

發明專利說明書

(本說明書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：96142624

※申請日期：96.11.8

※IPC 分類：H04W 88/08 (2009.01)

H04W 88/12 (2009.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

在無線寬頻基地台的延遲與調變感知動態頻寬分配之方法/Latency and modulation - aware dynamic bandwidth allocation method for wireless broadband base stations

二、申請人：(共 1 人)

姓名或名稱：(中文/英文)

國立交通大學/National Chiao Tung University

代表人：(中文/英文)

吳重雨/Wu chung-Yu

住居所或營業所地址：(中文/英文)

新竹市大學路 1001 號 /No.1001, Ta-Hsueh Rd., Hsinchu City 300,
Taiwan (R.O.C.)

國 籍：(中文/英文) 中華民國/ROC

三、發明人：(共 4 人)

姓 名：(中文/英文)

1. 林盈達/ Ying-Dar Lin
2. 林義能/ Yi-Neng Lin
3. 吳哲文/ Che-Wen Wu
4. 賴源正/ Yuan-Cheng Lai

國 籍：(中文/英文)

1~4 中華民國/R.O.C.

四、聲明事項：

主張專利法第二十二條第二項 第一款或 第二款規定之事實，其事實發生日期為： 年 月 日。

申請前已向下列國家（地區）申請專利：

【格式請依：受理國家（地區）、申請日、申請案號 順序註記】

有主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

無主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

主張專利法第二十九條第一項國內優先權：

【格式請依：申請日、申請案號 順序註記】

主張專利法第三十條生物材料：

須寄存生物材料者：

國內生物材料 【格式請依：寄存機構、日期、號碼 順序註記】

國外生物材料 【格式請依：寄存國家、機構、日期、號碼 順序註記】

不須寄存生物材料者：

所屬技術領域中具有通常知識者易於獲得時，不須寄存。

五、中文發明摘要：

新一代的無線寬頻系統在高速行動無線網路下可支援高速率且長距離的傳輸。然而連線品質受到長距離及空氣干擾而不穩定，使得及時應用程式面臨嚴峻的考驗。因此，需要一個適當的頻寬分配演算法及設備同時滿足及時應用程式延遲要求且充分利用可用的頻寬來提供差異式服務和公平性。在本發明中提出一個在基地台藉由考慮調適調變及編碼比率與需求急迫性的最高急迫優先演算法來克服上述的問題。在上下行頻寬的動態調節中，分別優先保留其最急迫請求的頻寬，接著根據其餘上下行不急迫請求的需求量比例地分配剩餘頻寬。在上下行獨自分配頻寬給行動裝置階段，則利用一新穎的係數來決定每個需求的急迫性，以最急迫優先的分配方式來反映出延遲保證與公平性。

六、英文發明摘要：

The new generation wireless broadband system provides high data rate for the mobile wireless network. However, the link quality is frequently unstable owing to the long-distance and air interference, leading to the crucible of real-time applications. Thus, a bandwidth allocation algorithm and apparatus are required to satisfy (1) the latency requirement for real-time applications while supporting (2) service differentiation and (3) fairness. This invention proposes a new method of bandwidth allocation in base station to conquer the above challenges by taking into consideration the adaptive modulation and coding scheme (MCS) and the urgency of requests. This approach determines the downlink and uplink sub-frames by reserving the bandwidth for the most urgent requests and then proportionating the remaining bandwidth according to the non-urgent ones. Then, independently in the downlink and uplink, the invention allocates bandwidth to every MS according to a pre-calculated U-factor which considers urgency, priority and fairness.

七、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第(1)圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

上行	100
下行	200
延遲轉換器	300
佇列	400
上行佇列	410
下行佇列	420
訊框產生器	500
頻寬請求轉換器	510
上下行次訊框控制器	520
頻寬分配器	530
上行頻寬分配器	531
下行頻寬分配器	532
地圖產生器	540
上行地圖產生器	541
下行連接鏈地圖產生器	542

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

九、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明關於一種在無線寬頻基地台的延遲與調變感知動態頻寬分配之方法，特別是一種針對每個不同的無線終端機當下與基地台的調變模式，因應不同服務串流的延遲需求，動態地決定上下行頻寬的分配，保證不同需求的服務串流之延遲，並公平地分配頻寬給予不同的服務類別之頻寬分配之設備及其方法。

【先前技術】

由於無線環境上的頻寬相當珍貴，因此新一代的無線寬頻系統需要基地台對於上下行的頻寬做分配，以支援更高速與長距離的傳輸，而非像傳統的 Wireless LANs 的基地台主要靠競爭 (Contention) 的方式爭搶頻道 (Channel) 的使用權。

目前對於無線寬頻系統基地台的頻寬分配演算法，對於如何保證及時應用程式 (Real-time Application) 的品質尚未有一個相當好的方法。目前主要是用傳統有線網路的頻寬分配方法來加以實作。由於在無線環境下傳輸品質受到相當多的干擾，因此傳輸速率實在是不穩定，而其傳輸速率又將反映在其調變模式與編碼比率 (Modulation and Coding Scheme, MCS) 上，因此在做頻寬分配時，應該將 MCS 的因素考慮進來，而非單純的考慮要求頻寬，需將其要求的頻寬對應所用的 MCS 轉換成所需求的時間槽數目。

在支援不同服務類別的服務串流上，目前的技術或研究主要是針對不同的服務類別使用不同的頻寬分配演算法，因此一台基地台上可能需要多種演算法，增加設計複雜度。

雖然利用傳統有線的頻寬分配演算法能夠多少滿足及時應用程式的品質，然而當整個頻寬擁塞時其表現將會有很大的落差。

在滿足即時應用程式品質的同時，也應同時考慮到各個不同服務類別間的公平性，目前仍然沒有一個相當好的解決方案。

相關之先前技術例舉如下：

美國專利[7, 127, 255] 號 Wireless point to multipoint system: 此篇專利主要提出一個點對多點的無線系統架構，透過基地台 (Base Station) 對其所服務的終端機 (Terminal) 所要求的頻寬做分配，並分別描述其每個元件及機制，然後由於不同的服務串流其分別屬於不同的應用程式，當在做頻寬分配時需要考慮到其不同的特性以維持程式的品質，而在此篇專利並沒有提出適當的頻寬分配的方法。而本申請案乃是針對在同樣的架構下，對於頻寬分配的方法，做更周全的分配以維持不同應用程式的品質及公平性。

在其他的專利前案中也有對於不同的要求的服務串流使用不同的頻寬分配演算法：

美國專利[7, 002, 985]號 Method and apparatus for organizing and scheduling multimedia data transfer over a wireless channel:

此專利主要將所有的服務串流區分為延遲感知

(delay-sensitive) 和非延遲感知 (non-delay-sensitive)，而其分配乃是探討如何對於時槽 (time-slot) 的分配，主要是依據乃是先將延遲感知 (delay-sensitive) 的頻寬需求分配完或是當其最大的時槽 (time-slot) 已滿載，才更換分配頻寬給予非延遲感知 (non-delay-sensitive) 的服務串流。此專利其分配方式將會使非延遲感知 (non-delay-sensitive) 的服務串流遭遇到不公平的對待。本申請案所提出的方法則是能夠盡可能的滿足兩者。而此專利主要對於服務串流類別區分原則太過粗糙，在同樣是延遲感知 (delay-sensitive) 的服務串流，其要求仍然有可能不一樣，因此在分配上需要更詳細的考量。

美國專利[7, 177, 275]號 Scheduling method and system for communication systems that offer multiple classes of service:

此專利將利用一種分配的方法來滿足不同的服務類別，其類別分

為四類：(1) CBR，(2) nrt-VBR，(3) MGR，(4) UPR，其所使用的方法主要是利用繼承輪替 hierarchical round-robin(HRR) 及欠缺輪替 deficit round-robin(DRR)，並優先保證 nrt-VBR 和 MGR 類別的最小傳輸速率，然後再公平的分配給其他的類別。在此專利中雖然優先滿足其最小傳輸速率，但是此並不保證能夠維持一定的延遲，而當延遲過大則對即時應用程式也將是一大損害。本申請案則以延遲的角度切入，使得能夠滿足即時應用程式的品質。在文獻方面，目前尚未有根本申請案一樣的頻寬分配演算法。以下兩篇皆是利用每個類別內部根據不同的服務類別使用既有在有線網路下的排程方法來對於頻寬請求做頻寬分配：

[1] K. Wongthavarawat, A. Ganz, "IEEE 802.16 Based Last Mile Broadband Wireless Military Networks with Quality of Service Support," MILCOM, Oct. 2003 :

此篇所列的頻寬分配演算法，主要在根據不同的服務類別內部使用不同的頻寬分配演算法，而在不同的服務類別之間則是擁有不同的優先權，而其分配方式完全從最高優先權的開始分配，等到高優先權的分完在分給較低優先權的服務類別。此方法只考慮到上行連接鏈的分配，而容易造成整個系統頻寬表現降級，因為缺乏對於下行連接鏈頻寬的分配。另一方面，由於在分配上都是從高優先權的類別開始分配，因此低優先權的類別將會有飢餓的現象發生，造成不公平的現象。

[2] J. Chen, W. Jiao, H. Wang, "A Service Flow Management Strategy for IEEE802.16 Broadband Wireless Access Systems in TDD Mode," ICC, May 2005 :

此篇為了解決上篇不公平與只考慮上行連接鏈頻寬所產生的降級，則多使用一個對應每個服務串流的最大支持傳輸速率 (Maximum Sustained Rate, MSR) 當作每個服務類別的 Deficit Counter，當每個服務類別所分配到的頻寬超過其 Deficit Counter 則就換分配給下一個優先權較高的類別，此方法有一個極

大的問題在於如何設定每個服務串流 MSR 並沒有明確定義而如何找到一個適當的 MSR 不是一件簡單的事情。而其則將上下行連接鏈同時考慮進來，但是其方法在實際的系統的實行不是那樣的可行。

以下三篇則利用不同的方法來完成頻寬分配：

[3] Y. N. Lin, S. H. Chien, Y. D. Lin, Y. C. Lai, M. Liu, "Dynamic Bandwidth Allocation for 802.16e-2005 MAC," Book Chapter of "Current Technology Developments of WiMax Systems," edited by Maode Ma, to be published by Springer, 2007 :

本篇主要利用其所定義的 A-Factor 比例式的分配頻寬給不同的服務串流，並且最後加總給其所屬的無線終端機(Mobile Station)，以比例式的分配頻寬並不是那樣的恰當，因為容易造成需要多頻寬的時候反而給得比較少，反之需要少的時候則有多給的情況。

[4] A. Sayenko, O. Alanen, J. Karhula, T. Hamalainen, " Ensuring the QoS Requirements in 802.16 scheduling," ACM MSWiM ' 06, Oct. 2006 :

本篇考慮到每個不同無線終端機的調變模式與編碼比率 (Modulation and Coding Scheme)，但是其主要的分配方法仍是依優先權由高往低的方式來分配，因此會有不公平的情況發生，且對於及時應用程式的品質維護沒有特別考量，所有類別皆依同樣的分配方式。

[5] M. Andrews et al., "Providing Quality of Services over a Shared Wireless link," IEEE Communication Magazine, pp. 150-154, Feb. 2001 :

此篇主要利用在每個服務佇列中的第一個頻寬請求其在佇列中的等待時間或者是整個佇列中頻寬請求的量來分配頻寬，以這兩個當作分配的標準並不是那樣的保證即時應用程式的品質。

【發明內容】

有鑑於先前技術中一般的無線寬頻基地台對於頻寬分配尚缺少一個整合性並且同時考慮延遲保證的分配方法之缺失，本發明同時考慮在無線環境下的調變模式與服務串流的延遲需求，提供延遲保證與公平的服務。並動態地決定上下行的頻寬大小的分配。本發明解決目前主要頻寬分配的三個缺點：缺少調變模式的考量，服務串流延遲保證的不足，以及不同服務類別公平性待遇之缺失。本發明特徵在於考慮每個不同的無線終端機當下與基地台的調變模式，因應不同服務串流的延遲需求，動態地決定上下行頻寬的分配，保證不同需求的服務串流之延遲，並公平地分配頻寬給予不同的服務類別。

【實施方式】

為使此領域具通常知識者能夠充分瞭解本發明之具體實施方式，於此特舉一實施例搭配圖式以資說明，其中本方法之一較佳實施例係透過無線寬頻基地台進行，分段論述如下：

A. 使用本方法之無線寬頻基地台頻寬分配實施方式與運作流程

1. 圖 1 所示是一個無線寬頻基地台頻寬分配方法的實例流程圖。

當一個頻寬請求(Bandwidth Request, BWQ)經由上行(Uplink, UL) 100 或下行(Downlink, DL) 200 抵達基地台，這時延遲轉換器(Latency Translator, LT) 300 將會對於頻寬請求標上其最後期限(Deadline)，接著放進所屬的服務類別(Service Class)的佇列(Queue) 400 中。在訊框產生器(Frame Generator, FG) 500 中，定期的產生訊框，用以承載資料(data)與頻寬分配地圖(MAP)，簡稱地圖，透過天線傳送器(Transmitter)傳送給各個終端設備。

2. 分別屬於某一種服務類別的服務串流(Service Flow, SF)都有屬於自己的佇列，而根據上行與下行之區別，可進一步分為上

行佇列(Uplink Queues, ULQ) 410 與下行佇列(Downlink Queues, DLQ) 420。

3. 在訊框產生器 500 中，主要由一個頻寬請求轉換器(Bandwidth Request Translator, BRT) 510，上下行次訊框控制器(Uplink/Downlink Sub-frame Controller, ULSC/DLSC) 520，頻寬分配器(Bandwidth Allocator, BWA) 530，地圖產生器(MAP Generator, MG) 540 所構成。其中頻寬分配器與地圖產生器又可分為上行頻寬分配器(Uplink Bandwidth Allocator, UBWA) 531 和上行地圖產生器(Uplink MAP Generator, UMG) 541 與下行頻寬分配器(Downlink Bandwidth Allocator, DBWA) 532 和下行連接鏈地圖產生器(Downlink MAP Generator, DMG) 542。

B. 延遲轉換器 LT 300 的內部運作

1. 當有一個 BWQ 進入基地台時，LT 300 會參考其所屬 SF 的服務類別，及其最大延遲時間(Maximum Latency, ML)，根據 FG 的訊框時間(Frame Duration, FD)，得到此 BWQ 的最後期限(Deadline) = $\lfloor \frac{ML}{FD} \rfloor$ ，以求得此 BWQ 需要在多少訊框內被分配頻寬。如果此 BWQ 並無設定其 ML，或是其所屬服務類別無此參數，則將其最後期限設定為-1。
2. 在 BWQ 被設定最後期限，則將其放置到所屬的佇列中。如果是要求分配 UL 頻寬放在 ULQ 410 中，DL 的則放在 DLQ 420 中。

C. 訊框產生器 FG 500 的內部運作

1. FG 500 在產生每張訊框前做計算前，首先透過 BRT 510 將所有在佇列中的 BWQ，根據其所屬的服務串流，對應其屬於的無線終端機(Mobile Station, MS)當下所使用的調變模式與編碼比率(Modulation and Coding Scheme)，計算出此 BWQ 所請求的頻寬在訊框中需要的時間槽(slot)數目。
2. 接下來 FG 500 針對每張訊框透過 DLSC/ULSC 520 計算出 DL 與 UL 在此訊框分別可以分配到的頻寬，DLSC/ULSC 520 運作方式

如下。首先所有位於 ULQ 410 和 DLQ 420 中最後期限等於一的 BWQ，根據 C.1 所計算出其需要多少時間槽數量，分成 UL 與 DL 之個別加總，以優先計算出 UL 和 DL 分別至少需保留多少頻寬給這些最急迫的 BWQ，接著如果每個 SF 另外有其最小保留速率 (Minimum Reserved Rate, MRR) 參數，則將其轉換成需要的時間槽數目，在扣掉其佇列中擁有最後底限等於一的 BWQ 已經優先被保留的時間槽數目，再以 UL 和 DL 的區分方式作加總。經由以上兩個計算，能夠得知 UL 與 DL 次訊框至少需要多少頻寬，而在整個視框中扣掉這些被優先保留所剩餘的頻寬，則利用在 ULQ 410 與 DLQ 420 所有 BWQ 其最後底限大於一的頻寬請求，先優先透過 C.1 的轉換成需要的時間槽數目，以 UL 和 DL 的角度作加總，再利用此最後加總所得數目依比例分配剩下的頻寬給 UL 與 DL。

3. 透過 C.2 此時 FG 500 可以得知在此張訊框中 UL 與 DL 次訊框各應該分別得到多少頻寬，因此下一步驟便是在 UL 與 DL 個別對其所屬的佇列中的 BWQ 做頻寬分配，所以在 BWS 530 中則區分為 UBWA 531 和 DBWA 532，於此二者之分配方式相同，以下將用 UBWA 做介紹。透過 UBWA 531，由 C.2 計算出，UL 次訊框可以得到之頻寬，並以時間槽數目的形式呈現。接下來對 ULQ 410 裡每個佇列裡的 BWQ 做分配，先搜尋所有佇列，如果發現其佇列中有最後期限為一的 BWQ，則參考 C.1 所計算出該需求頻寬所轉換的時間槽數目，優先分配其需求的時間槽數目給此佇列，並移除此最後底限為一的 BWQ。當所有佇列搜尋完，亦即處理完所有最後期限等於一的 BWQ 後，如果還有尚未分配之時間槽，便根據每個佇列之其 MRR 所轉換之時間槽數目做分配，

如果在前一步驟優先分配最後底限為一的 BWQ 的時間槽數目已經超過 MRR 所轉換出的時間槽數目，則不需再額外分配給此佇列，若不足則繼續分配直到 MRR 被滿足。最後如果還有剩下時間槽尚未被分配完，則計算每個佇列的平均急迫係數

(*Averaged-U-Factor*)，並選出平均急迫係數最大的佇列，優先分配時間槽給予被挑選中的佇列中第一個 BWQ。急迫係數的描述如下：對應在某個佇列中的第 i 個 BWQ _{i} 有其對應的最後期限 $Deadline_i$ 和其透過 C.1 所轉換的時間槽請求數目 N_i ，以及此佇列(每個佇列對應一個 SF)的優先權(Priority)參數 P (數值越高代表擁有越高的優先權，如果沒有則預設為 1)，而其急迫係數(*U-Factor*)便是 $U-Factor_i = \frac{N_i \times P}{Deadline_i}$ 。每個佇列的平均急迫係數，則是在此佇列中所有 BWQ 之急迫係數平均。當每一個 BWQ 的分配結束後，重新計算每個佇列的平均急迫係數，然後加以分配時間槽給所挑中的 BWQ 直到所有時間槽被分完為止。

4. 透過 UBWA 531 和 DBWA 532，FG 500 即可得到所有 UL 次訊框和 DL 次訊框的頻寬分配資訊，因此 MG 540 便可以藉由 UMG 541 和 DMG 542 產生出其個別的次訊框地圖資訊，並且透過傳送器發送給各個 MS。

FG 500 根據基地台系統參數訊框時間，週期性的執行 C.1~C.4 的步驟，當每發送完一個視框，更新位於 ULQ 410 和 DLQ 420 裡所有 BWQ 的最後期限值，亦即當 BWQ 的最後期限值大於零則

每發送完一個訊框便將其最後期限值減一。

由上可發現，透過本發明，即可針對每個不同的無線終端機當下與基地台的調變模式，因應不同服務串流的延遲需求，動態地決定上下行頻寬的分配，保證不同需求的服務串流之延遲，並公平地分配頻寬給予不同的服務類別。

本發明已藉上述較佳實施例加以說明，以上所述者，僅為本發明之較佳實施例，並非用來限定本發明實施之範圍。凡依本發明申請專利範圍所述之技術特徵及精神所為之均等變化與修飾，均應包含於本發明之申請專利範圍內。

【圖式簡單說明】

圖 1 所示是一個無線寬頻基地台頻寬分配方法的實例流程圖。

【主要元件符號說明】

上行	100
下行	200
延遲轉換器	300
佇列	400
上行佇列	410
下行佇列	420
訊框產生器	500
頻寬請求轉換器	510
上下行次訊框控制器	520
頻寬分配器	530
上行頻寬分配器	531
下行頻寬分配器	532
地圖產生器	540
上行地圖產生器	541
下行連接鏈地圖產生器	542

十、申請專利範圍：

- 1、一種無線寬頻基地台的延遲與調變感知動態頻寬分配之方法，至少具有：一可同時控制分配上下行頻寬的多寡之基地台，該基地台由一個延遲轉換器(Latency Translator, LT)，一個訊框產生器(Frame Generator, FG)，多個服務類別佇列(Service Class Queue)所組成；該訊框產生器由四個元件組成，分別為頻寬請求轉換器(Bandwidth Request Translator, BRT)，上下行連接鏈次視框調節器(Uplink/Downlink Sub-frame Controller, ULSC/DLSC)，頻寬分配器(Bandwidth Allocator, BWA)和地圖產生器(MAP Generator, MG)；其中該頻寬分配器根據上下行又分別分為上行頻寬分配器(Uplink Bandwidth Allocator, UBWA)和下行頻寬分配器(Downlink Bandwidth Allocator, DBWA)；該地圖產生器根據上下行又分別分為上行地圖產生器(Uplink MAP Generator, UMG)和下行地圖產生器(Downlink MAP Generator, DMG)，其中當一個頻寬請求(Bandwidth Request, BWQ)進入基地台時，延遲轉換器(LT)計算出每個頻寬請求的最後期限值，當一個頻寬請求其所有的服務串流並無定義最大延遲值(Maximum Latency, ML)，其最後期限值則設定為-1；訊框產生器(FG)根據定義的訊框時間週期性的產生訊框；頻寬分配器(BWA)當每次產生訊框前優先計算所有在服務類別佇列中所有的頻寬請求，將其請求的頻寬轉為時間槽數目；上下行連接鏈次視框調節器(ULSC/DLSC)根據在服務類別佇列中的所有頻寬請求，計算每張訊框其上行(UL)和下行(DL)的次訊框大小分別為多少；在分配上下行次訊框大小中，個別優先保留上下行中其最後期限值為1的所需頻寬，和維持各個不同服務串流的最小保留速率所需頻寬；頻寬分配器(BWA)根據實際可以分配的頻寬，上下行連接鏈個別地依序的分配其頻寬給予每個不同的多數無線終端機(Mobile Station, MS)；其中請

求時間槽數目 (N_i) 對應到某個頻寬請求 (BWQ_i)，其根據頻寬請求 (BWQ) 所請求的頻寬在當下的訊框中根據與各個不同的無線終端機 (MS) 的調變方式所換算而得的時間槽數目；每個頻寬請求被分配到其所請求的頻寬後，從其所有的服務類別佇列中被移除。

- 2、如申請專利範圍第 1 項之無線寬頻基地台的延遲與調變感知動態頻寬分配之方法，其中當訊框產生器 (FG) 每產生完一個訊框即更新在所有服務類別佇列中頻寬請求的最後期限值。
- 3、如申請專利範圍第 1 項之無線寬頻基地台的延遲與調變感知動態頻寬分配之方法，其中當所有最後期限值為一的頻寬請求被分配完後，如還有剩餘的頻寬尚未被分配，則採用平均急迫係數 ($Averaged-U-Factor$)，優先挑出擁有最高的平均急迫係數的佇列，優先分配給其佇列中的第一個頻寬請求。
- 4、如申請專利範圍第 1 項之無線寬頻基地台的延遲與調變感知動態頻寬分配之方法，其中若最後僅剩的頻寬無法滿足一個頻寬請求時，則分配給根據申請專利範圍第 3 項之方法所選出的頻寬請求，並從服務類別佇列中將其移除。

十一、圖式：

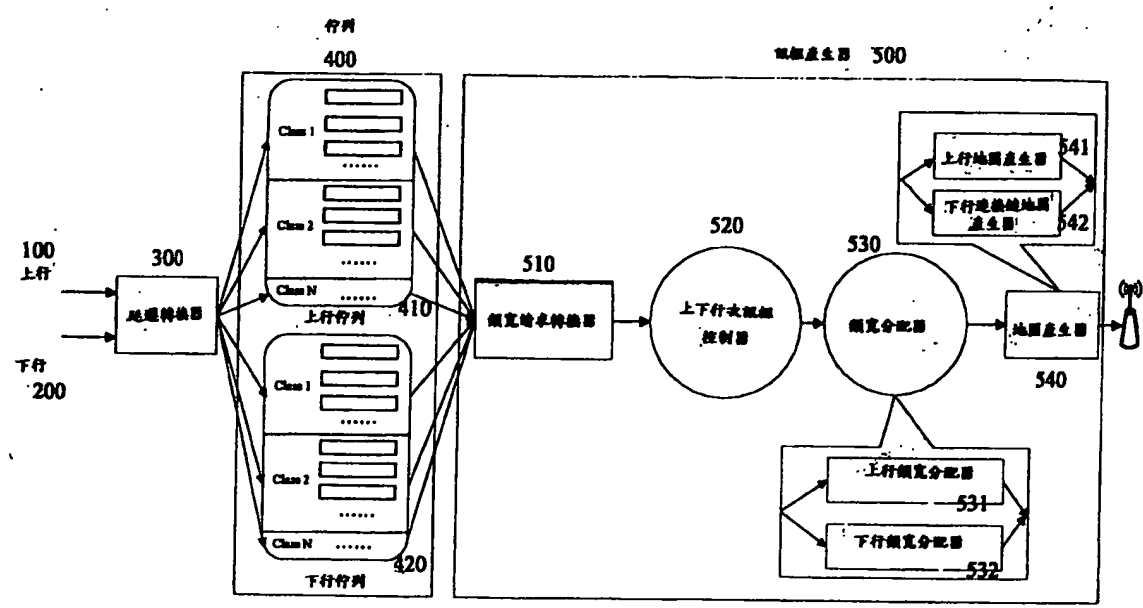


圖 1