基地台時, 新的基地台就必須提供無線電資源給 MS 使用, 舊的基地台則必須回收 MS 在此基地台所使用的無線電資源, 而此過程則稱為交遞 (handoff)。假如新的基地台沒有可使用的頻道提供給 handoff calls 使用, 則 handoff calls 會被強迫終止而不能繼續通話。另外在 GPRS 資料封包在傳送期間, 由於資料封包傳送時間很短, 若 GPRS 資料封包傳送過程中發生 handoff, 則我們假設此資料封包已經傳送資料完畢。另一方面, 由於 voice calls 可能通話過長, 導致 handoff 的發生, 因此 voice calls 對於 handoff 的影響必須考慮。

在本文中, 我們提出一個對於一般 full-rate 手機和 dual mode 手機在 voice call 請求與資料封包傳送請求的頻道配置法, 稱為可調整頻道重新配置法 (Adaptive Repacking Channels Scheme, ARCS)。在 FIGURE 3.1 的 ARCS 流程圖中, 當一個請求進來時, 系統先判斷此請求為資料服務請求 full-rate call 請求或者 dual-mode call 請求後, 再交由相關程序處理。然後, 如果有 voice calls 請求釋放頻道, 而且 queue 中有 voice calls 請求, 則可交由 queue 處理程序來處理。反之系統則等待下一個請求進來。接著下面的小節內我們個別探討在 ARCS 架構中, 對於 queue 中的 voice calls 請求、voice calls 請求及資料封包請求的三個頻道配置程序, 分別為佇列程序 (Queue Process, QP)、voice calls 請求程序 (Voice Call Process, VCP) 及資料服務程序 (Data Service Process, DSP)。

3.2 佇列程序 (Queue Process, QP)

當某個請求釋放頻道後且 queue 中有 voice calls 請求時, 先判斷 voice calls 請求在 queue 中等待時間是否為小於或等於 T , 並且在 queue 中 dual-mode call 請求比 full-rate call 請求優先配置頻道。若 voice calls 請求在 queue 中等待時間大於 T , 則拒絕配置頻道並且刪除此請求。當 queue 中沒有 dual-mode call 請求或者所有 dual-mode call 請求已經配置頻道完畢, 如果還有可使用的頻道, 再考慮配置頻道給 queue 中的 full-rate call 請求。

3.3 Voice Call 程序 (Voice Call Process, VCP)

對於 voice calls 請求, 如果是 full-rate 手機所提出, 則採用 full-rate call 程序 (Full-Rate Call Process, FRCP) 來考慮是否配置頻道給此請求。反之, 若此請求為 dual-mode 手機所提出, 則採用 Dual-mode call 程序 (Dual-Mode Call Process, DMCP) 來考慮是否配置頻道給此請求。

3.3.1 Full-rate call 程序 (FRCP)

在這一小節中, 主要是當 full-rate 手機在某一基地台中提出 voice call 請求, 則交由 full-rate call 程序 (Full-Rate Call Process, FRCP) 來處理。當一通 full-rate call 請求進來時, 系統會判斷目前有一條可以立即使用的 full time slot, 或者經過一些步驟後, 也可以取得一條可使用的 full time slot。如果有一條可使用的 full time slot, 則配置一條 full time slot。若沒有一條可使用的 full time slot, 則將此請求放入 queue 中, 並且設置一段等待時間 T 。

3.3.2 Dual-mode call 程序 (DMCP)

當一通 dual-mode call 請求進來時, 一開始系統會判斷目前的 traffic load 高或低。如果 traffic load 低, 則配置一條 full time slot 給此請求。若 traffic load 高, 則檢查目前有一條可以立即使用的 full time slot, 或者經過一些步驟後, 也可以取得半條可使用的 full time slot。如果有半條可使用的 full time slot, 則配置半條 full time slot。若沒有半條可使用的 full time slot, 則將此請求放入 queue 中, 並且設置一段等待時間 T 。

3.4 資料服務程序 (Data Service Process, DSP)

當一通資料封包請求進來時, 系統會判斷目前有一條可使用的頻道。如果有頻道可以使用, 則全部或者部分配置此請求所需的頻道。若沒有頻道可以使用, 則拒絕配置頻道給此請求。

3.5 資料服務請求的頻道保留法

對於資料服務請求配置頻道的情形, 在第 3.4 節已描述過。然而由於先前敘述過 ARCS 對於 voice calls 請求提供 queue 的服務, 因此使得資料服務請求比較不容易配置頻道, 所以資料服務請求的 QoS 必定會下降。有鑒於以往文章中[9][20]曾提出保留頻道方法給 handoff voice call 請求使用, 使得 handoff voice call 請求使用頻道的優先權提高, handoff voice call 請求的 QoS 也跟著提昇。因此為了不讓資料服務請求的 QoS 降低太多, 所以我們也依據上述的方法作一些更改, 也就是提出保留頻道方法給 handoff voice call 請求及資料服務請求使用。如此一來, handoff voice call 及資料服務請求的 QoS 便會提昇。而我們在後面的模擬中, 也考慮到若不加入此保留的條件, 是否對 ARCS 法造成效能的影響, 而此比較方法, 稱為無頻道保留可調整頻道重新配置法 (ARCS WithOut Resecving, ARCSWOR)。

四、實驗模擬

4.1 實驗模擬之參數說明

- P_b : 表示 new call 沒有頻道可使用而 block 的機率。
 - P_{fh} : 表示一通 call handoff 沒有頻道可使用而 handoff 失敗的機率。
 - $1/\eta$: η 表示 MS 的移動頻率。
 - $1/\mu_{rf}$: 表示 full-rate call 請求從開始到結束這一段的平均通話時間。
 - $1/\mu_{rd}$: 表示 dual-mode call 請求從開始到結束這一段的平均通話時間。
 - $1/\mu_{rp}$: 表示 GPRS 資料服務請求從開始傳送到結束這一段的平均傳送時間。
 - T : 表示 voice call 請求在 queue 中等待一段時間 T , 此值為一段固定時間。
 - P_{nc} : voice call 未完成的機率。
 - P_{bp} : 表示資料封包沒有頻道可使用而被 dropping 的機率。
 - P_{dl} : 表示資料封包請求 Handoff 時, 資料的流失率。
- $$P_{dl} = \frac{T_{nc}}{T_{np}} \quad (1)$$
- T_{np} 為所有 new data call 配置到頻道時, 預計從開始傳送資料到結束這一段時間的總合。
 - T_{nc} 為所有 data call handoff 時, 尚未將資料傳送完畢的時間總合。
- s : 表示全部有多少個基地台 (cell)。
 - c : 表示每個資料封包請求需要多少條的半條 full time slots。
 - L : 表示每個基地台總共有幾條的 full time slots。
 - ρ_{rv} : GSM voice call requested traffic = ρ_{rf}

- ρ_{rdo}
- ρ_{rp} : GPRS packet requested traffic = λ_{rp}/μ_{rp0}
- ρ_r : GSM voice call requested traffic 和 GPRS packet requested traffic = $\rho_{rv} + \rho_{rp0}$
- ρ_t : 表示我們設定的 traffic load 的 threshold 值。
- $Size$: 表示我們設定 queue 中存放 voice call 請求的數目。

另外，在整個實驗模擬中，重複跑一百萬筆 events 後，所獲得 N_n (new voice call 的總筆數) N_h (handoff voice call 的總筆數) N_p (產生資料封包的總筆數) N_b (new voice call block 的總筆數) N_f (handoff voice call 失敗的總筆數) N_{bp} (資料封包被 dropped 的總筆數) 而求得 $P_b(2)$ $P_{fh}(3)$ $P_{nc}(4)$ $P_{bp}(5)$ ，其數學式子如下：

$$P_b = \frac{N_b}{N_n} \quad (2)$$

$$P_{fh} = \frac{N_f}{N_h} \quad (3)$$

$$P_{nc} = \frac{N_b + N_f}{N_n} \quad (4)$$

$$P_{bp} = \frac{N_{bp}}{N_p} \quad (5)$$

4.2 實驗模擬結果

在這一節中，主要描述藉由實驗模擬結果得知我們所提出的方法與其它方法相乎比較的情形，其模擬實驗結果如下。

4.2.1 Full-Rate Call and Dual-Mode Call

FIGURE 4.1 中描述九種方法 (Random、BestFit Repacking FRAQ DRAQ FRAQ with Repacking DRAQ with Repacking ARCSWOR 及 ARCS) 在混合 dual-mode call 和 full-rate call 的情形下，對於 P_{nc} 的效能來作比較。混合 dual-mode call 和 full-rate call 比例為 3 : 2。其中縱軸為 P_{nc} ，而橫軸表示平均每個 cell 有幾個請求。

我們可以發現 FRAQ、DRAQ、FRAQ with Repacking、DRAQ with Repacking、ARCSWOR 及 ARCS 的 P_{nc} 比 Random BestFit 和 Repacking 低。原因是當 full-rate new call 請求或 dual-mode call 請求進來，若沒有一條或半條可使用的 full time slot，FRAQ、DRAQ、FRAQ with Repacking、DRAQ with Repacking、ARCSWOR 及 ARCS 會將此請求放置 queue 中等待一段時間 T 進行 Queue Process，而 Random、BestFit 和 Repacking 則拒絕配置頻道給此請求。因此 FRAQ DRAQ、

FRAQ with Repacking、DRAQ with Repacking、ARCSWOR 及 ARCS 的 P_{nc} 比 Random、BestFit 和 Repacking 低。

4.2.2 Dual-Mode Call Ratio

FIGURE 4.2 中描述九種方法在混合 dual-mode call 和 full-rate call 不同比例的情形下，對於 P_{nc} 的效能來作比較。其中縱軸為 P_{nc} ，橫軸 R_d 為我們所假設的 dual-mode call 比例。

由實驗可以看出，當 dual-mode call 請求比例越多 (R_d 值越大) 時，Random、BestFit、Repacking、FRAQ、DRAQ、FRAQ with Repacking DRAQ with Repacking ARCSWOR 及 ARCS 的 P_{nc} 會受 dual-mode call 配置頻道較具彈性的影響，且有越來越小的趨向。當 R_d 值越大時，FRAQ、DRAQ、FRAQ with Repacking DRAQ with Repacking ARCSWOR 及 ARCS 與 Random、BestFit 和 Repacking 的 P_{nc} 差距越小。

4.2.3 Voice Call 請求中對於 Queue 所設定 T 與長度情形

在 FIGURE 4.3 中主要是描述六種方法中混合 voice call 請求 (dual-mode call 和 full-rate call) 和 data call 請求配置頻道時，對於這六種方法的 P_{nc} 及 P_{df} 來作比較。一般 voice call 的 queue 的處理方式分為兩大類 [7][9][12]，一種為設定 queue 的長度，另一種為設定 queue 內每個 waiting call 的 deadline。所謂 queue 的長度處理方式，即表示以 queue 中有多少筆 voice call 請求為考量。至於 queue 的 deadline 處理方式，即表示以 voice call 請求停留在 queue 中的時間為考量。

在 FIGURE 4.3 (a) 中可知，當 T 很大 ($T=1$) 時，這六種方法的 P_{nc} 很小且相似。原因是由於 voice call 請求在 queue 中等待配置頻道的時間很長，所以 voice call 請求幾乎可以在 queue 中等待的時間內配置到頻道。所以，這六種方法的 P_{nc} 很小且相似， T 越小時，這六種方法的 P_{nc} 越大。然而，當 T 越小時，我們可以看出由 P_{nc} 大到小分別為 DRAQ、ARCS、DRAQ with Repacking 和 ARCSWOR、FRAQ、FRAQ with repacking，其原因如下。

ARCS 的 P_{nc} 比 DRAQ 小，在第 3.5 節中曾提到以往文章 [9][20] 中保留頻道方法給 handoff voice call 請求使用的觀念。所以藉由將保留頻道方法稍作修改後，我們讓 ARCS 也提出保留頻道方法給 handoff voice call 請求及資料服務請求使用。因此在模擬實驗時，我們設定 ARCS 保留兩條可用的 full time slots 給 handoff voice call 請求及資料封包請求使用。接著，說明 ARCS 的 P_{nc} 比 DRAQ 小的原因。當 T 越小時，表示 queue 中的 voice call 請求

等待配置頻道的時間越短，所以此請求越不容易在 queue 中等待的時間內配置到頻道。另外當 full-rate call 請求配置不到一條可用的 full time 時，DRAQ 立即將此請求放入 queue 中。ARCS 則先檢查是否有兩條 full time slots 中各自剩餘半條可用的 full time slot，如果有的話，則將這兩條 full time slots 重新調整成一條可用的 full time slot 給此請求，若沒有兩條 full time slots 中各自剩餘半條可用的 full time slot 時，ARCS 才將此請求放入 queue 中。綜合上述，當 T 越小時，ARCS 比 DRAQ 容易配置到頻道，所以，ARCS 的 P_{nc} 比 DRAQ 小。

在 FIGURE 4.3 (b) 中可知，當 $Size$ 越小時，我們可以看出由 P_{nc} 大到小分別為 DRAQ、ARCS、DRAQ with Repacking、ARCSWOR、FRAQ 及 FRAQ with repacking。

4.2.4 混合 voice call 請求及資料封包請求配置頻道的情形

在 FIGURE 4.4 (a) (b) 中描述八種方法在混合 voice call 請求與資料封包請求的情形下，對於 P_{nc} 、 P_{bp} 的效能來作比較。混合 voice call 請求和資料服務請求比例為 4 : 1。混合 dual-mode call 和 full-rate call 比例為 1 : 1。FIGURE 4.4 (a) (b) 中的縱軸分別為 P_{nc} 、 P_{bp} ，橫軸 c 為每個資料封包請求需要多少條的 full time slots。

在 FIGURE 4.4 中，可看出我們所提的 ARCS 的 P_{nc} 、 P_{bp} 均比其它方法低，也就是說 ARCS 對於 voice call 請求及資料服務請求配置頻道的效能都比其它方法好。

由實驗可知，當 voice call 請求的通話時間越長，而資料服務請求的傳送時間越短時，不論資料請求多少條可用的頻道，ARCS 的 P_{nc} 、 P_{bp} 均不會有太大的變化。因此，ARCS 對於這兩種請求配置頻道的效能都比其它方法好。

五、結論

本文主要是描述在 GPRS 網路中以 GSM 為基礎架構下對資料封包和 voice calls 請求所配置頻道的方法提出相關討論。藉由 GSM 網路所提供 GPRS 資料封包傳遞服務及 voice calls 請求，我們提出一個 ARCS 的方法，目的是為了在配置頻道給 GPRS 資料封包傳遞服務及 voice calls 請求時，能夠讓服務品質 (Quality of Service 或 QoS) 達到更好的效果。然而 ARCS 在處理 voice call 請求 (full-rate call 請求和 dual-mode call 請求) 時，當完全沒有頻道可以配置時，我們提供 queue 的服務來存放 voice call 請求，以便讓 voice call 請求容易配置到頻道。ARCS 在處理資料封包請求時，採用以往文章中所提到處理資料封包請求

的方法 (DRA) [12]。另外，ARCS 也採用保留頻道的方法提供給 handoff voice call 請求及資料服務請求使用，所以 handoff voice call 請求及資料服務請求更容易配置到頻道。此外，ARCS 處理 dual-mode call 請求考慮配置一條或半條可用的 full time slot 時，採用 traffic load 之 threshold 的方法。當 traffic load 高時，雖然 dual-mode call 請求的 QoS 稍微下降，但是，卻能夠讓更多的 voice call 請求或資料封包請求配置到頻道。因此，綜合上述，ARCS 對於 voice call 請求或資料封包請求配置到頻道時，二者都能有良好的 QoS。

綜合上述的模擬和實驗數據及結果顯示出，在混合 voice call 請求及資料服務請求情形下，我們所提出的 ARCS 有下列幾項優點：

- 利用 dual-mode call 彈性配置頻道的特性來增加 voice call 的 QoS。
- 使用 ρ_t 來調整 voice call 的 repacking 次數及 QoS。
- 使用 channel reserving 的方式來增加資料服務請求與 handoff call 的 QoS。

六、參考文獻

- [1] 林一平, “行動電話及數據網路管理,” 維科出版社, 1999 年 8 月。
- [2] 禹帆, “無線通訊網路概論,” 文魁資訊股份有限公司, 2002 年 5 月。
- [3] ETSI/TC, “Digital cellular telecommunications system (Phase 2+); High speed circuit switched data (HSCSD); Stage 2 (GSM 03.34),” Tech. Rep. Rec. GSM 03.34, 1997.
- [4] ETSI/TC, “Digital cellular telecommunications system (Phase 2+); General Packet Radio Service (GPRS); Service description; Stage 1 (GSM 02.60 version 7.2.0 release 1999),” Tech. Rep. Rec. GSM 02.60.
- [5] ETSI SMG, “Digital cellular telecommunications system (Phase 2+); Technical realization of the Short Message Service (SMS); Point-to-Point (PP) (GSM 03.40 version 7.2.0),” Tech. Rep. Rec. GSM 03.40, 1999.
- [6] ETSI/TC, “Digital cellular telecommunications system (Phase 2+); General Packet Radio Service (GPRS); Service description; Stage 2 (GSM 03.60 version 7.0.0 release 1999),” Tech. Rep. Rec. GSM 03.60.
- [7] C. -J. Chang, T. -T. Su and Y. -Y. Chiang, “Analysis of a Cuto Priority Cellular Radio System with Finite Queueing and

Reneging Dropping,” *IEEE/ACM IEEE Transaction on Networking*, vol. 2(2), Page(s): 166-174, April 1994.

[8] D. C. Cox, “Wireless Personal Communications : What Is It ?,” *IEEE Personal Communication Magazine*, Page(s): 20-35, April 1995.

[9] D. Hong and S. S. Rappaport, “Traffic Model and Performance Analysis for Cellular Mobile Radio Telephone Systems with Prioritized and Nonprioritized Handoff Procedures,” *IEEE Transaction on Vehicular Technology*, vol. 35(3), Page(s): 77-92, August 1986.

[10] M. Ivanovich, M. Zukerman, P. Fitzpatrick and M. Gitlits, “Performance Analysis of Circuit Allocation Schemes for Half and Full Rate Connections in GSM,” *IEEE Transaction on Vehicular Technology*, vol. 1, Page(s): 502-506, 1996.

[11] M. Ivanovich, M. Zukerman, P. Fitzpatrick and M. Gitlits, “Performance Between Circuit Allocation Schemes for Half- and Full-Rate Connections in GSM”, *IEEE Transaction on Vehicular Technology*, vol. 47, Issue: 3, Page(s): 790-797, 1998.

[12] Phone Lin and Yi-Bing Lin, “Channel Allocation for GPRS,” *IEEE Transaction on Vehicular Technology*, vol. 50, No. 2, Page(s): 375-387, 2001.

[13] Phone Lin and Yi-Bing Lin, “Channel Assignment For GSM Half-Rate and Full-Rate Traffic,” *Computer Communication*, vol. 23(5-6), Page(s): 476-482, 2000.

[14] Yi-Bing Lin, “No Wires Attached : Reaching out with GSM,” *IEEE Potentials*, Page(s): 28-35, October/November 1995.

[15] Christoph Lindemann and Axel Thummler, “Performance Analysis of the General Packet Radio Service,” *In Proc. 21st Int. Conference on Distributed Computing Systems (ICDCS)*, Page(s): 673-680, 2001.

[16] Sz. Malomsoky, Sz. Nádas, G. Tóth and P. Zarándy, “Simulation Based GPRS Network Dimensioning,” *Proc. 12th ITC Specialist Seminar on Mobile Systems and Mobility, Lillehammer, Norway. Vehicular Technology Conference*, Tokyo, Japan, 2000.

[17] M. Mouly and M.-B. Pautet, “The GSM System for Mobile Communications,” M.Mouly, 49 rue Louise Bruneau, Palaiseau, France, 1992.

[18] J.E. Padgett, C.G. Gunther and T. Hattori, “Overview of Wireless Personal Communications,” *IEEE Communications Magazine*, Page(s): 28-41, January 1995.

[19] P. Stuckmann and F. Müller, “GPRS Radio Network Capacity and Quality of Service using Fixed and On-Demand Channel Allocation Techniques,” *In Proc. Vehicular Technology Confernece (VTC spring 2000)*, Tokyo, Japan, May 2000.

[20] C. H. Yoon and C. K. Un, “Performance of Personal Portable Radio Telephone Systems with and without Guard Channels,” *IEEE J. Select. Areas Communication*, vol. 11, Page(s): 911-917, Aug. 1993.

[21] Yi-Bing Lin and I. Chlamtac, “Mobile Network Protocols and Services,” New York: Wiley, 2000.

[22] Yi-Bing Lin, Imrich Chlamtac, “Wireless and Mobile Network Architectures,” Wiley Computer Publishing, 2001.

七、圖表

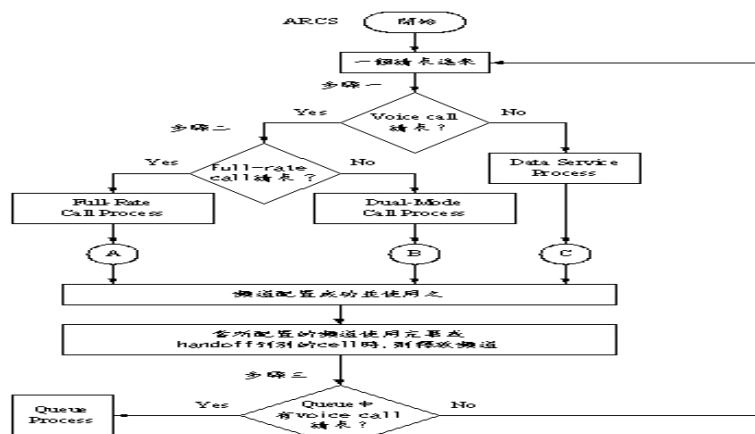


FIGURE 3.1 : ARCS 流程圖

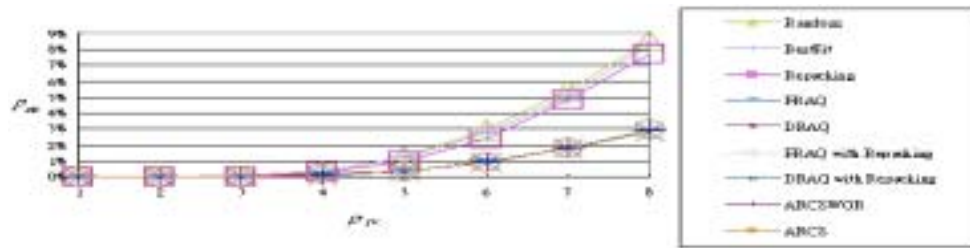


FIGURE 4.1 : full-rate and dual-mode call
 $(s = 16, L = 8, 1/\mu_f = 1/\mu_d = 3, 1/\eta = 30, T = 1, \rho = 5)$

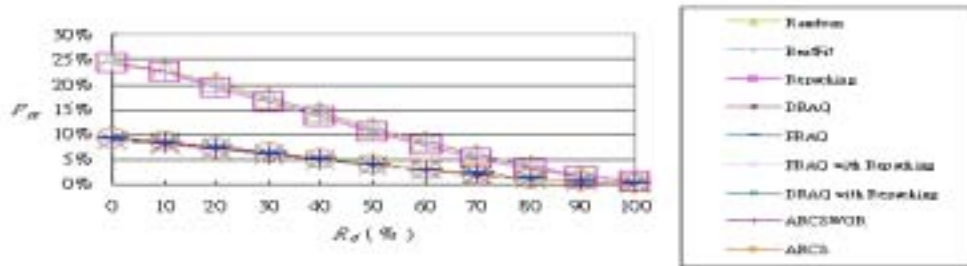
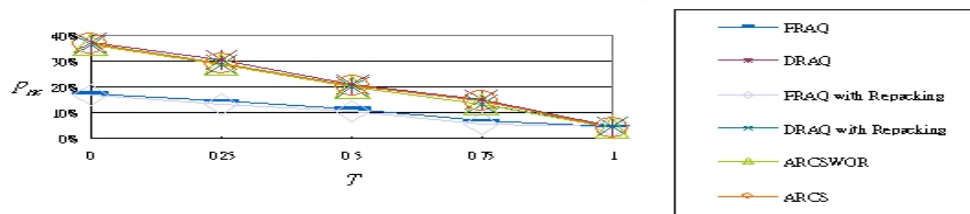
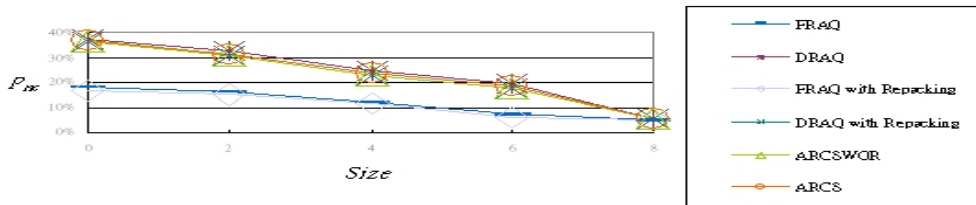


FIGURE 4.2 : dual-mode call ratio

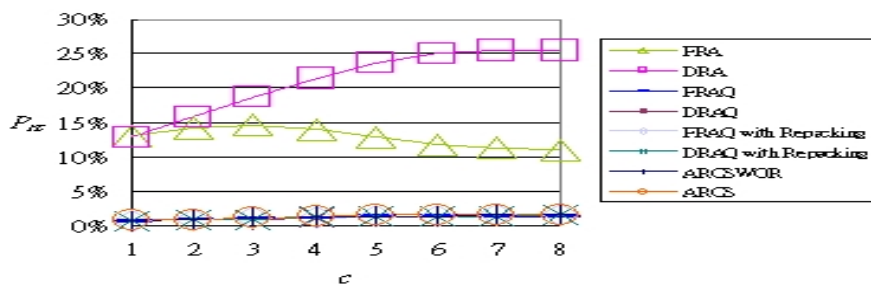


(a) T 對 P_{nc} 的影響

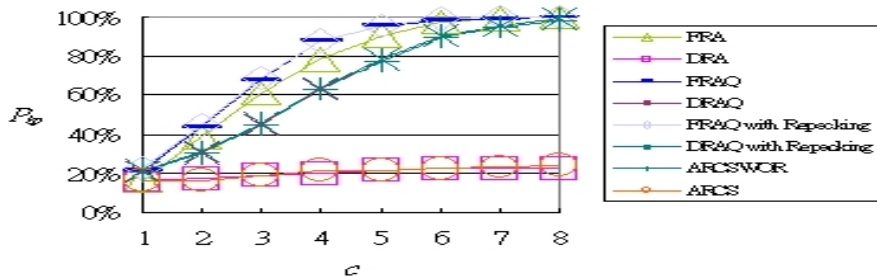


(b) Size 對 P_{nc} 的影響

FIGURE 4.3 : voice call 請求中對於 Queue 所設定 T 與長度情形
 $(s = 16, L = 8, 1/\mu_f = 1/\mu_d = 3, c = 3, 1/\mu_p = 0.5, 1/\eta = 30, T = 1, \rho = 5, \rho_r = 4)$



(a) Effect on P_{nc}



(b) Effect on P_{dp}

FIGURE 4.4 : 混合 voice call 請求及資料封包請求配置頻道的情形 II
 $(s = 16, L = 8, 1/\mu_f = 1/\mu_d = 3, 1/\mu_p = 0.03, 1/\eta = 30, T = 1, \rho = 5, \rho_r = 8)$