第三章

以預算為基礎之服務品質保證（Budget-Based QoS）

在異質性極高的下一代網路上，要提供 per flow End-to-End QoS 是一項管理複雜度極高的工作，但唯有 per flow End-to-End QoS 才可提供使用者絕對的服務品質保證。BBQ 之設計目的即為提供一個簡單易行的 per flow End-to-End QoS 管理架構。

要提供適當的 QoS 管理，其成功之關鍵主要在於是否能提供一個簡單易行之架構，再據此設計各種解決方案。以目前管理趨勢，由於 Per flow QoS 將造成大量的管理負擔，多使用訊務集合技術（Traffic aggregate）將許多 flow 歸併，減低管理負擔。另一技術則將網路上的資源依照服務品質優劣做等級區分，採用分級分流管理，分級收費的方式。目前最風行的 DiffServ，即基於此兩種理念。惟無法提供 per flow 的服務品質保證，也無法提供端對端品質保證，仍為極大缺憾。為了克服此問題，BBQ 之目標即在設計一個可提供 per flow 端對端服務品質的保證。

BBQ(Budget-Based QoS)採用預算為基礎之服務品質管理，以簡化管理、追求效率，不增加管理複雜度為原則。根據這種簡化管理的原則，利用分層分權的方式將 QoS 管理權責以預算之方式分散到每個網路元件。並且，避免繁複的折衝協調，尤其是應盡量避免即興式 (real time on demand)的資源管理，盡量以預先規劃取代即興式資源分配。BBQ 管理提供一個高適用性的管理模型和管理工

具，可適用於不同的下層網路技術和上層營運者管理目標。以下將簡介 BBQ 的網路架構和管理系統架構。

3.1 BBQ 架構（Budget-Based QoS Framework）

本章節將先介紹一個簡化之全 IP 網路架構，並且分析重要的網路節點，設定 BBQ 的 QoS 元件所需之功能和元件位置；以預算為基礎之管理為 BBQ 分散管理權責、化簡系統複雜度的概念；路徑定義和乘載服務架構則將端對端的服務分解為各元件所能負擔之服務；資源分配的時機和資源配置方式。

3.1.1 簡化的 All-IP 網路架構（A Simplified All-IP Network Architecture）

一個遍及全世界的通訊網路，是由各個獨立營運的大小網路所共同組合而成。傳統上，多數的國家只有一個由政府營運的網路。但過去十年來，許多國家進行電信自由化，開放許多商業網路執照。這些網路利用網路互連協定互相連接，組織成遍及全世界的通訊網路，如此便可將訊息傳遞到世界上大部分的地區。本研究假設一個全世界的全 IP 網路也是利用相同的方式部署，但為了使此網路架構簡明易懂，做了以下的假設。

一個獨立營運的網路包括了一個核心網路（Core network）和數個接取網路（Stub Network)。一個核心網路涵蓋了整個營運網路所能服務的區域，而接取網路則是只涵蓋了較小的區域，例如一個城市。接取網路可能是固定或無線接取網路，例如 Wi-Fi WLAN 或 3G Radio Network。一般而言，兩個連接在同一個接取網路的終端設備，可以不透過核心網路直接通訊，但為了簡化問題，本研究假設一個 IP 封包將由本地接取網路經過核心網路傳遞，再送到遠端接取網路。本

地接取網路將稱為入口接取網路（Entrance Stub network），遠端則稱為出口接取網路（Exit Stub network）。所有核心網路的營運者利用 interconnection 鏈結相互連接成的網路，稱為骨幹網路（Backbone Network）。當傳送一個封包到其他網路時，將先從入口接取網路出發，經過數個核心網路（骨幹網路）後，最後送到出口接取網路。核心網路中連接接取網路的邊緣路由器（edge router），稱為邊界入口閘道器（Border Gateway，BG），在接取網路與核心網路間執行閘道器的功能。以提供服務品質保證的目的而言，邊界入口閘道器也需要執行允入控制（Admission control）。另一方面，接取網路連接核心網路的邊緣路由器，稱為接取閘道器（Access Gateway，AG）。核心網路互連之路由器則稱為 Inter-Domain Gateway。下圖 3.1 為簡化之全 IP 網路架構。

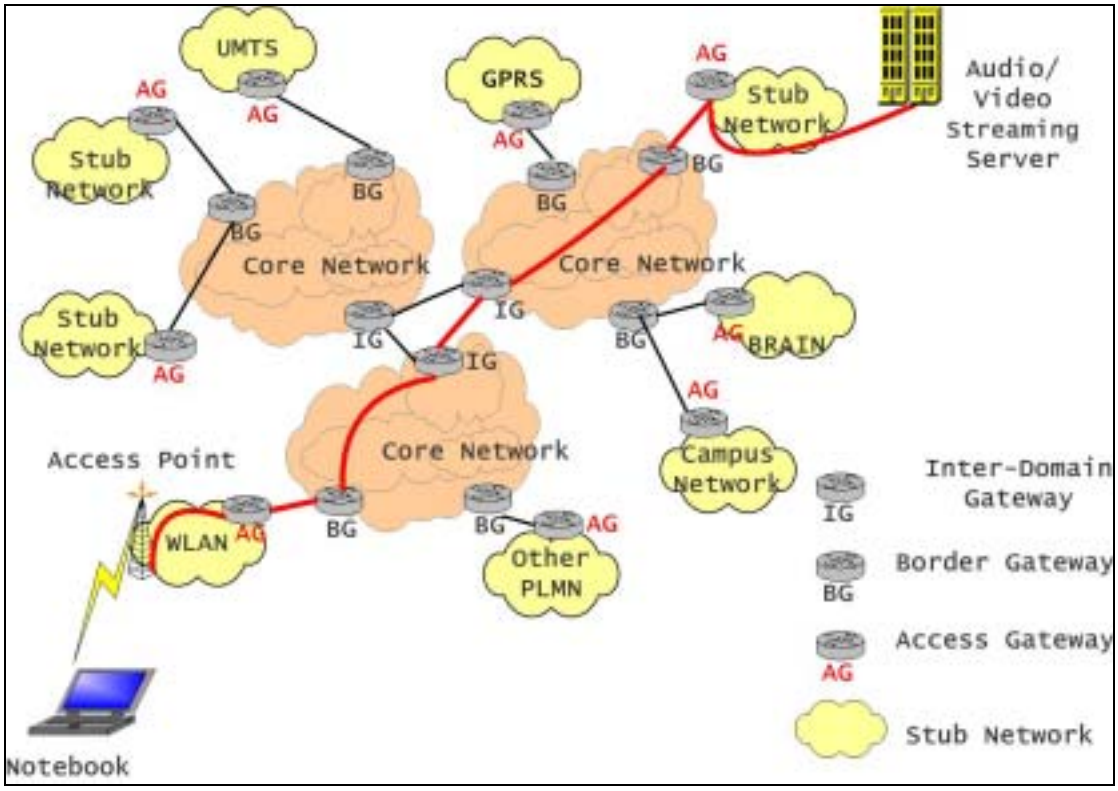

圖 3. 1： 簡化的全 IP 網路架構

3.1.2 以預算為基礎之管理（Budget-Based Management）

為了提供端對端網路服務，網路必須提供端對端服務品質保證。在實際的

通訊中，一個封包可能必須穿越數個不同營運者的網路，並非單純地在同一網路當中我們將一個封包所經過的路程，稱為一條端對端路徑（End-to-End path），端對端路徑包含了許多網路元件，例如接取網路和核心網路。

以預算為基礎之概念就是，我們可以依據網路元件的能力，將使用者所要求之頻寬、服務品質以預算方式分配在這些網路元件上面。透過如此預算分配的方式，由網路元件負責提供分段的品質保證。此係一個實際網路能否成功運作之關鍵因素。

雖然以預算為基礎之管理架構無法達到最佳的整體資源運用效率，但是卻能大幅減低管理複雜度。所以，BBQ 架構將全面使用預算(budget)的方式，將管理權責以最佳方式分配到各個網路元件。

3.1.3 路徑定義（Path Definitions）

封包所行經一連串的節點和鏈結，就是所謂的路徑。一般來說，在封包交換網路當中，封包並無事先定義的路徑。不過，為了某些目的，網路營運者可能會為一個封包指定一條路徑，此條路徑可能是預先靜態指定或是動態指派。為一個封包找一條路徑的程序稱為路由。某些路由執行方法是由網路營運者依據路由的結果為所有的路由器設定路由表。封包的行進路徑可能根據由路由模組為路由器設計的靜態路徑，也可能根據由路由模組為封包規劃的動態路徑。如果封包能依規劃的路徑行進，將更容易確保服務品質保證。

因此，BBQ 將利用規劃具服務品質保證的路徑，以達到服務品質保證。BBQ 採用透過分層分權的方式，各層元件各自規劃該層級的資源成一路徑片段，提供給上層元件規劃成較長之路徑片段。Short Path 為一穿越某一個 Core Network 且提供服務品質保證之路徑，由核心網路路徑規劃元件，PPA (Path Planning Agent) 負責規劃；Long Path 為一穿越 Backbone 且可提供服務品質保證之路徑，由核心

網路另一個路徑規劃元件，LPPA (Local Path Planning Agent)負責規劃。End-to-End Path 則為 end user 到 end user 且實際提供端對端服務品質保證之路徑，由接取網路元件 global ACA(Admission Control Agent)負責維護。如此，每一個核心網路負責兩個路徑規劃任務：一是負責將各自網路內鏈結(link)組成一條條附有品質保證的 short path。另一則是負責為連接到各自網路的接取網路所產生的訊務規劃 long path(規劃時需與其他核心網路協調)。

表 3. 1：分層之路徑定義

規劃路徑	管理元件	路由能力
Short Path	核心網路之 PPAs	Short path 為通過核心網路之路徑，並且可提供服務品質保證。
Long Path	核心網路之 LPPAs	Long path 為可通過骨幹網路之路徑，並且可提供服務品質保證。
End-to-End Path	接取網路之 global ACAs	End-to-End path 由通過接取網路之路徑和 long path 相連而成，同樣可提供服務品質保證。

3.1.4 承載服務架構（Bearer Service Architecture）

每當一個封包需要傳遞至目的地時，封包所行經的子網路均需要為該封包提供承載服務。一般來說，全 IP 網路需要三類基本的承載服務，分別為 Entrance Stub network，Exit Stub network，和 Backbone。一條 short path 由一個核心網路承載，一條 long path 由幾個核心網路共同承載，一條 End-to-End 則由以上這條子網路共同承載。

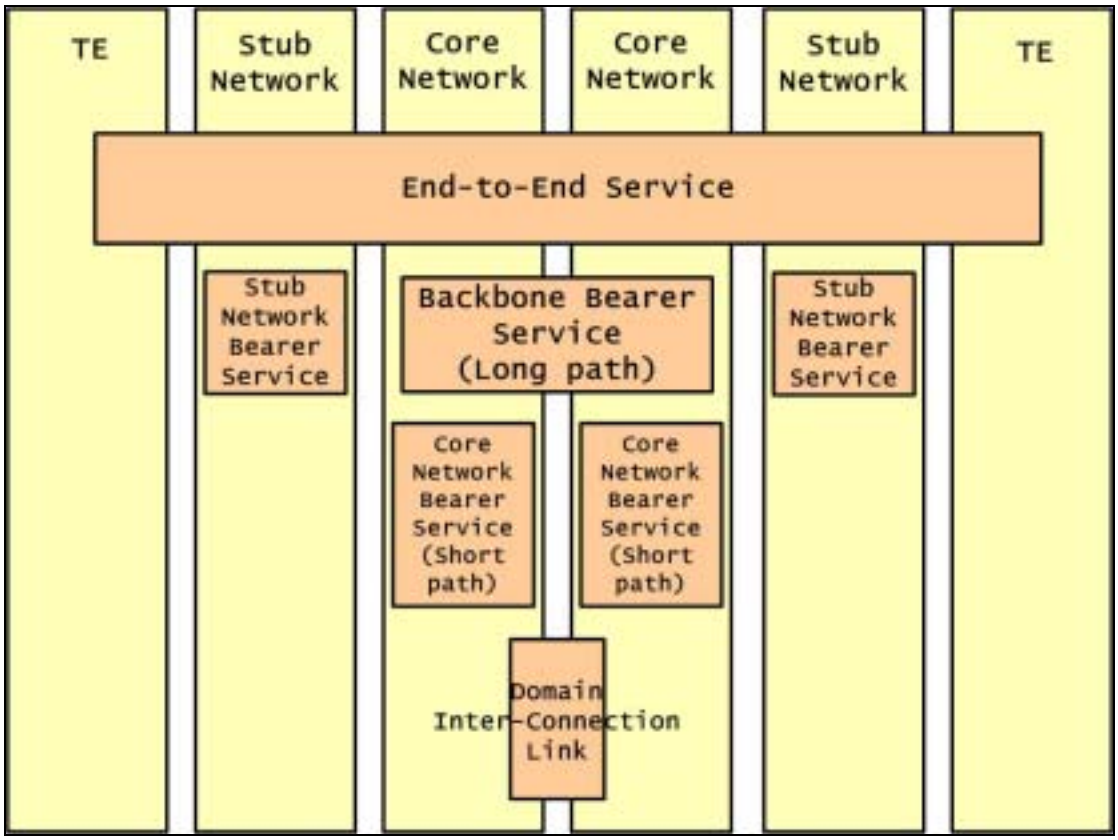

圖 3. 2 : 端對端承載服務

由於規劃之需求，我們需要一個單一數值具可加性的品質量度，此量度由使用者之品質期望轉換而成，也可轉換成低層網路之品質參數。我們假這網路營運者可以自行定義轉換之公式。

3.1.5 服務品質熵數（Quality Entropy）

服務品質熵數（Quality Entropy）為一與服務品質高低相反、具有可加性質之數，此值愈小則服務品質愈高。服務品質熵數可由營運者根據自身需求定義，通常可包含 delay time、jitter、packet loss 等品質參數，最簡單者可將此熵數訂為 delay time。本研究的各種品質相關機制均假設網路營運者應提供品質熵數之定義。

使用者對服務品質之定義與網路提供服務品質之定義不一定一致，例如，UMTS 為使用者所定的 class 與 DiffServ 所提供的 class 就不相同，於網路規劃時

莫所適從。本研究所定義的服務品質熵數可作為規劃時的一個通用指標，使得規劃方法及工具具高度適用性，適用於各種不同的服務要求。

在使用本研究提出的方法，須將使用者需求轉換成服務品質熵數，再利用本研究所提供之方法規劃品質政策。如圖 3.3：

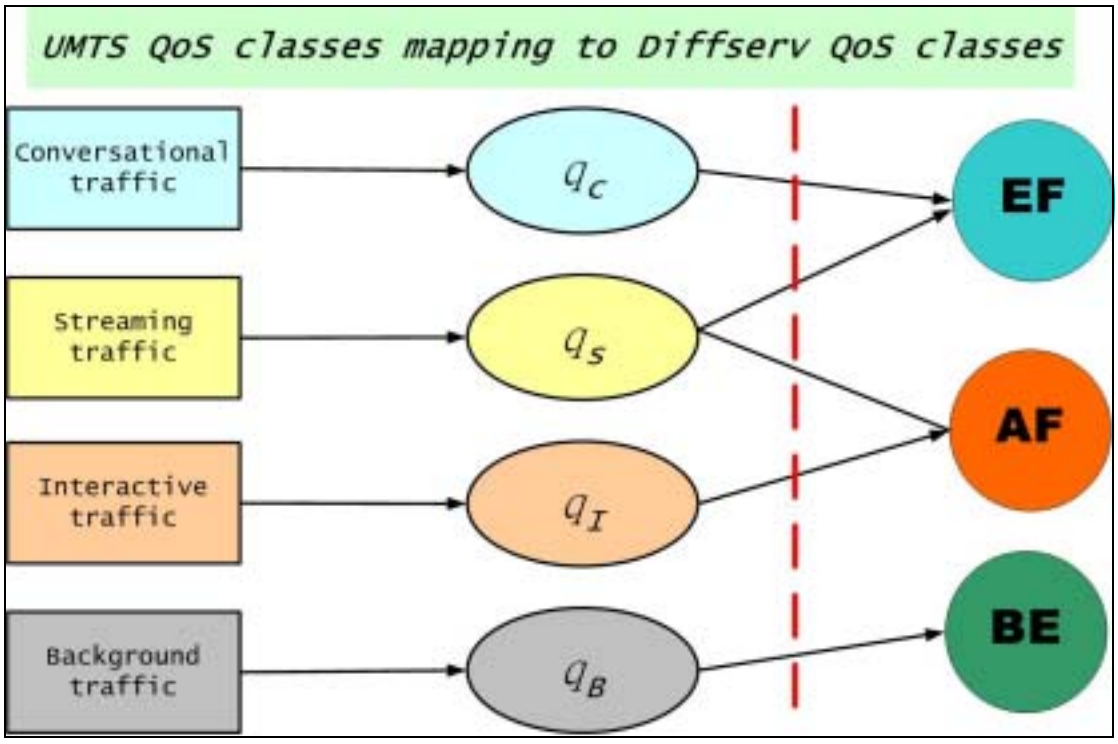

圖 3. 3： 服務品質熵數與品質參數對應

左方矩形代表服務等級（不一定為四類，可依照 operator 所欲提供的服務類型增減），中間橢圓形表示對應之服務品質熵數（Quality Entropy），每類的服務均對應到一個服務品質熵數的範圍，而右方的橢圓型則表示所對應的 network layer 的 QoS 等級。舉例來說，Conversational class 所對應之服務品質熵數為 q_c，代表該 class 所需要之服務品質保證，又對應到 Network Layer 的 DiffServ 之 EF class 來管理。所以，我們提供能滿足 q_c 之資源，作為供給此 class demand 之資源。

3.1.6 即時資源分配與預先資源管理（Pre-Planning vs. On Demand Allocation）

資源之管理可使用預先分配法或即時管理法。即時管理用於 QoS 中較著名的協定為 RSVP。在即時管理的方式之下，允入控制元件(Admission Controller)對於可用資源的掌握較少，只在訊務要進入網域時才臨時去向資源配置元件提出資源配置要求並選擇路徑，以此做允入控制。這樣方式之好處是不會有資源配置過量造成浪費，且進入網域的訊務都可以得到一定的品質保證，`但是當網路上的流量逐漸增大，繞徑及資源管理訊息會隨著成長，漸漸成為管理上的一大負擔，並且尋找路徑的 overhead 會對網路造成相當的影響。在尋找路徑時，必須耗費相當的運算時間才能求得好的路徑，因此對於時間敏感度高的訊務並不適用即時的繞徑運算。綜合以上，即時管理在實際執行上易受到較多限制，不適合大型網路。相較於即時管理，預先分配可容忍較高的計算時間，但受限於預測不準確而不易與現實情況結合。但，如果訊務可預測，則可以設計一套好的預測方式以求預先分配最佳化。

在 BBQ 架構下的核心網路及核心網路所組成的骨幹網路中，其資源分配採用事先規劃的策略進行分配，事先規劃不同於即時資源分配，可容許較複雜之計算程序以及耗費較高時間以達到資源分配最佳化。網域的資源現僅涵蓋附有品質保證之 link 頻寬。每個 Ingress Router 紀錄過去各時間點各種需求的累積流量分布，利用這些歷史資料來預測各不同時段所需頻寬，並且經過計算整理成可使用資源，接下來等到實際執行階段依照實際流量做適當分配。

網路上的流量需求並不一定非常規律，預測的頻寬需求可能與實際情況出現誤差。對於預測形成的誤差，除盡可能提高預測之準確度之外，可以採取適當方案以減少因估計誤差所導致的資源浪費。

3.1.7 集中式與分散式資源配置（Centralized vs. Distributed Resource Allocations）

本研究歸納了幾種不同的資源配置實作方式，分為集中式與分散式配置以及兩者之混合。前者由資源配置元件統一配置網域資源，後者則是將整個網域資源先分配給網域內的各個 Ingress Router 自行運用。

集中式的資源配置由資源配置元件統一配置網域資源，例如：由路徑規劃的元件參考歷史的訊務資料，規劃出附有品質保證及頻寬上限的路徑後，將路徑視為資源即依照路徑規之起點分配給各個 Ingress Router。

這樣的方法最大的優點是簡單且容易實行，且資源配置時的考量是整個網域中的資源，可以獲得較高效率的規劃。但頻繁的資源配置由單一元件統籌也會有許多缺點：

- 集中式的規劃方式不易解決公平性的問題(fairness problem)。系統為了達成最佳化目標(如獲利最高)，可能不能顧及公平性造成部分 Ingress Router 沒有獲得公平的對待。
- 中央集中式資源分配雖然可以因為擁有全部網路資訊作統一規劃而有較好的效率，但也因為問題較大通常無法得到最佳解。
- 由於對訊務的預測有其不準度，需要即時資源配置來輔助，在執行時期，即時的資源配置對中央資源分配元件造成可觀負荷，難以擺脫即時分配法之原有缺點。因此集中式資源配置的架構因應訊務流量異常變化的能力較差。

分散式的方法則將資源配置交由幾個不同的元件負責。例如：由 Ingress Router 預測某一段時間內可能的資源需求量，依據預測的結果對資源配置元件要求資源配置，資源配置元件綜合所有需求後將資源分配給各個 Ingress Router 自

行運用。當有新的資料流欲進入網域時，Ingress Router 只需檢視自己手上所擁有的資源，再決定是否讓訊務進入網路，不用再由資源配置元件處理訊務的資源配置。

分散式資源配置方法是將路徑規劃的工作分散至個別 Ingress Router，每個 Ingress Router 負責規劃由自己進入的資料流路徑。分散式的方法減輕了中央統籌元件的負荷，可避免集中式分配所可能造成的公平性問題，而且在發生訊務異常時，可以由 Edge Router 作小幅度的內部調整，可以增加應付訊務異常之能力。但分散式的架構較為複雜，且整體的資源使用率會較低，此點可藉混合式彌補。

混合式的一種方法是以集中式的方法作初步規劃，再以分散式的方法做細部調整，在執行時段也採用分散資源分配。如此，可增加集中式資源規劃的效率提高最佳化能力，減低公平性問題，又可避免即時資源分配的問題。

3.1.8 需求預測

BBQ 架構規劃網域的資源必須依靠精準之需求預測，以過去具有相關性的歷史資料預測未來某個時段的訊務需求。在規劃的時間點(planning time，例如每天晚上 12:00)、規劃的時間長度(length of time period，例如以一小時為單位)與規劃範圍(planning cycle)都有彈性可供選擇。在時間長度部份，根據 BBQ 網路在不同環境下，對於流量變異性較小之網路，我們可以取較長的規劃時間長度，例如以每小時為一個單位，將一天分成 24 個時段，再以一天為一個規劃範圍。對於流量變異性較大之網路，則可以縮短規劃時間長度，例如以半小時為一個單位，將一天分成 48 個時段進行規劃。當然也可以採用不規則的時間長，尖峰時段較短而離峰時段較長。

系統業者可根據該網路狀況進行調整，較長的規劃時間長度可以減少事先進行預測與配置資源的流程次數，適合用在流量相對於時間的變異性較小之網路;

而較短的規劃時間會耗費較多次的預測與資源配置流程，但是在流量相對於時間的變異性較大之網路可以較為精準的預測需求。

決定了規劃時間長度(length of time period)後，應在適當的時機對於下個規劃範圍(planning cycle)，針對規劃範圍內各個 Concerned Time Period (CTP，欲規劃資源需求的時段)進行需求分析並進行資源配置(例如前天晚上進行隔天每個規劃時間的需求預測與資源配置)。對於每一個 CTP 都可以定義一組 Reference Time Period (RTP，預測 CTP 資源需求之參考時段)，RTP 為 Ingress Router 紀錄的歷史資料中，與該 CTP 之需求特性類似的時候，舉例而言，如果 CTP 為本週週一早上 8 - 9AM，則預測中所參考的 RTP 可設為之前所有週一早上 8 - 9AM。RTP 的流量需求紀錄，可作為 CTP 需求預測的參考，根據需求分佈的情況來調整資源批購方針。

3.2 管理系統架構（Management System Architecture for BBQ）

3.2.1 BBQ 管理系統假設（BBQ System Assumptions）

為了簡化設計的複雜度，我們將有以下的假設。第一，quality entropy 為由營運者根據自身需求定義之函數計算的單一數值評估指標。第二，本研究假設 quality entropy 為一具可加性之數值，可透過預算分配的方式，將服務品質熵數分配在各個網路元件之上。第三，BBQ 假設於核心網路等大型網路當中，具有 periodical traffic pattern。第四，BBQ 將不同服務等級之資源視為獨立的網路資源分開規劃。

3.2.2 分散式分層管理系統（Distributed Management System Hierarchy）

為了降低管理的複雜度, BBQ 採用分散式階層式相當於 3.1.7 所述的混合式管理系統，負責規劃資源的使用以及提供服務品質的路徑規劃。其主要目標是要讓網路管理者在所擁有的網路資源下，提供最多符合品質的服務。以預先資源規劃的方式在各元件之間事先協調資源分配，允入控制元件在獲得資源後，再整合各項資源形成符合各項 QoS 條件的訊務路徑留待執行時期提供給允入的訊務使用。

BBQ 將服務品質管理依照階層架構做分類。由上而下，端對端服務品質保證協調層（End-to-End Network QoS Coordination Layer）負責提供端對端服務品質保證，利用下層元件所提供之資源，規劃 long path 和 End-to-End Path；核心網路資源管理層（Core Network Resource Management Layer）負責核心網路之資源管理分配；核心網路資源控制層（Core Network QoS Control Layer）負責執行服務品質保證之策略以提供服務品質保證，例如允入控制等。DiffServ 或其他 IP 層網路則負責執行上層元件所規劃出來服務品質管理策略，屬於下層網路技術。BBQ 為具適用性之管理架構, 可更換底層之網路技術, 目前 BBQ 採用以 IETF 所制定的 DiffServ 為底層網路架構。

表 3. 2 : BBQ 管理系統層級分工

層級	作用
端對端服務品質保證協調層	端對端品質控制，含資源和路徑規劃。
核心網路資源管理層	核心網路資源管理分配
核心網路資源控制層	執行核心網路服務品質策略
DiffServ	執行上層資源管理架構所設定策略。

3.2.3 管理系統軟體架構（Management System Software Architecture）

每個核心網路均有一個軟體元件為 Core Network Coordinator，CNC，其中一個元件，Long Path Planning Agent，LPPA，負責 long path 規劃。而接取網路的網路接取伺服器上則有一個軟體元件為 global ACA，負責端對端服務品質保證之允入控制。

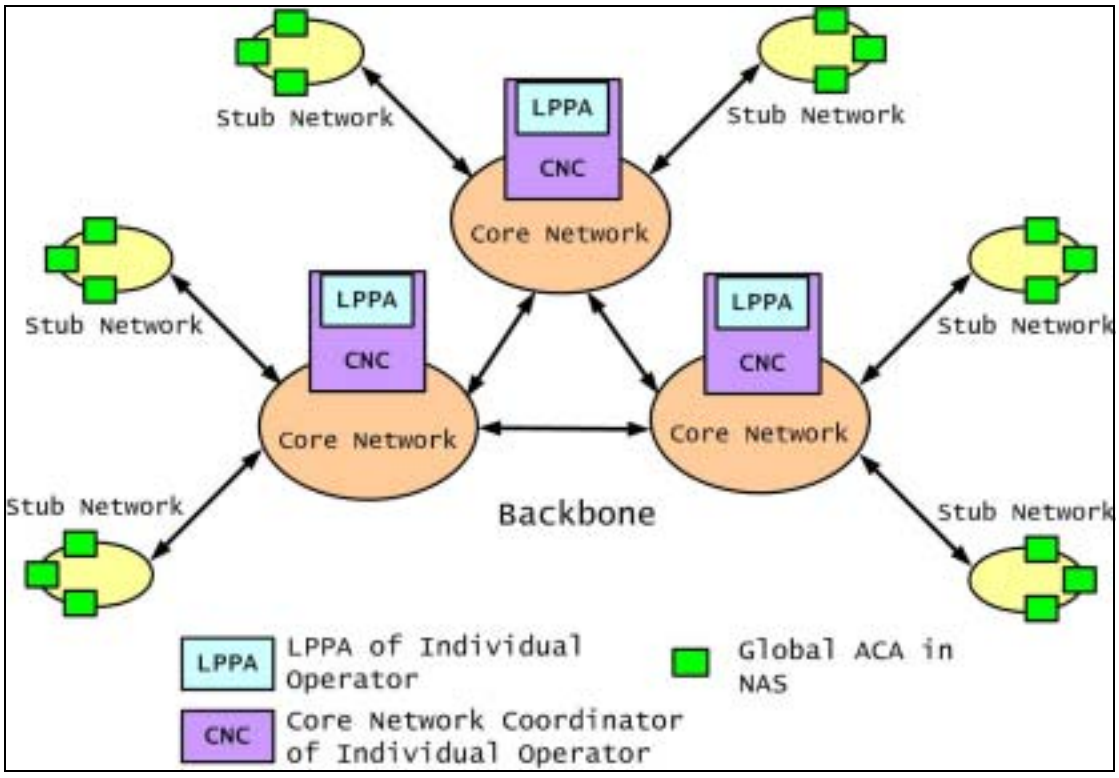

圖 3. 4 : BBQ 管理系統軟體元件架構

3.2.4 簡化的端對端服務品質建立流程（A Simplified End-to-End Path Setup Procedure）

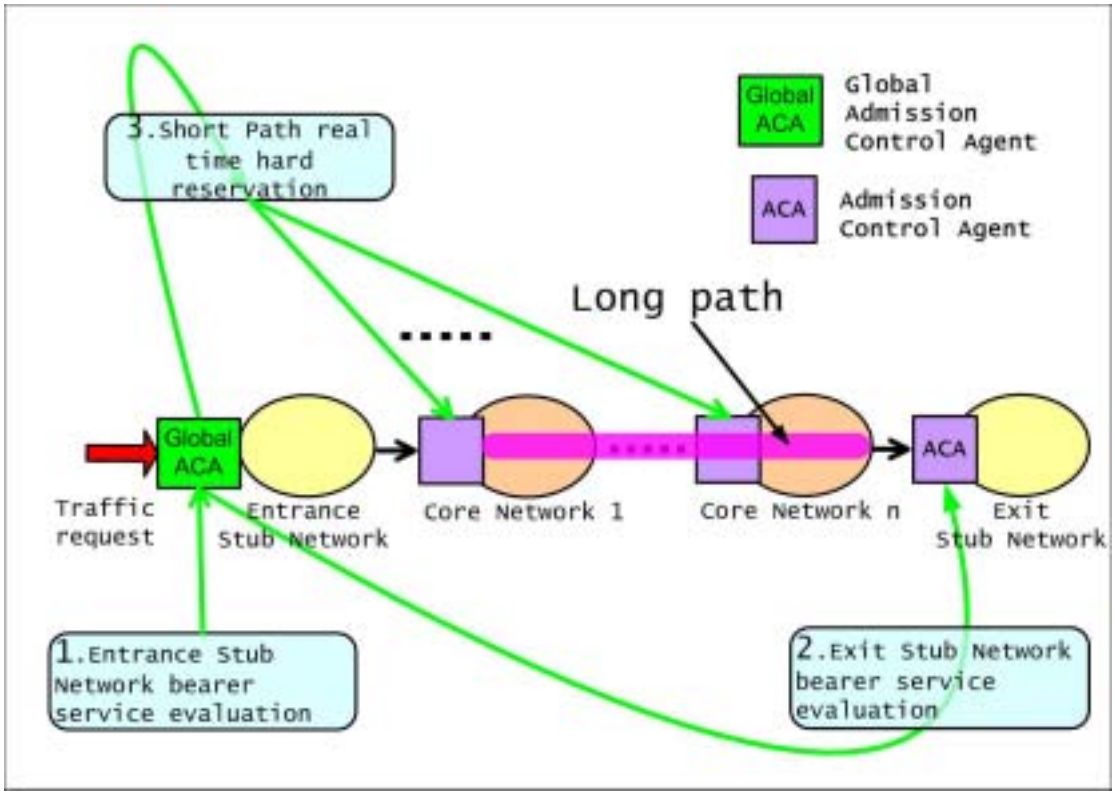

圖 3. 5 : 簡化的端對端服務品質建立流程

上圖為簡化的端對端服務品質建立流程。當即時的訊務流要求進入全 IP 網路時，由接取網路 Access Network 上的 Global ACA 負責允入控制。由於 BBQ 採用資源預先規劃，即時分配的管理方式，因此，允入訊務流之前需要先建立具有服務品質保證之端對端路徑。簡單分為三步驟：

- 入口接取網路承載服務資源之取得
- 出口接取網路承載服務資源之取得
- Long path 資源使用權之取得。Long path 由數條 short path 所組成，此階段將需要取得所需之 short path 資源使用權。

3.3 BBQ 中的核心網路架構與 QoS 元件（Core Network Architecture and QoS Components for BBQ）

一個端對端的網路架構中包含許多的核心網路。在 BBQ 的架構之下，我們假設一個核心網路是由一個電信公司所獨自擁有的網路，而各個核心網路的營運者都有其管理自身的管理政策。在 BBQ 分層管理的概念下，一個端對端具服務品質保證的資料流可能會由多個不同電信公司所管理的，當最上層端對端管理元件將 QoS budget 分配到至核心網路後，核心網路上執行 QoS 保證的元件就負責滿足品質要求，完成具品質保證的端對端服務 Ingress 至 Egress，如此分工可有效降低管理的複雜度。

而為了提供每個訊務通過核心網路的品質保證，在核心網路中，我們採用資源預先配置方式，訊務若被允許進入此網路中，則會獲得一定的資源，以保證訊務通過網路時，可以達成所需之服務品質保證。

在 BBQ 中的核心網路架構，將會在 DiffServ 的為基礎的網路架構中，加入我們所提出的資源管理和傳輸服務品質架構之機制，藉以提供網路營運業者一套簡單易行的管理工具，來達成 End-to-End 服務品質保證，讓網路營運者調整其品質政策以達成其最大的滿意度。

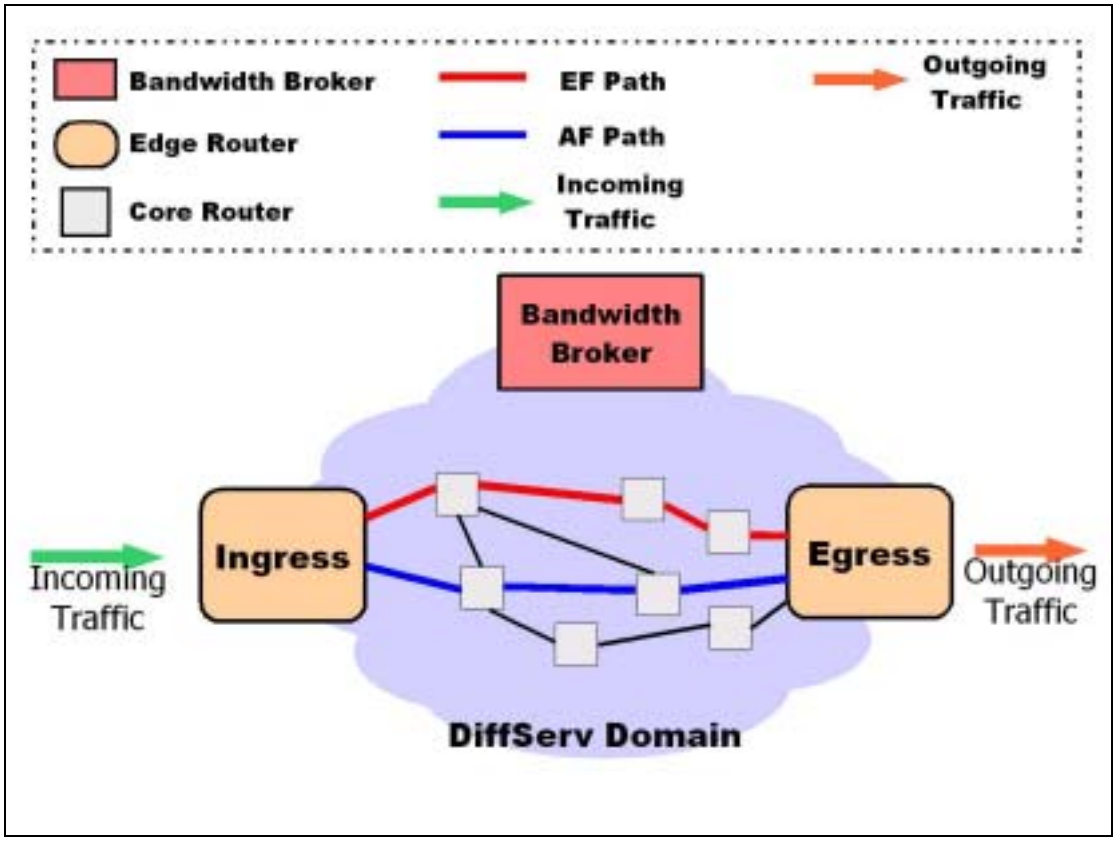

圖 3. 6 : BBQ 架構之核心網路

3.3.1 核心網路資源規劃方法

為了提供每個訊務通過核心網路的品質保證，我們建議指定每個訊務的傳送路徑。在路由方法上，主要可以分為集中式(centralized approach)與分散式(distributed approach)兩種，集中式是由一元件負責所有 Ingress Router 進入資料流的路徑規劃選擇；分散式則由各個負責允入的 Ingress Router 找出可以滿足資料流品質需求的路徑。

本研究考量網路資源的使用率與網域內各 Ingress Router 的公平性問題，以分散式搭配集中式的方法路由，並配合上適當的資源配置法，規劃成一個個完整路徑，給 Ingress Router 允入使用。資源配置法考量時效性問題與管理複雜度，避免採用即時資源配置受到較多限制，而採用預先分配法，事先進行資源規劃。

3.3.2 核心網路內的資源規劃元件

在 BBQ 的架構之下，我們假設一個核心網路是由一個營運者所獨自擁有的網路，因此而一個端對端的網路架構中包含許多的核心網路。在 BBQ 分層管理的概念下，負責 long path 及 short path 的元件各自負責在指定的品質預算內規劃出一組組 long path 及 short path。

目前我們假設核心網路為一 DiffServ 網路，由數個 Edge Router 與 Core Router 組成，除了 Core Router 僅負責傳遞資料外，QoS 的管理主要分散在核心網路協調元件與各個 Edge Router 上。如圖 3.7 所示，核心網路 QoS 管理元件主要有核心網路協調元件與 Edge Router，Edge Router 又分為 Ingress Router 與 Egress Router，其中核心網路協調元件包含資源管理元件與核心網路路徑規劃元件，Ingress Router 則包含頻寬訂購代理人、允入控制代理人與路徑規劃元件，上述元件的功能分別如下：

· 核心網路協調元件(Core Network Coordinator，CNC)

在每一個核心網路之中皆有一個核心網路協調元件(以下簡稱 CNC)，是核心網路主要控制元件，也是管理上核心網路對外的窗口，其內包含兩個元件：

- 資源管理元件(Bandwidth Broker，BB)：負責對核心網路內的資源做適當的分配，主要採用分層管理的精神，在系統初始的時候將核心網路內的頻寬資源交與各個入口路由器做利用。

- 核心網路路徑規劃元件(Short Path Planning Agent，Short PPA)：

主要負責將欲進入該核心網路之訊務預測，以中央集中式繞徑及資源分配方式計算出其路徑需求，再轉換成每一個鏈路(link)的需求，交由負責批購頻寬的元件，購買頻寬時的參考。

· Edge Router

在網域最外圍連結其他網域的 router 稱為 Edge Router，資料流的進入的 Edge Router 稱為 Ingress Router，離開的 Edge Router 則為 Egress Router。

- Ingress Router：

訊務進入的 Edge Router，其負責的任務與功能如下。

頻寬訂購代理人(Bandwidth Order Agent，BOA) - 根據以往的訊務統計由 short PPA 供給計算最佳批購量，向 CNC 元件訂購所需的頻寬交由 LSPPA 規劃成可用路徑。

允入控制代理人(Admission Control Agent，ACA) - 依據所掌握的路徑資源來決定是否可以滿足資料流的需求，若允許進入網域，就表示可以滿足此資料流對於傳送品質的要求。

路徑規劃元件(Local Short Path Planning Agent，LSPPA) - 此元件會將 BOA 所批購回來的資源，規劃成有各種品質的路徑所組成的路徑組，供 ACA 在系統執行時使用，各個 LSPPA 可根據各個 Edge Router 的情況選擇規劃方法，不一定強求一致。

- Egress Router：

訊務離開的 Edge Router，當資料流結束傳送時，Egress Router 負責釋放原先配置的資源，以利之後進入的資料流使用。

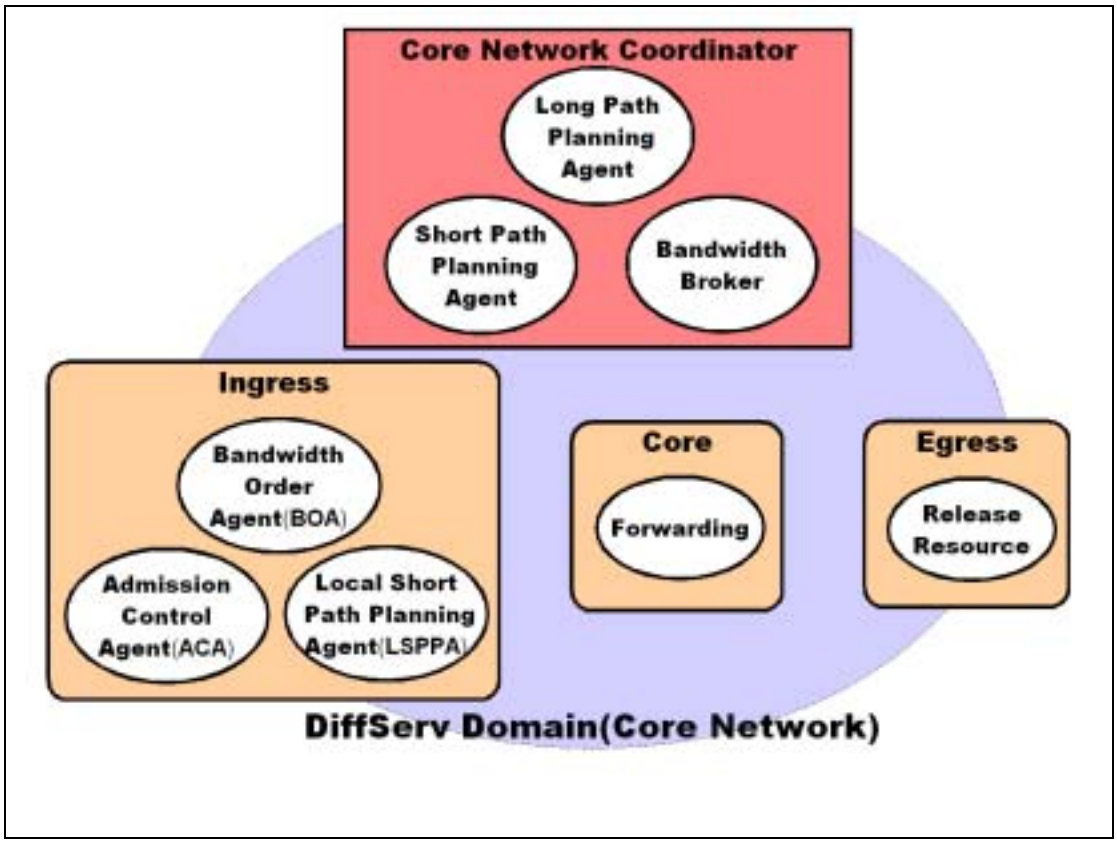

圖 3. 7 : 核心網路管理架構

3.3.3 分散式資源規劃運作流程

BBQ 架構是以預測的方式規劃網域的資源，來應付未來訊務的資源需求，因此需要一套良好的資源規劃方法，在 BBQ 的核心網路中利用分層管理，權責區分的精神，採用批發零售的方式，來管理網域內的資源。每一個 link 的頻寬均由 CNC 中的 Resource Manager 統一分配，BOA 根據預測，預先向 BB 批購每一個 link 的部份頻寬，批購來的各段 link 頻寬由 Edge Router 自由使用，組成各種路徑分配給進來的資料流使用，整個批發零售的過程如圖 3.8：

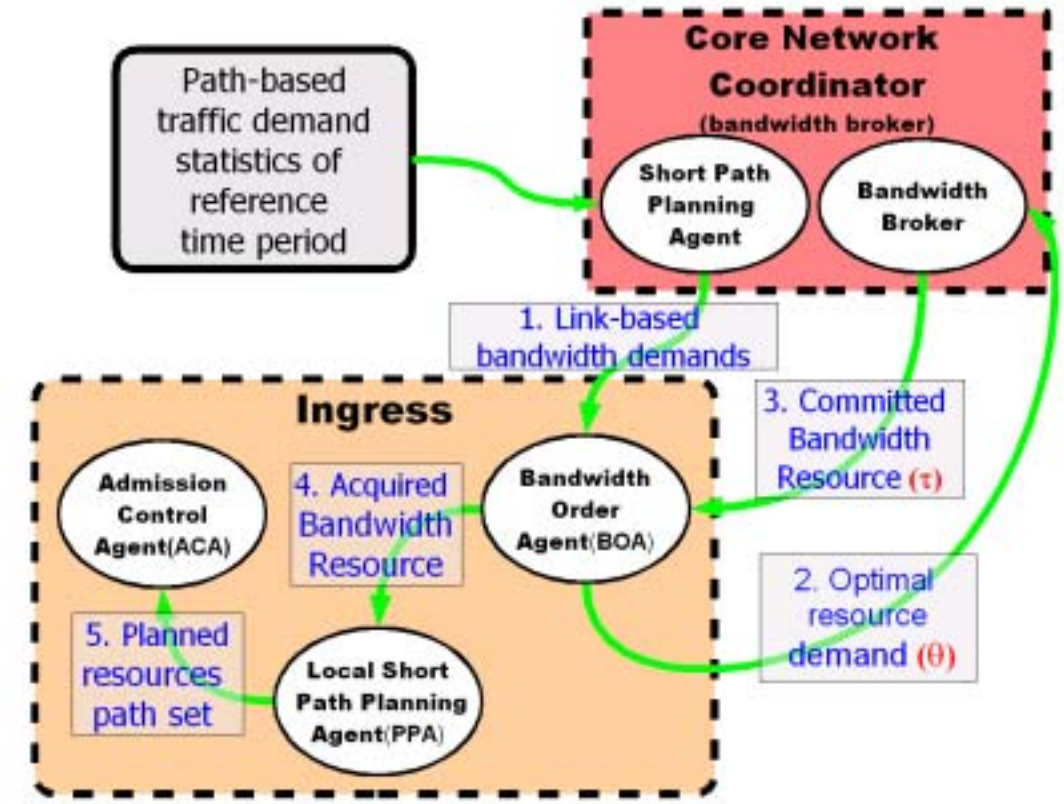

圖 3. 8： 核心網路資源分配流程

首先將整個訊務型態的歷史資料分成幾個時段，挑選出與下個預測時段相似的參考時段，根據這一個時段的訊務特性還有先前資源的使用情形，為各個 Ingress Router 某個未來時段資源需求做預測，此一個預測的結果為一個資源需求的分佈圖。此時 Short Path Planning Agent (SPPA)會根據各個 Ingress Router 上的需求分佈圖和核心網路內的頻寬，計算出最適合此時段訊務的一組路徑組，此路徑組是由從各個 Ingress Router 出發具有不同 QoS 品質的路徑所組成，預料將可以滿足該時段中不同應用的品質要求。

步驟一、SPPA 會在將此整體路徑組轉換成每一個 Ingress Router 在各 link 上的資源需求，其結果也是一個各個 Ingress Router 的資源需求分布圖，然後此資訊交給 BOA。

步驟二、BOA 會根據此一資訊加上自身的特殊考慮，決定所需之資源批購量，向 CNC 中的 Bandwidth Broker 批購。

步驟三、Bandwidth Broker 會根據所有 BOA 的需求及整體資源存量來決定資源配置。

步驟四、當每個 Ingress Router 上的 BOA 購得資源之後，會將此 link-base 的資源交給各個 Ingress Router 之中的 Local Short Path Planning Agent (LSPPA)做路徑的規劃。

步驟五、LSPPA 會利用這些資源規劃出適合的路徑組，儲存在各個 Ingress Router 的 Resource Database 中, 供 Admission Control Agent 和 end-to-end 的 Agent 使用。