

無線區域網路下具服務品質保證之 VoIP 通訊允入控制研究

The Call Admission Control Mechanism for Providing the QoS of VoIP on WLANs

陳奕明

國立中央大學資訊管理系

cym@mgt.ncu.edu.tw

朱柏嘉

財團法人資訊工業策進會
網路及通訊實驗室

nelson@netrd.iii.org.tw

摘要

由於 VoIP 服務對於傳輸品質要求較高，所以在無線網路上提供此類服務需要 QoS 機制來達成。本文主要探討 802.11 無線區域網路下提供 VoIP 等類服務時所需要的 QoS 保證機制，我們專注在各邊緣網路的邊緣路由器或存取節點上的呼叫允入控制(call admission control, CAC) 研究。我們提出一種以 Diffserv 為基礎的網路架構並作用在邊緣網路上的 CAC 機制。此機制可根據頻寬使用情況動態分配頻寬加以動態控制頻寬運用之狀態。另外當存取節點(AP)可用頻寬不夠提供給呼叫要求時，我們也提出動態傳送率調適方法，來達到增加最大網路利用率和減少呼叫被拒絕的目的。我們經由模擬分析證明了此新機制較傳統方法降低約 15% 的呼叫阻絕率。

關鍵詞：服務品質，無線網路，網路電話，允入控制，頻寬管理

Abstract

As VoIP requires higher transmission quality than general applications and the quality of transmission on wireless local area network (WLANs) varies, it is important to support QoS mechanism for VoIP services on WLANs. This paper address this issue and we focus on a Diffserv-based call admission control(CAC) mechanism on the edge router and access points(APs). The features of our approach are two folds: (1) we can allocate different bandwidth for user according to the current available bandwidth of the network, (2) we can adapt the transmission rate of some user to increase total network utilization while decrease blocking rate and dropping rate. Our simulations showed that this approach could decrease 15% blocking rate than that of traditional approach.

Keywords: Quality of Service, Wireless network, Voice over IP, Call admission control, Bandwidth management

一、前言

由於 802.11 WLAN 的普遍和無線 3G 網路的普及，如何在無線網路下提供支援具有 QoS (Quality of Service) 的 VoIP 服務就變成一個很重要的研究議題。其中允入控制(Admission control)因為可以在無線存取節點(Access Point, AP)的頻寬資源不足時限制欲進入之網路使用呼叫，所以變成提供 QoS 的一個重要機制。目前這方面的研究議題又可以分為以下兩類：(1) 頻寬配置問題。此類問題是指如何保留某個無線網路區域內的資源給新生成呼叫(new calls)或換手呼叫(handoff calls)使用。過去有許多相關研究被提出，例如 [1]-[5]。其中一種稱為 guard channel scheme (GCS)[2]的方法是保留固定資源給予換手呼叫使用。此方法在 AP 為換手呼叫保留了某些固定頻道數，如果剩餘的資源可以容納需求的頻寬，新的呼叫連線就建立了。這個方法很簡單，但如果當保留的資源沒被完全利用，造成許多新的呼叫被拒絕時，將會造成較低的頻寬利用率。另外有許多方法使用了機率指標(probability index, PI) [5]及做一些簡單的假設後，來評估換手丟棄率(Handoff dropping rate)。但是這些方法大多花費太多計算時間在計算機率指標使得演算法變得複雜而不適用於經常變動的無線區域網路環境；(2) 頻寬調適的問題。此類問題發生的原因是因為無線網路頻寬可能會發生擁塞，在這種情況下，AP 無法提供正在進入的呼叫所需的頻寬，因此 AP 可以設法降低目前正服務中的呼叫速率，將騰出來的頻寬給新進來的呼叫使用。如此安排可以減低換手呼叫的丟棄機率(Dropping rate)和新的呼叫的阻斷機率(Blocking rate)。

Lee, J.H., et al[4]提出一種可調式的資源配置架構 (adaptive resource allocation scheme) 可改變正在進行的呼叫的頻寬使用等級以達到使用較低的平均頻寬來讓在同一存取點的呼叫數可以達到最多。該方法的缺點是其一視同仁地降低每個進行中呼叫的頻寬, 未考慮個別呼叫的需求 (例如某些呼叫屬於最高服務等級, 其使用的頻寬無論如何都不能被降低); Floyd 等學者提出的方法[8]也有類似彈性不夠的缺點。

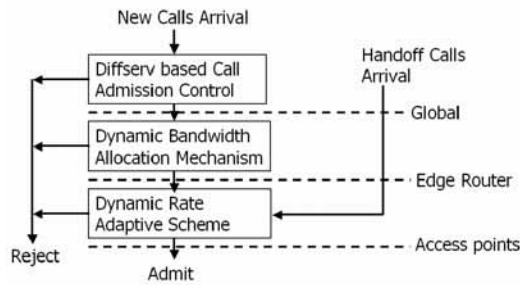


圖 1: SACQW 方法概觀

為改善過去研究的缺點, 本文提出一個在無線網路環境下簡單又能根據網路負載動態調適允入政策的允入方法, 稱為 SACQW (a Simple and Adaptive Call admission control scheme for QoS in Wireless environments)。SACQW 包含三個部分 (參見圖 1): 最上層是 DSCAC (DiffServ based Call Admission Control), 是用來在某一區域網路對外的邊緣路由器(edge router)處理允入控制, 目的是為了給換手呼叫有優先權。由於我們的 DSCAC 完全採用[5]的方法架構, 所以在此不再贅述。

SACQW 的第二部分是動態頻寬分配機制 (Dynamic Bandwidth Allocation Mechanism, DBAM), 該機制的作用是估計頻寬使用並根據動態決定的門檻值來拒絕新生成呼叫(new calls), 以避免太多的新生成呼叫佔用無線網路的頻寬, 造成由別的無線網路換手過來的呼叫無頻寬可用的情況發生。這樣設計隱含的意義就是讓換手呼叫的優先權高於新生成呼叫, 這是因為從使用者的觀點來看, 使用者比較能接受在初始連線時就被拒絕接通勝於通訊連接中被強制中斷。SACQW 的第三部份是動態速率調整機制 (Dynamic Rate Adaptive Scheme, DRAS), 其功用是當某一 AP 可用頻寬不足夠新呼叫 (無論是換手或新生成呼叫) 的要求時, 能夠降低進行中的呼叫傳輸速率, 或是反過來, 當可用頻寬有多餘的時候, 能夠提升原先被降低的呼叫傳輸速率。這樣的設計一方面可以使網路頻寬在擁擠時, 允許現有的連線在 SLA(Service Level Aggrement)約定的範圍內, 降低一點服務品質來減少新呼叫要求

被拒絕的機率, 另一方面又可以在網路頻寬有剩餘的情況下, 提升現有連線的服務品質而不致使頻寬浪費。

本文共分為五節。第一節為簡介, 第二節介紹 SACQW 的動態頻寬分配法, 第三節介紹 SACQW 的動態速率調整機制, 本文除介紹 SACQW 的詳細原理外, 我們也用模擬的方式將 SACQW 與其他的系統做比較, 第四節即說明如何進行模擬以及比較的結果, 最後, 我們在第五節做一簡短結論並提出未來研究的方向。

二、動態頻寬分配機制 (Dynamic Bandwidth Allocation Mechanism)

動態頻寬管理機制的目的是想要達成兩個目標: (1)讓換手呼叫可以優先於新進呼叫服務; (2)要提供優先服務處理給優先呼叫 (例如付較多費用的呼叫)。我們採用了壅塞避免技術 (congestion avoidance technique)[6][7]來達到此目標。我們首先依據不同的服務等級給予不同的最大及最小可用頻寬門檻值, 分別稱為 $B_{min}(k)$ 和 $B_{max}(k)$, 其中 k 代表服務等級, 接著我們定義 $BW^{(a)}(i)$ 代表在第 i 個時間區間的頻寬使用估計值, 表 1 列出這些主要變數的符號和意義。

表 1: DBAM 用到的主要變數

$B_{min}(k)$	Minimum threshold for class k	$B_{max}(k)$	Maximum threshold for class k
$B_{minL}(k)$	Low boundary for $B_{min}(k)$	$BW^{(a)}(i)$	Current assessed bandwidth occupancy in i th period
$B_{minH}(k)$	High boundary for $B_{min}(k)$	$BW^{(r)}(i)$	Current real bandwidth occupancy in i th period
p_r	Current request-rejected probability	max_p	Maximum value for p_r

動態頻寬管理機制的基本概念是當 $BW^{(a)}(i)$ 高於最小門檻 $B_{min}(k)$ 值時, 此機制會開始隨機拒絕新生成呼叫; 假如超過 $B_{max}(k)$, 所有新進呼叫會被阻擋, 在這過程中, $B_{min}(k)$ 可以隨網路負載而動態調整 (參見圖 2), 以盡量降低新進呼叫的阻絕率。現在的問題是如何去動態調整 $B_{min}(k)$?

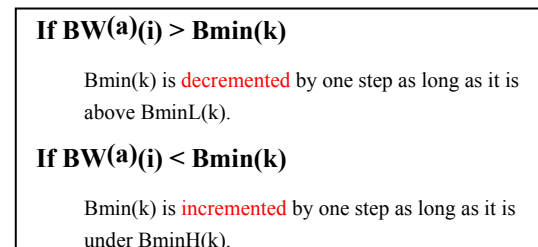


圖 2: B_{min} 的調整

因 $B_{min}(k)$ 和 $BW^{(a)}(i)$ 有關, 所以我們必須能計算 $BW^{(a)}(i)$ 。在此為求計算簡便, 我們不採取繁複求解機率指標的方式, 而是採用根據前一時刻的觀測值 $BW^{(r)}(i)$ 來推估下一時刻的

頻寬使用值 $BW^{(a)}(i+1)$ 。此推估方法是：

$$BW^{(a)}(i+1) = (1-w_1)BW^{(a)}(i) + w_1 * BW^{(r)}(i) \quad \text{---(1)}$$

其中 w_1 代表介於 0 到 1 之間的權重值，可以由系統設計者依據不同網路而決定。

根據式(1)和圖 2 的方法，我們的 DBAM 演算法如圖 3 所示。

```

If  $BW^{(a)}(i) < Bmin(k)$ 
    Admit all calls
    If  $Bmin(k) < BminH(k)$  increment  $Bmin(k)$ 
    If  $BW^{(a)}(i-1) \geq Bmin(k)$  set network load state to Low
If  $Bmin(k) \leq BW^{(a)}(i) \leq Bmax(k)$ 
    Compute probability pa
    
$$pa = \max p \times \frac{BW^{(a)}(i) - Bmin(k)}{Bmax(k) - Bmin(k)}$$

    If  $R < pa$  reject the call request
    If  $Bmin(k) > BminL(k)$  decrement  $Bmin(k)$ 
If  $BW^{(a)}(i) > Bmax(k)$ 
    Reject all calls
    If  $Bmin(k) > BminL(k)$  decrement  $Bmin(k)$ 
    If  $BW^{(a)}(i-1) \leq Bmax(k)$  set network load state to High
    
```

圖 3：DBAM 演算法

在圖 3 所描述的演算法中，當 $Bmin(k) \leq BW^{(a)}(i) \leq Bmax(k)$ 情況發生時，代表有些新的呼叫要求會被拒絕以避免網路負載過大。為求得公平，呼叫被拒絕的選擇方法是隨機的，亦即我們會計算一個新的 pseudo-random number R 給此新到達的呼叫要求，其中 R 是介於 0 到 1 之間均勻分佈的一個隨機亂數。在圖 3 中我們可以發現到，在相同的 $Bmin(k)$ 之下， Pa 的值大致和 $Bmax(k)$ 成反比，但和 $BW^{(a)}(i)$ 成正比，因此在其他條件都相同之下，網路負載愈重（亦即 $BW^{(a)}(i)$ 愈大）， Pa 也愈大，新呼叫要求被拒絕的機率隨之變大。相反地，若服務等級愈高，其 $Bmax(k)$ 值通常也設得愈大，因此新呼叫要求被拒絕的機率也愈小，符合使用者付費愈多，得到服務品質（此處是新生成呼叫阻絕率）也愈好的 QOS 基本目標。

三、動態速率調整機制 (Dynamic Rate Adaptive Scheme)

當行動節點 (Mobile Node, MN) 向某個 AP 請求建立一個新的呼叫或要作換手要求的時候，假如此 AP 可以提供此通話呼叫所要求的頻寬，則換手或是新生成呼叫的程序將會開始。然而，假使有一或多個進行中的呼叫佔用

太多不合理的頻寬，使得 AP 無法提供新呼叫所需要的頻寬的話，新的呼叫要求將會被拒絕。這樣不但導致頻寬浪費，也讓 MN 無法得到所需的服務。因此，我們在本節介紹一個動態速率調整架構 (DRAS)，它是用來管理 AP 中每個呼叫的頻寬分配。這裡的調整是指進入呼叫的頻寬分配（無論是新生成或是換手呼叫）以及依照目前網路狀況來改變 AP 中現有的呼叫傳輸速率等級。DRAS 的主要目的是讓可服務的呼叫數最大並盡可能地提供公平的頻寬分享。

通常在設計這樣一個動態調整速率的架構時，我們必須考慮到下列三個問題：

- 1) 何時啟動此調整機制？
- 2) 哪個現有的呼叫會被調整？
- 3) 被選定的呼叫有多少頻寬將會被調整？

我們的做法是當某特定 AP 用盡資源且有換手呼叫要求進來時，此架構的調整機制就會被啟動去調整擁有最大傳輸速率的呼叫到一個可動態調整的速率： b_{fair} 和 b_{low} （在此我們假設我們系統中所有呼叫的頻寬都是可調整的）。問題是 b_{fair} 和 b_{low} 值應該是多少？我們以下介紹 b_{fair} 和 b_{low} 值的調整機制。

首先我們定義一些參數：我們假設一個呼叫的頻寬會佔用一個離散的值組 $B = \{b_1, b_2, \dots, b_n\}$ ，其中 $b_i < b_{i+1}$ for $i = 1, \dots, n-1$ ，並且 B 中的頻寬值都假設會乘上一個基本頻寬單位（例如可以被接受交談的最低傳送速率）。我們也假設所有呼叫是屬於單一服務等級，例如使用 EF 等級於 Diffserv 來滿足 VoIP 服務的需求，而且它們都使用到集合 B 之中的頻寬。

調整機制的目的通常是盡可能地分配所需求的頻寬給每一個呼叫，換句話說，無論是否可能，一個呼叫將會被分配頻寬 b_i （所需要的頻寬）。但是網路壅塞可能時常會發生，此時 AP 就無法提供所有呼叫所需要的頻寬 b_i 。因此，一或多個呼叫可能被分配/重新分配些微低於 b_i 的頻寬。

這裡，我們的目標是提供最多具有“可接受的頻寬”，以及保證所有呼叫都至少擁有“服務所需最小頻寬”，並且符合“公平調整原則”。這三個目標以及對應的值是動態地依據使用者進行中的呼叫來決定的。可接受的頻寬將由 b_{acpt} 表示，最小的頻寬由 b_{min} 表示，公平的頻寬由 b_{fair} 表示，此外它們的值是由值組 B 中動態決定。因此，調整方機制所提供呼叫的頻寬，最多為 b_{acpt} 而最少為 b_{min} 。

為了要動態決定 b_{acpt} 、 b_{fair} 和 b_{min} ，我們

使用類似上一節介紹的(1)式來動態地計算有多少使用者正在使用某特定的 AP 通話：

$$\text{NoC}^{(a)}(i+1) = (1-w_2) * \text{NoC}^{(a)}(i) + w_2 * \text{NoC}^{(r)}(i) \dots\dots (2)$$

這裡的 $\text{NoC}^{(a)}(i)$ 表示在第 i 個評估時間時進行中呼叫數的估計值，而 $\text{NoC}^{(r)}(i)$ 則表示進行中呼叫數的實際觀測值。

DRAS 是以某個 AP 的進行中呼叫數為基礎來調整編碼傳輸速率，換句話說，當進行中呼叫數很少的時候，所有進來的通話將會取得所要求的頻寬；而 DRAS 只有在可得的頻寬不足的時候才會被啟動。DRAS 監控事先定義的門檻值來決定進行中呼叫與進來呼叫的降低比率為多少。圖 4 列出門檻值例，這裡的最多動態呼叫數被定義為在一個擁有最大有效頻寬的 AP 中，有多少基本傳輸速率的呼叫數。



圖 4: 呼叫數 (number of calls) 的門檻

圖 4 中有四個不同的門檻值，分別表示系統事先指定的 Max_a 、 Max_b 、 Max_c 、 Max_d ，其中 Max_b 、 Max_c 、 Max_d 都屬於整數，並且 $\text{Max}_a < \text{Max}_b < \text{Max}_c < \text{Max}_d$ ， Max_a 最小，表示該允許進入該無線網路的使用者人數愈少，每個使用者(或呼叫)分配到的頻寬也愈大。假設在呼叫數 Max_i 下，每個呼叫所能使用的最大頻寬為 b_i ，其中 $i = \{a, b, c, d\}$ ，則 $b_a > b_b > b_c > b_d$ 。

表 2: DRAS 的符號表示

b_{acpt}	acceptable bandwidth at most
b_{fair}	fair bandwidth
b_{low}	minimum bandwidth
b_{req}	the requested bandwidth by a call
B_A	available bandwidth in the given access point

根據 $\text{NoC}^{(a)}(i)$ 的值，我們可以估計在第 i 個時間區段中進行中的呼叫數。圖 5 詳細描述 DRAS 的演算法。DRAS 演算法會用到的符號說明於表 2。

在 DRAS 的調整機制中有兩個功能。一個是當 AP 可得的頻寬不能滿足進來呼叫(換手或新生成通話)的要求時，用來減少進行中呼叫的傳輸速率，圖 6 為降低的方法。

相反地，假如一個呼叫離開或是結束，則

BA 將會增加。目前 BA 和之前 BA 的差額可能可讓一或多個呼叫來提升它們的頻寬。提升的調整機制會相繼地調整呼叫目前的頻寬到一個公平的頻寬。DRAS 會去比較過去和目前的控制時期的線上使用者數。

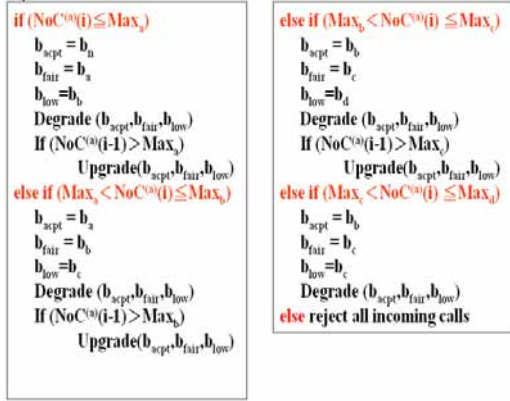


圖 5: DRAS 演算法

假如線上使用者數在目前的控制時期比過去低的話，則升級使用者頻寬的機制會啟動。假如在兩個連續時期，呼叫評估數由低於 Max_b 改變到高於 Max_b ，則 DRAS 會檢查 BA，若目前分派的頻寬低於 b_b 並要求高於 b_b 的頻寬的呼叫，就會去調整其分配的頻寬。DRAS 的提升機制說明於圖 7。

```

Function Degrade (int  $b_{\text{acpt}}$ , int  $b_{\text{fair}}$ , int  $b_{\text{min}}$ )
{
    if ( $B_A \geq b_{\text{fair}}$ )
         $b_i = \text{Min}(B_A, b_{\text{acpt}}, b_{\text{req}})$ 
        allocate  $b_i$  to the incoming call
    else if ( $B_A < b_{\text{fair}}$  and  $B_A + B_F > b_{\text{fair}}$ )
        Decrease ongoing Calls to  $b_{\text{fair}}$ 
         $b_i = \text{Min}(B_A, b_{\text{acpt}}, b_{\text{req}})$ 
        allocate  $b_i$  to the incoming call
    else if ( $B_A \geq b_{\text{min}}$  and  $B_A + B_F < b_{\text{fair}}$ )
         $b_i = \text{Min}(B_A, b_{\text{acpt}}, b_{\text{req}})$ 
        allocate  $b_i$  to the incoming call
    else if ( $B_A < b_{\text{min}}$  and  $B_A + B_F > b_{\text{min}}$ )
        Decrease ongoing Calls to  $b_{\text{fair}}$ 
         $b_i = \text{Min}(B_A, b_{\text{acpt}}, b_{\text{req}})$ 
        allocate  $b_i$  to the incoming call
    else if ( $B_A < b_{\text{min}}$  and  $B_A + B_L > b_{\text{min}}$ )
        Decrease ongoing Calls to  $b_{\text{low}}$ 
         $b_i = \text{Min}(B_A, b_{\text{acpt}}, b_{\text{req}})$ 
        allocate  $b_i$  to the incoming call
    else reject the incoming call
}
    
```

圖 6: DRAS for degrading 演算法

相反地，假如一個呼叫離開或是結束，則 BA 將會增加。目前 BA 和之前 BA 的差額可能可讓一或多個呼叫來提升它們的頻寬。提升

的調整機制會相繼地調整呼叫目前的頻寬到一個公平的頻寬。DRAS 會去比較過去和目前的控制時期的線上使用者數。假如線上使用者數在目前的控制時期比過去低的話，則升級使用者頻寬的機制會啟動。假如在兩個連續時期，呼叫評估數由低於 $Maxb$ 改變到高於 $Maxb$ ，則 DRAS 會檢查 BA，若目前分派的頻寬低於 bb 並要求高於 bb 的頻寬的呼叫，就會去調整其分配的頻寬。DRAS 的提升機制說明於圖 7。

```

Function Upgrade (int  $b_{acpt}$ , int  $b_{fair}$ , int  $b_{min}$ )
{
    for all ongoing calls with  $b_{cur} < b_{fair}$ 
    {
         $B_{diff} = b_{fair} - b_{cur}$ 
        if ( $B_A \geq B_{diff}$ )
             $b_i = \text{Min}(B_A, b_{acpt}, b_{req})$ 
            allocate  $b_i$  to the incoming call
        else if ( $B_A < B_{diff}$  and  $B_A + B_F > b_{diff}$ )
            Decrease ongoing Calls to  $b_{fair}$ 
             $b_i = \text{Min}(B_A, b_{acpt}, b_{req})$ 
            allocate  $b_i$  to the incoming call
        else
            break
    }
}

```

圖 7: DRAS for upgrading 演算法

四、系統模擬與結果討論

4.1 參數設定

我們經由調整一個 C 語言寫成的程式中的參數來模擬實際演算法的操作。我們假設新的呼叫與換手呼叫是 Poisson 分配且平均值分別表示為 λ_n 和 λ_h 。呼叫持續時間平均值則成指數分配表示成 $1/\mu$ 。從進入一個無線存取點到離開的時間也是呈指數分配，平均值表示成 $1/h$ ，其中 h 也被稱為換手率 (handoff rate)，意指著呼叫有多快被換手從一個無線存取點到另一個。另外我們假設這些變數相互獨立。

我們設定 $1/\mu$ 為 500 秒，而 $1/h$ 設定成 100 秒，每個時間區段間隔為 20 秒。當呼叫到達時，我們隨機分配一個由 1 到 10 倍最小可接受的 codec 的頻寬使用值。以一般使用者經驗在 G.723 以上是電話交談可以接受甚至無法分別出與 PSTN 傳統電話的差異(人耳靈敏度因人而異甚至可以訓練的)，我們採較保守的估計以 G.729 為較佳通話品質，而 G.729 在 IP 網路傳輸需要 24kbps 的頻寬。因此在這裡，最小可接受的 codec 使用值指的是 VoIP 最小可接受值，我們假設為 25kbps。

4.2 模擬結果

模擬一

目標：比較與 Guard Channel Scheme (GCS) 的表現。

參數設定：Erlang load 定義為 λ_n/μ ，值從 0 到 500 間改變。我們設定 $B_{min}=0.6 \sim 0.8$ ， $B_{max}=0.9$ 且設定 guard channel ratio 為 0.7 和 0.9。

結果：圖 8、9 顯示我們的方法與 GCS 在 Erlang load 增加時的比較。從圖 8、9 中我們可以看出 DBAM 可以在新生成呼叫阻絕率上升時有較低的換手呼叫丟棄率。

從上面圖形中我們也可以很清楚地觀察到減少換手呼叫丟棄和增加新的呼叫阻絕之間的取舍 (trade off) 關係。圖中也顯示了當我們增加 Erlang 的值時，換手丟棄機率和新生成呼叫阻絕機率會增加，這是因為增加 Erlang 的值代表流量漸漸達到擁塞，換句話說進入的呼叫比離開的頻率還高。當呼叫要求很高時，允入控制機制會拒絕大部分的新呼叫。

比較圖 8, 9 的 GCS 和 DBAM, 我們可以觀察到圖 9 中使用 DBAM 的方法的換手丟棄機率 DBAM 和 GCS 的很接近，特別是當 DBAM 的 $maxp$ 設定為 0.9~1.0，和 GCS 的保留頻寬比率為 0.7 時，然而在圖 8 中 DBAM 的新生成呼叫阻絕機率卻比 GCS 的機率低了 15% 左右。

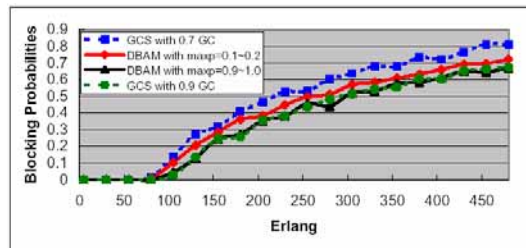


圖 8: 新的呼叫阻絕率

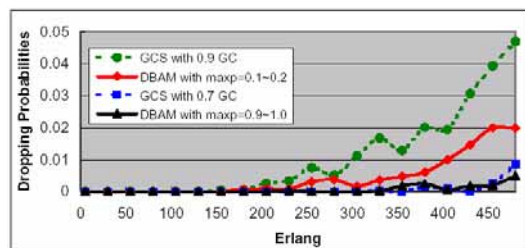


圖 9: 換手呼叫丟棄率

另一方面，我們看在圖 8 中 $maxp=0.9 \sim 1.0$ 的曲線和 0.9 保留頻寬的曲線是非常接近的，再觀察在圖 9 的這兩條曲線，它展示出 DBAM 表現比 GCS 具有較低的換手丟棄率。

這兩條曲線的不同大約是 4%。所以會有此差異是因為當頻寬使用值超過給定的門檻，使用 GCS 所有的新生成呼叫將被阻絕，但在我們的方法中，我們藉由一個動態阻絕方法來漸漸的阻絕新生成呼叫，因而達到較好的效能。

模擬二

目標:比較採用調適傳輸速率方法與否的影響。

參數設定:我們設定使用者最大數目 U 為 400 人和 $Max_a = 0.125 * U$, $Max_b = 0.2 * U$, $Max_c = 0.5 * U$, $Max_d = 1 * U$. 其他參數與前一模擬相同。

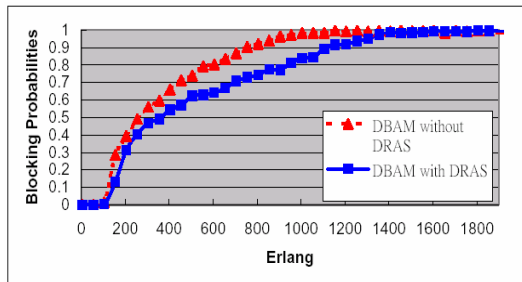


圖 10: 新生成呼叫阻絕率

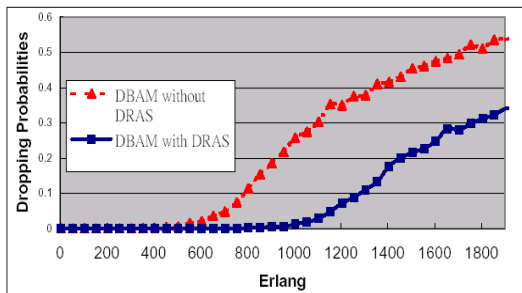


圖 11: 換手丟棄率

結果: 圖 10, 11 展示了在改變 Erlang 時, 採用調整速率機制 DRAS 與無採用的方法間的丟棄和阻絕機率的的不同。圖 10 顯示採用 DRAS 的曲線, 新生成呼叫的阻絕機率如同我們所預期的比未採用調適機制的方法還要低。當資源不足時, DRAS 調整目前線上連線呼叫的傳輸速率以使最多呼叫可以存取網路頻寬資源, 如此減少呼叫被阻斷率。此外, 新生成呼叫經由降低正進行呼叫的頻寬使用而降低較少被阻絕的機率。圖 11 也顯示出相對於 erlang 的增加與換手丟棄機率的改變, 由此圖可知, DRAS 比未採用調適傳輸速率獲得較低的新呼叫阻絕率與換手呼叫丟棄率。由於所許許多多媒體應用, 像是聲音或影像, 都允許降低一些傳輸率而不致影響太多的傳輸品質, 換句話說, 只要現有的連線在可接受範圍內, 犧牲一點服務品質, 就可以提高系統整體的服務品質 (此處是指降低新呼叫請求被拒絕的機率), 此時 DRAS 提供了非常彈性的頻寬資源管理

機制來最有效地使用有限的無線網路頻寬。

模擬三

目標:測試 SACQW 能否處理不同分類的服務: 高優先權與低優先權呼叫

參數設定: 我們為高優先權的服務設定 $B_{min} = 0.6 \sim 0.7$, $B_{max} = 0.9$, 和 $max_p = 0.02$, 低優先權的服務設定 $B_{min} = 0.5 \sim 0.6$, $B_{max} = 0.8$, 和 $max_p = 0.1$ 。

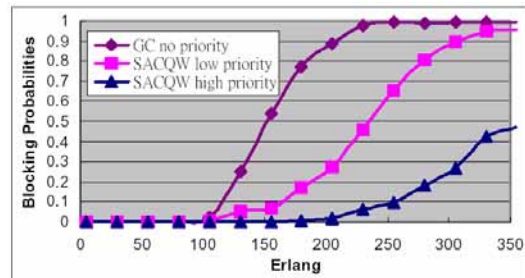


圖 12: SACQW 與 GCS 對不同服務的比較

結果: 圖 12 表示在邊緣路由器的新呼叫阻絕率。我們可以看到在兩個分類中有不同的阻絕率。這表示 DBAM 可以藉由設定不同的門檻與 max_p 動態地提供不同服務分類。當我們設定 B_{min} 和 B_{max} 的門檻高而且設定 max_p 低時, 我們可以得到高優先權的服務, 反之如果我們設定 B_{min} 和 B_{max} 的門檻低而且設定 max_p 高時, 我們可以得到低優先權的服務。guard channel 曲線表示當頻寬佔有超過高優先權 B_{min} 的門檻時, 如果 GCS 拒絕了新呼叫的要求, 將會比我們的方法有較高的阻絕率。

4.3 討論

上面的模擬一證明了我們的方法比 GCS 新呼叫阻絕機率小了 15%。由於在無線環境下提供 QoS 頻寬管理是重要的議題, 因此我們可以使用我們的方法來管理無線鏈結的頻寬。換句話說, 我們可以給予換手呼叫較高優先權以提高使用者滿意度。對於在無線網路下的 VoIP 服務來說, 最重要的考量是在降低換手強制中斷機率。因此, 在我們的 SACQW 使用 DBAM 可以提供較低的丟棄機率, 且不須去犧牲許多新呼叫需求來提供較高的換手接受率。

另外, 我們的方法可以根據不同優先權的呼叫提供不同服務類別。由於 Internet 上的呼叫變動很大, 經由提高 B_{min} 和 B_{max} 的值並降低 max_p 的值, 我們可以得到高優先權 level 的服務, 這對有許多呼叫等級的網路來說非常有彈性且有用的。

五、結論

由於 VoIP 服務對於傳輸品質要求較高，所以要在無線網路上提供此類服務需要有 QoS 機制。因此這樣的議題變成目前很重要的研究方向。在本文中我們提出一個簡單的方法能根據網路狀況配置網路頻寬給使用者並且能讓換手呼叫能獲得較高的優先權以增加使用者滿意度，我們也提供傳輸速率調整的方法來讓網路的使用率能達到最高。

我們的模擬結果顯示，我們的方法可以比傳統 guard channel scheme 減少新生呼叫阻絕率達 15%。主要的原因是因為我們是動態的丟棄新生呼叫而不是像 guard channel scheme 直接阻斷呼叫要求。模擬的結果也顯示，具有調整傳輸速率能力的方法比未具調整傳輸速率的方法有更低的丟棄與阻絕機率。這顯示網路的頻寬資源可以提供給更多使用者使用，大大增加了網路的利用率。我們的方法也提供不同優先等級的呼叫可以獲得不同的優先服務等級，從模擬三我們可以發現我們的方法確實可以讓優先等級高的呼叫獲得較低的阻絕機率，因此高優先權的呼叫將得到較好的呼叫滿意度。

我們的機制雖然提供可調適傳輸速率的方法，然而在我們提出的網路架構下，我們尚未考量如何因應調整頻寬使用而需要和各個 client 間的訊息交換 overhead 的問題，因此如何降低這些 overhead，可以是未來的研究方向。

致謝

本研究由經濟部委託財團法人資訊工業策進會通訊軟體關鍵技術開發五年計畫分包辦理。

參考文獻

- [1] D. Chalmers and M. Sloman, "A Survey of Quality of Service in Mobile Computing Environments," IEEE Communications Surveys, pp. 2-10, Apr. 1999.
- [2] E. S. El-Alfy and Y. D. Yao and H. Heffes, "Adaptive resource allocation with prioritized handoff in cellular mobile networks under QoS provisioning," Vehicular Technology Conference, pp. 2113-2117, 2001.
- [3] J. Rosenberg and H. Schulzrinne and G. Camarillo et al, "SIP: Session Initiation Protocol," IETF RFC 3261, June 2002.

- [4] J. H. Lee and T. H. Jung and S. U. Yoon et al, "An adaptive resource allocation mechanism including fast and reliable handoff in IP-based 3G wireless networks," IEEE Personal Communications, Issue 6, pp. 42-47, Dec 2000.
- [5] J. Kuo, "Dynamic QoS Management for Wired and Wireless IP Networks," IMSC's 2001 NSF Report, 2001.
<http://imsc.usc.edu/demos/research/dynQoS.html>
- [6] N. Rouhana and E. Horlait, "Dynamic Congestion Avoidance Using Multi-Agents Systems," GRES'2001,
<http://link.springer.de/link/service/series/0558/bibs/2164/21640001.htm>
- [7] S. Floyd and V. Jacobson, "Random Early Detection Gateways for Congestion Avoidance," IEEE/ACM Transactions on Networking, Aug. 1993,
<http://www.icir.org/floyd/papers/red/red.html>
- [8] T. Kwon and Y. Choi and C. Bisdikian et al, "QoS provisioning in wireless/mobile multimedia networks using an adaptive framework," Wireless Networks, pp. 51-59, Jan 2003
- [9] Y. Bernet and P. Ford and R. Yavatkar et al, "A Framework for Integrated Services Operation over DiffServ Networks," IETF RFC 2998, Nov. 2000.
- [10] Y. Cheng and W. Zhuang, "DiffServ resource allocation for fast handoff in wireless mobile Internet," IEEE Communications Magazine, vol. 40 Issue 5, pp. 130-136, May 2002