

行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

使用模糊控制求解差異化服務營收利潤之柏拉圖均衡解 研究成果報告(精簡版)

計畫類別：個別型
計畫編號：NSC 97-2410-H-168-018-
執行期間：97年08月01日至98年07月31日
執行單位：崑山科技大學資訊管理系

計畫主持人：吳植森

計畫參與人員：碩士班研究生-兼任助理人員：歐星好
碩士班研究生-兼任助理人員：黃琬筠
博士班研究生-兼任助理人員：陳柏仁

處理方式：本計畫可公開查詢

中華民國 98年10月27日

行政院國家科學委員會補助專題研究計畫 成果報告
 期中進度報告

使用模糊控制求解差異化服務營收利潤之柏拉圖均衡解

**Fuzzy Control for Implementing Pareto-optimal scheme for Revenue
Management in Differentiated Service**

計畫類別： 個別型計畫 整合型計畫

計畫編號：NSC 97 - 2410 - H - 168 - 018 -

執行期間： 97年 08月 01日至 98年 07月 31日

計畫主持人：吳植森

共同主持人：

計畫參與人員： 陳柏仁、歐星妤、黃琬筠

成果報告類型(依經費核定清單規定繳交)： 精簡報告 完整報告

本成果報告包括以下應繳交之附件：

- 赴國外出差或研習心得報告一份
- 赴大陸地區出差或研習心得報告一份
- 出席國際學術會議心得報告及發表之論文各一份
- 國際合作研究計畫國外研究報告書一份

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：崑山科技大學資訊管理系

中 華 民 國 98年 10月 26日

中英文摘要

中文摘要

網路服務需求變化日趨複雜，為了提供更適合消費者的服務，網路服務業者提供差異化服務，透過簽訂契約的方式保障消費者權益，並針對各群消費者分配服務資源。如何評估服務資源配置在個別消費群所帶來的獲利能力，已成為重要議題，而這項問題本質近似於供應鏈系統有關需求與供應匹配議題，因此本研究建立一套需求與資源管控系統，使用分而解之方式，針對各客戶組進行兩階段式的控制：(1)利用各組獨立之模糊控制器調整其分配服務資源使各組獲利最大化；(2)針對前述調整結果進行整體服務資源分配，以使總獲利最大化。本研究之目的如下：(1)建立以獲利為基礎之差異式網路服務控制架構以滿足利潤能最大化之營運目標；(2)設計需求與資源管控系統使各組客戶獲利最大；(3)設計在差異式服務架構下，多組客戶群服務資源達成柏拉圖效率之分配方法。

本研究針對不同的消費者需求變化進行實驗，以驗證此種需求與資源管控系統的表現行為。其結果顯示透過本管控系統能使獲利最大化而且即時反應消費者需求狀況。藉由這項控制方式能使提供差異式網路服務的業者針對目標消費群進行客製化服務，並實現使獲利最大化之營運目標。

關鍵詞：服務品質，模糊控制，差異式服務，柏拉圖效率，利潤管理

Abstract

Differentiated Services (DiffServ) has been widely used to meet customers' various demands in recent years. Network service providers guarantee their quality of service using customer assigned service level agreements (SLAs), and set individual control system for each customer group. The most important issue that needs to be resolved in this regard is how to evaluate control results of each customer group, estimate total profit, and reallocate the finite service resources effectively. We present a two-stage control scheme for admission control in Pareto efficiency: (1) in the first stage, independent fuzzy controllers are utilized to allocate service resources for each customer group; (2) in the second stage, Pareto efficiency procedure is applied with estimating the profitability of each customer group to allocate service resources. Two experiments, stable arrival rate and arrival rate with seasonality, are conducted to verify the performance of this method.

The results of our research showed that our control scheme can maximize total profits in time when the demand of customers varies. Internet Service Providers (ISPs) can use this control scheme to allocate the finite service resources effectively with customized services.

Keywords – QoS, fuzzy control, DiffServ, Pareto efficiency, yield management

使用模糊控制求解差異化服務營收利潤之柏拉圖均衡解

Fuzzy Control for Implementing Pareto-optimal scheme for Revenue Management in Differentiated Service

一、前言

隨著企業電子化普及，企業流程必須以網路化方式提供低的交易成本以及快速反應之服務。為此，資料通訊產業提出新的服務架構來滿足一般消費者與企業所需。新架構最重視之議題為網路服務品質保證(Quality of Service, QoS)。IETF(Internet Engineering Task Force)組織已經提出許多服務模型來滿足顧客對 QoS 之需求，在 Hunt [Hunt, 2002]與 Mykoniati [Mykoniati et al., 2003]等人的研究中，認定其中最主要之兩種服務方案為整合式服務(Integrated Service, IntServ)與差異式服務網路 (Differentiated Service, DiffServ)。

在差異式網路服務架構下，若要獲取最大服務收入必須適當地控制價格與資源配置，以平衡顧客人數、服務品質及營收大小，此種問題本質相當於 Cachon 與 Terwiesch [Cachon and Terwiesch, 2006]所研究之供應鏈系統有關需求與供應匹配議題，並有以下兩種提高利潤的方式：(1)使用合約透過價量(price-quantity)經濟手段控制需求與設備利用率；(2)對已經由契約分群之顧客，依各群特性提高服務績效，以增加利潤。為此，本研究提出如圖 1.1 之網路服務架構：網路服務業者(Internet Service Providers, ISPs)提供多樣化的契約組合來滿足不同客戶的需求。ISP 業者營運之目標定位為單位時間平均獲利最大化。使用者與 ISP 業者簽訂適合其需要之服務合約(service level agreements, SLAs)。完成合約後，伺服器會設定每位顧客之合約資料(profile)。當多個顧客請求服務時，總需求常會超過服務容量，系統必須建立需求與資源管控系統以確保利潤最大化之營運目標。

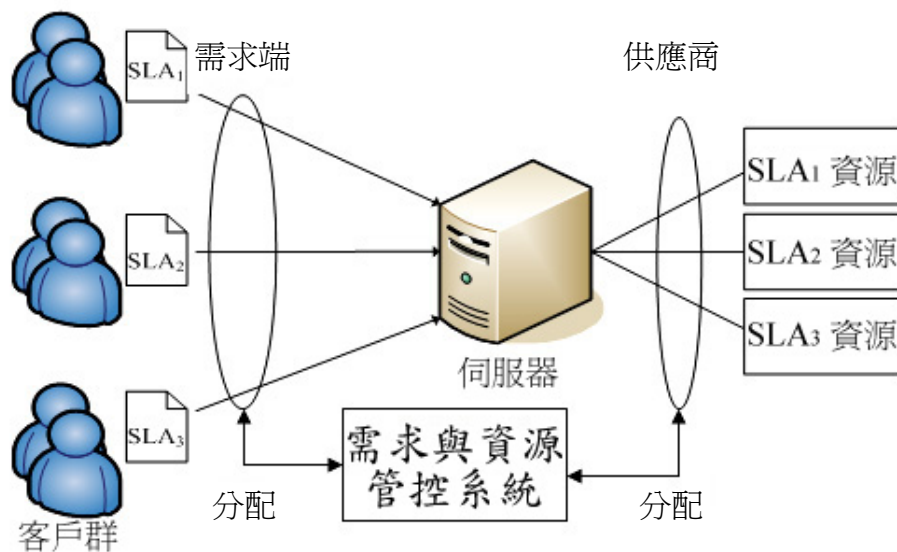


圖1.1 使用供應鏈管理模式之網路服務概念圖

綜合上述研究背景，為了實現差異式網路服務利潤能最大化之營運目標，本研究建立

一套需求與資源管控系統，使用分而解之(divide and conquer)方式，針對各客戶組，利用模糊控制模式調整其使用服務容量之限制。本研究之目的如下：

- (1) 建立以獲利為基礎之差異式網路服務控制架構以滿足利潤能最大化之營運目標
- (2) 設計需求與資源管控系統使各組客戶獲利最大
- (3) 設計在差異式服務架構下，多組客戶群服務資源達成柏拉圖效率之分配方法

二、文獻探討

差異式服務網路，依照 Blake 等人[Blake et al., 1998]以及 Nichols 等人[Nichols et al., 1998]在其研究所述，是由 IETF 針對網路服務品質(network quality of service)提出的服務模型，其可由一組路由器(router)組成一個管理領域(administrative domain)。當採取差異式網路服務時，客戶將被其所簽署的契約進行分群，並且由相對應該組之控制器決定是否可通過允入閘道(gateway)。依照 Diao 等人[Diao et al., 2001, 2003]的研究，藉由允入閘道門檻值的控制，可以實現以分配服務資源的方式使獲利最大化的目標。針對此種獲利模式，Menasce 等人[Menasce et al., 2001]與 Diao 等人[Diao et al., 2003]在其研究中，以獲利曲線的特性設計爬坡(hill climbing)方式的獲利最佳控制器。Liu 等人[Liu et al., 2001]則利用等候理論(queueing theory)為基礎，以固定契約下的最佳獲利為目標進行探討。上述研究對於固定契約下的最佳獲利目標提出其解法，未針對多種契約間彼此對服務資源相互競爭的情形提出深入研究或以此設計控制模式。

傳統控制方式將控制動作視為函數的輸入與輸出的反應，使用轉移函數(transfer functions)進行控制系統之設計與執行。模糊控制則利用語意的規則產生動作(action)以達成對控制目標之調整。本研究為解決網路化服務之諸多不確定性因素，因此利用模糊控制方式取代傳統控制中尋找轉移函數的模式，使用 Zimmermann[Zimmermann, 2001]所描述之模糊控制模式裡的“Mamdani”模式作為模糊控制器，如圖 2.1。此模式首先需要將輸入的變因調整成適當的數值範圍(scaling)，經由設定好的語意規則加以處理，最後再透過轉換，將輸出還原成具有可讀性之形式。

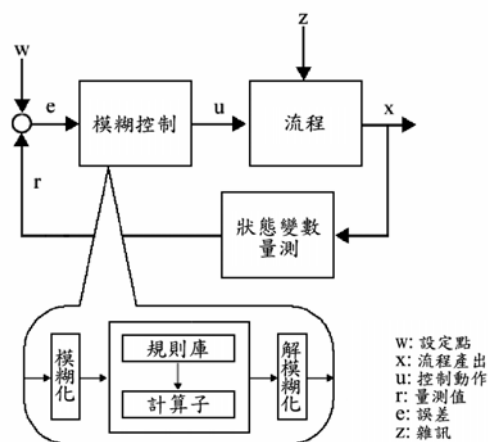


圖 2.1 自動回饋的模糊控制機制(Zimmermann,2001)

在一多組參數需要最佳化的問題中，若是再對任意組進行最佳化動作必定伴隨著另一

組答案的劣化，則此相互箝制的解答組為柏拉圖最適狀態(Pareto optimality)或稱柏拉圖效率(Pareto efficiency)。柏拉圖最適狀態在多目標規劃或是配置有限資源的問題裡具有重要的意義。當有多種指標需要最佳化時，若找不到共通的評估準則或是難以量化指標間的權重，且不同答案間沒有存在所有指標具絕對優勢的差異，則為柏拉圖最適狀態的答案。以 Poulos 等人[Poulos et al., 2001]的研究為例，其研究之倉儲區位配置問題具有多種要最佳化的指標，因此先利用模糊控制對各指標的權重進行調整，再以基因演算法求出對應的配置答案，這樣的過程中可以提供更多組的柏拉圖均衡解以供管理者選擇。本研究中，先將各種契約組的客戶群視為個別需要最佳化的目標式，分別以專屬模糊控制器管理，設計出可快速求取的控制模式。彼此獨立的模糊控制器所求得之解若超過系統負荷，則再利用修正機制求取可行最適解。

三、研究方法

本研究的主要工作為：(1)建立以獲利為基礎之差異式網路服務控制架構以滿足利潤能最大化之營運目標；(2)設計需求與資源管控系統使各組客戶獲利最大；(3)設計在差異式服務架構下，多組客戶群服務資源達成柏拉圖效率之分配方法。

本研究之網路服務經營模式如圖3.1所示。消費者在簽訂服務契約後，向入口網站送出服務請求。網路服務提供者則在入口網站這介面進行允入控制。依照目前服務狀況而有以下兩種結果：(1)在服務人數未達上限時，服務請求將被接受並傳達至伺服器進行處理，並將服務內容傳回給消費者，再依照服務契約衡量服務品質指標，轉換為獲利資料回傳，以做為往後控制流量之依據；(2)若服務人數已達上限時，則消費者的服務請求將被拒絕，這次服務請求將不會為網路服務提供者帶來報償，消費者將被拒絕後將再次提出服務請求。

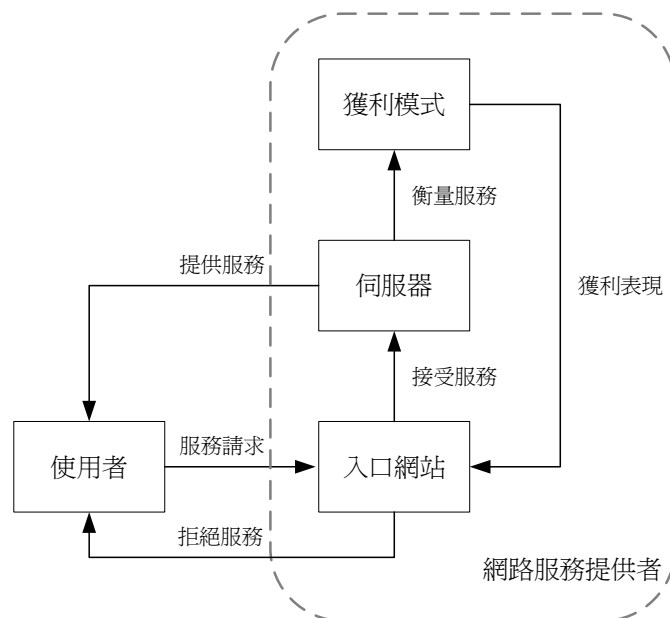


圖3.1 網路服務經營模式圖

本研究將網路服務容量與服務需求匹配之議題，利用供應鏈需求與供給之匹配模式來進行研究，針對不同消費者個別進行資源分配調整，以提高獲利。本研究將服務人數上限

視為各契約組的服務資源，服務人數上限較高的契約組，因為服務請求較容易進入伺服器內，因此會得到更多接受服務的機會。在此經營模式下，每隔特定期間網路服務提供者為了使服務資源配置符合實際需求狀況，會透過各組服務人數上限的方式進行閘道管制，調整不同契約組的消費者能被服務的事件數量。

本研究將網路服務契約內容分為三部份：(1)服務費用，亦即消費者獲得服務後所需支付給網路服務提供者的報酬；(2)服務品質，網路服務提供者對於消費者所提供的品質保證；(3)補償與罰則，當未達服務品質保證門檻時，網路服務提供者將產生額外成本，用以賠償或是廣告，以維持信譽。本研究以服務時間作為衡量服務品質的指標：若服務請求被接受，而且服務時間低於服務品質保證門檻，則此次服務被認定為成功；若服務請求被接受，而服務時間高於服務品質保證門檻，則此次服務被認定為失敗。契約內容使用Diao等人[Diao et al., 2001, 2003]之研究，利用下列三項參數加以描述：(1)服務成功時ISP業者所獲得報酬；(2)服務失敗時ISP業者所付出成本；(3)服務時間的品質保證門檻。

企業常以績效作為資源分配之依據，每個事業部門提出預算，當預算超過公司總預算限制時，必須由高層進行第二階段之資源分配。本研究以相同作法，提出如圖3.2之服務資源分配流程。各契約組的服務人數上限會先進行第一階段調整，以配合行銷企劃所需，第一階段調整後的服务人數上限值若是超過伺服器總服務人數上限，將再經由比較獲利的方式，以總獲利最佳為目標，進行第二階段調整。這樣的調整過程每隔固定時間便會重新進行一次，以使服務資源分配合乎營運變化。以各自獨立的控制器進行第一階段控制，能簡化複雜的服務資源分配問題，也方便針對不同消費者群進行客製化調整，在此所得之初步分配結果再進行加總以進行可行性評估，並透過第二階段之調整比較獲利，能使分配結果兼具可行性與利潤最大化目標。

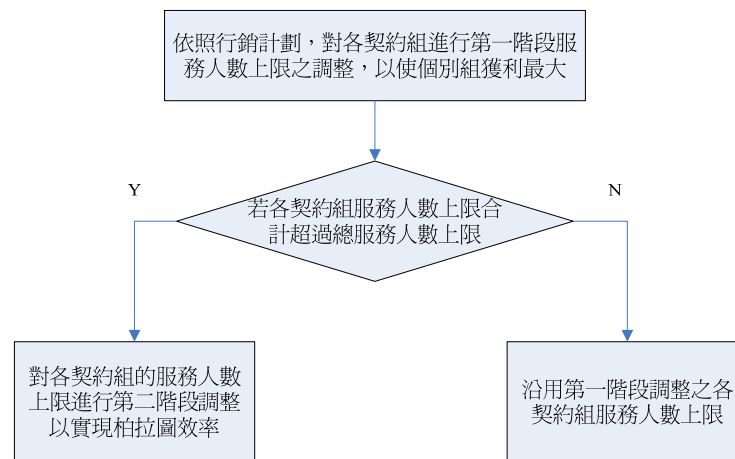


圖3.2 服務資源分配之流程圖

分配控制器結構圖如圖3.3。第一階段各契約組僅針對自身獲利進行調整，並提出所需之服務上限人數，並未考慮其他契約組狀況。調整結果將進行加總檢驗：若未超過系統總服務人數上限，則維持第一階段調整結果；若超過系統總服務人數上限，則以第一階段調整結果為基礎，以服務資源投入所帶來的邊際獲利為績效指標，重新分配服務人數上限於各契約組，以使總獲利最佳。

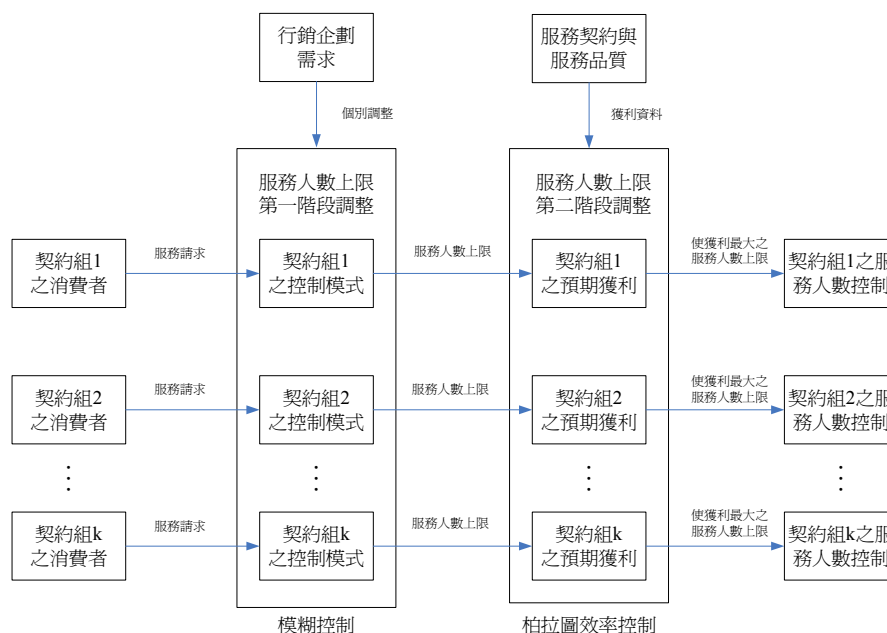


圖3.3 服務資源分配控制器結構圖

根據 Diao 等人[Diao et al., 2003]之研究，服務人數上限與獲利呈現峰狀(concave downward)，獲利為服務人數上限之二次函數，並存在一個最佳服務人數上限值使獲利最佳。對於各契約組而言，隨著服務人數上限增加，所帶來的邊際獲利增加量也隨之下降。由於此項特性，只要比較不同契約組在目前分配狀況下的邊際獲利，並且將未分配的服務人數上限當成資源，逐步配置到帶來最大邊際獲利的契約組，便能獲得使總獲利最大之分配結果。利用上述獲利曲線特性，本研究在圖 3.3 的第一階段控制部份，利用彼此獨立的模糊控制器對各組服務人數上限進行控制，以使各組獲利最大，此項調整結果將在圖 3.3 的第二階段進行加總比較，若超過總服務人數上限，則再以比較邊際獲利的方式決定服務資源的分配方式。

用於第一階段調整的模糊控制器輸入項包含兩種資料：(1)前一期對服務人數上限之調整方式；(2)前一期的獲利變化。透過規則庫的運算，輸出部分經處理將可得新一組服務人數上限值。現對服務人數上限之調整方式定義五項語意變數：“negative big” (NB)， “negative small” (NS)， “almost zero” (AZ)， “positive small” (PS)， “positive big” (PB)。此五種項目代表了前期服務人數上限的變化程度。獲利變化使用五項語意變數：“increasing big” (IB)， “increasing small” (IS)， “almost still” (AS)， “decreasing small” (DS)， “decreasing big” (DB)。由此兩種輸入項一共產生二十五條規則，用以調整服務人數上限。為避免過於微小的矯正讓搜尋過程無效率，或是過大的調整幅度使得精確解無法被搜尋出來，規則內的輸入與輸出項之變動幅度均先透過實驗加以調整。

企業經營常以獲利為主要評估績效，本研究延伸此概念，利用邊際獲利做為衡量服務人數上限分配之指標。並依照獲利為服務人數上限之二次函數的特性，發展一套利用逐步(stepwise)堆疊方式分配服務資源之演算法，用以實踐第二階段分配。其步驟如下：

Step.1：以第一階段分配結果與契約內容，設定各契約組起始分配狀況

Step.2：比較在現行分配狀況下，再投入一單位服務人數上限於各契約組所帶來的邊際獲利

Step.3：將一單位服務人數上限分配至帶來最高獲利之契約組，並更新分配狀況

Step.4：若尚有未分配之服務人數上限，回步驟 2；若已無服務人數上限需要分配，則以目前分配狀況為第二階段分配結果

在上述比較過程中，由於各組之間的比較過程已經選出最佳邊際獲利組，再加上邊際獲利遞減的特性，因此在步驟 2 所選擇的最佳邊際獲利組不但是各組間最佳，也是未來所有邊際獲利結果中最佳選擇。本研究採取此種逐步配置方式，則可得使總獲利最大化。由於此種逐步最佳化的過程皆由各組相互比較而得，並在第一階段利用模糊控制器進行調整以避免邊際獲利為負值的狀況，因此經過第二階段調整後的答案為柏拉圖最適境界，此時無法在不減少其他組獲利的情形下再提升任一組之獲利。

四、實驗結果

為檢驗本研究設計之需求與資源管控系統分配服務資源的效能，本研究利用模擬方式，探討兩種網路服務情境：(1)到達率穩定之系統；(2)到達率受季節因子(seasonal factor)干擾之系統。4.1 為實驗環境設定；4.2 是到達率穩定系統之控制結果；4.3 則是到達率受季節性因子干擾系統之控制結果。

4.1 實驗環境設定

網路服務提供者設定三種服務等級，以供消費者選擇。契約組 1 代表普通等級；契約組 2 則是價位較高，品質保證門檻也較佳的選擇；契約組 3 則是價格低廉而品質保證門檻較差的選擇。契約內容與各契約組人數如表 4.1 所示。為了維護消費者基本使用權益，各契約組皆設定有服務人數上限之最低門檻，其為該組總人數之十分之一，並以此為系統開始時之服務資源分配狀態。

表4.1 各組消費者契約內容與人數

	成功報酬	失敗成本	保障門檻	組別人數
契約組1	10	10	10	300
契約組2	20	20	7.5	100
契約組3	5	5	12.5	500

為分配服務資源，網路服務提供者每經過 100 單位時間便進行服務人數上限的調整。利用三個彼此獨立的模糊控制器進行第一階段調整工作，以各契約組獲利與前期決策為模糊控制器輸入項，決定第一階段的服務人數上限。當第一階段調整結果總和並未超過總服務人數上限時，便不進行第二階段調整；反之，若第一階段調整結果總和超過總服務人數上限，則以總獲利最大化為目標，進行第二階段調整。實驗設定伺服器之總人數上限為 180，而伺服器平均服務速率則為 30。

4.2 到達率穩定系統之控制結果

現假設消費者總到達率為 30，進行連續 150 次的服務資源分配調整，以觀察其獲利表現與服務人數上限變化。

到達率穩定之系統進行 150 次調整的總獲利如圖 4.1，此期間各契約組服務人數上限變化如圖 4.2。最終總獲利約為 3800，其中契約組 1 獲利為 1580，契約組 2 獲利為 725，契約組 3 獲利為 1495。經過 25 次調整後，第一階段由模糊控制器所調整的結果使得各組服務人數上限組合計超過系統總服務人數上限，由此開始利用逐步最佳化方式進行第二階段調整。本研究所提之演算法調整各契約組服務人數上限，使總獲利上升後維持穩定。

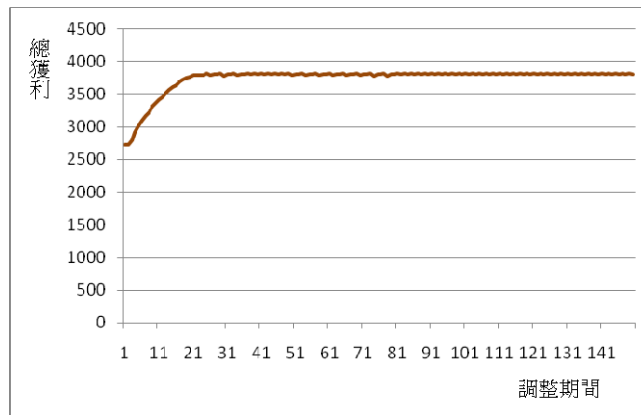


圖 4.1 到達率穩定系統之總獲利變化圖

在第 25 次調整之前，契約組 1 與契約組 3 都以提高服務人數上限為控制方向，契約組 2 在初期就達到穩定點，並未再有劇烈變動。由第 25 次調整起，由於開始進行第二階段調整，三個契約組相互競爭服務資源，於是契約組 1 的服務人數上限停止上升，剩餘的服務人數上限由契約組 3 與契約組 2 相互競爭，高單價契約組 2 之服務容量有百分之十會受到獲利影響改分配給低單價契約組 3，使契約組 3 增加百分之五的服務容量。三個契約組的服務人數上限最後收斂在 70，16，94。

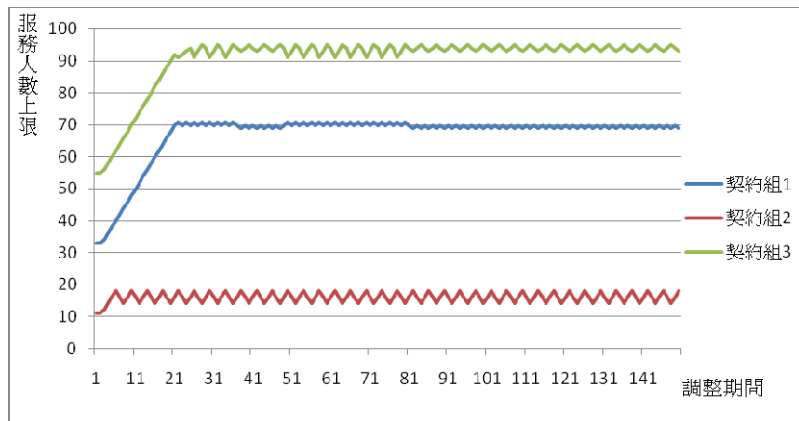


圖 4.2 到達率穩定系統之服務人數上限圖

4.3 到達率受季節性因子干擾系統之控制結果

在實際營運狀況下，消費者對網路需求變化經常隨時間而有所改變，為驗證在需求變化劇烈的環境下，本系統分配服務資源之效能，設定另外一組實驗環境，使消費者到達率受季節性因子干擾，如圖 4.3，由第 30 次調整開始，服務請求到達率呈現正弦波形式震盪，週期為 60，振幅為 5，因而使到達率上限為 35，下限為 25。為觀察方便，調整期數由 150 增加至 300。

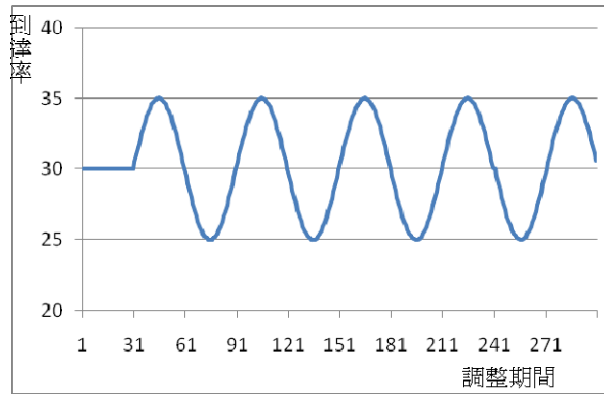


圖 4.3 消費者到達率受季節性因子干擾之到達率變化

對到達率受季節性因子干擾之系統進行 300 次服務資源分配調整後的總獲利如圖 4.4，此期間各契約組服務人數上限變化如圖 4.5。由第 30 次調整開始，獲利受到消費者到達率的影響，呈現與到達率同方向變化，總獲利最高約為 4370，最低約為 2730。採用本研究設計之演算法在服務需求變動的環境中提供了正相關的第二階段調整結果。

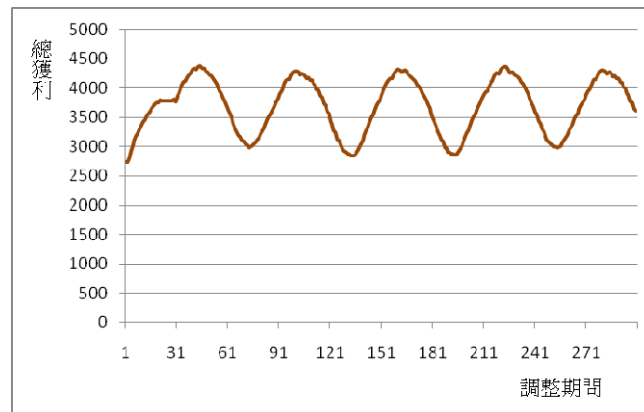


圖 4.4 到達率受季節性因子干擾之總獲利變化圖

各契約組服務人數上限在季節性因子導入前表現類似到達率穩定系統下的狀況。當季節性因子從第 30 次調整開始，經由第二階段調整，求出使獲利最大的各契約組服務人數上限組合。此種機制可以觀察圖 4.5 系統到達穩定態時下列四種現象：

以 91 期到 105 期開始週期為例，到達率由 30 提昇至 35，經由第二階段的演算，契約組 1 與契約組 2 的邊際獲利較高，因此提昇其服務人數上限，而相較之下獲利增加幅度較

低的契約組 3 則是因此分得較少服務資源，服務人數上限下降。在此第一階段控制皆讓三契約組傾向爭取更多服務資源，但經過第二階段比較獲利能力後，造成契約組 1 與契約組 2 瓜分契約組 3 資源以提昇獲利的結果。

在 106 期到 120 期時，到達率由 35 下降到 30，各契約組所分得服務人數上限維持平穩。獲利能力雖然因為到達率下降而都隨之降低，但由於第一階段分配結果傾向不變動資源分配，因而各組服務人數上限維持不變。

在 121 期到 135 期時，到達率由 30 下降至 25，先維持一段穩定分配狀態，再使契約組 2 分配資源下降，契約組 3 分配資源上升，契約組 1 則是在此區間最後降低其服務人數上限。這段區間的變化可解釋成到達率較低時，契約組 1 與契約組 2 的獲利狀況下降，而相較之下契約組 3 的邊際獲利在此時相對較佳，因而會使契約組 3 由契約組 1 與契約組 2 兩邊分得服務資源。

在 136 期到 150 期時，到達率由 25 上升至 30，契約組 3 與契約組 2 之服務人數上限皆提昇，而契約組 1 的服務人數上限則因此降低。契約組 3 在到達率低時擁有較佳獲利能力，由第二階段的調整分配到更多服務資源。契約組 2 與契約組 3 在到達率提昇時擁有較佳邊際獲利提昇率，經由第一階段調整結果，其服務人數上限提昇比率較高。

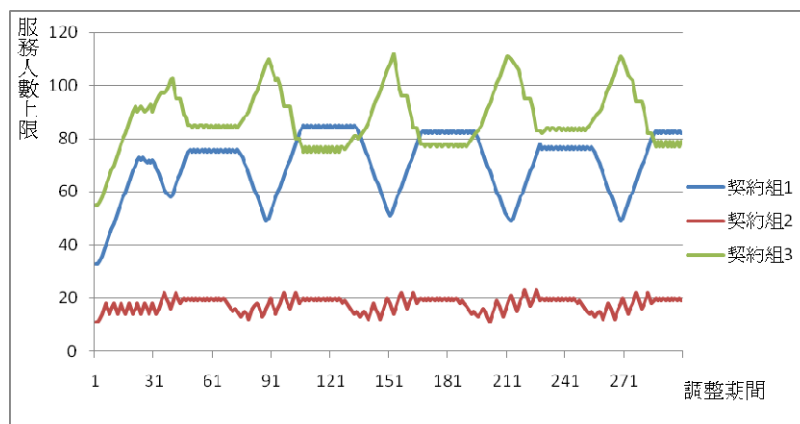


圖 4.5 到達率受季節性因子干擾之服務人數上限圖

五、結論

本研究成果包括下列三項：

(1) 建立以獲利為基礎之差異式網路服務控制架構以滿足利潤能最大化之營運目標

本研究將網路服務容量與服務需求匹配之議題，利用供應鏈需求與供給之匹配模式來進行研究，針對不同消費者個別進行資源分配調整，以提高獲利。本研究使用分而解之的方式，設計一套需求與資源管控系統，以兩階段調整方式來分配各消費者群服務人數上限，以此使服務資源分配有效率且可行，並實現利潤最大化之營運目標。

(2) 設計需求與資源管控系統使各組客戶獲利最大

需求與資源管控系統以各自獨立的模糊控制器進行第一階段控制，能簡化複雜的服務資源分配問題，也方便針對不同消費者群進行客製化調整，在此所得之初步分配結果再進行加總以進行可行度評估，並透過第二階段之調整比較獲利，能使分配結果兼具可行性與利潤最大化目標。

(3)設計在差異式服務架構下，多組客戶群服務資源達成柏拉圖效率之分配方法

在需求與資源管控系統的第二階段，利用一套利用逐步堆疊方式分配服務資源，此種逐步最佳的過程皆經過比較，所得服務資源分配結果為柏拉圖最適境界，並使獲利最大化，符合網路服務提供者之營運所需。

參考文獻

- Blake, K. S., Baker, F., and Black, D., “Definition of the Differentiated Services Field (DS Field) in the IPv4 and IPv6 Headers,” *RFC2474*, 1998.
- Cachon, G. and Terwiesch, C., *Matching Supply with Demand*, McGraw-Hill, Boston, 2006.
- Diao, Y., Hellerstein, J. L., and Parekh, S., “A Business-Oriented Approach to the Design of Feedback Loops for Performance Management,” *Proceedings of the 12th International Workshop on Distributed Systems: Operations and Management (DSOM’01)*, Nancy, France, 2001.
- Diao, Y., Hellerstein J. L., and Parekh, S., “Using fuzzy control to maximize profits in service level management,” *IBM Systems Journal*, Vol. 41, No 3, 2002.
- Hunt, R., “A review of quality of service mechanisms in IP-based networks — integrated and differentiated services, multi-layer switching, MPLS and traffic engineering,” *Computer Communications*, Volume 25, pp. 100-108, 2002.
- Liu, Z., Squillante, M. S., and Wolf, J. L., “On Maximizing Service-Level-Agreement Profits,” *Proceedings of the ACM Conference on Electronic Commerce (EC’01)*, ACM, New York, pp. 213–223, 2001.
- Menasce, D., Barbara, D., and Dodge, R., “Preserving QoS of E-commerce Sites Through Self-Tuning: A Performance Model Approach,” *Proceedings of 2001 ACM Conference on E-commerce*, Tampa, FL, pp. 224–234, 2001.
- Mykoniati, E., Charalampous, C., Georgatsos, P., Damilatis, T., Goderis, D., Trimintzios, P., Pavlou, G., and Griffin, D., “Admission control for providing QoS in DiffServ IP networks: the TEQUILA approach,” *IEEE Commun. Mag.*, Vol. 41, No. 1, pp. 38–44, 2003.
- Nichols, K., Blake, S., Baker, F., and Black, D., “Definition of the Differentiated Services Field (DS Field) in the IPv4 and IPv6 Headers,” *RFC2474*, December 1998.
- Poulos, P. N., Rigatos, G. G., Tzafestas, S. G., and Koukos, A. K., “A Pareto-optimal genetic algorithm for warehouse multi-objective optimization,” *Engineering Application of Artificial Intelligence*, Vol. 14, pp. 737-749, 2001.
- Zimmermann H. J., *Fuzzy Set Theory and Its Applications*, Kluwer Academic Publishers, Boston, 2001.

計畫成果自評

本研究目的在於設計出建立一套需求與資源管控系統以供差異式網路服務使用，以實現最大獲利之營運目標。為達到此目標，必須適當地控制價格與資源配置，以平衡顧客人數、服務品質及營收大小。此種問題本質相當於供應鏈系統有關需求與供應匹配議題，因此本研究設計一套兩階段式控制機制：(1)以各自獨立之模糊控制器對各契約組之進行服務資源分配；(2)針對前項分配結果設計比較運算機制，以使分配結果達成柏拉圖效率，兼具可行性與獲利最大化之特性。關於這兩部份都在結案報告中詳述，並以兩種環境進行測試。此種需求與資源管控系統能即時反應消費者需求變化而調整服務資源分配，並使獲利最大化。

在本研究中採用了分而解之的原則來設計需求與資源管控系統，其概念接近一般多事業體企業的經營模式，將複雜的資源分配問題依契約組進行分割，進行初步控制，再將此項分配結果以最大獲利為目標，進行整體資源控管，實驗中也看到各契約組進行資源爭奪與重分配現象。這種處理方式方便增加或合併各契約組，也容易針對目標消費者群進行行銷或資源分配工作，適合用於強調客製化與個人化服務的差異式網路服務。

在差異式網路服務架構下，客製化的服務契約已經是不可避免的趨勢，這將會使既有的契約型態有所改變，服務提供者必須以更有彈性或是量身訂做的網路服務品質保證與報償契約以應付消費者劇烈變化的需求，因此能方便調整各契約組內容的控制方式較適合實務所需。此外，差異式網路服務的研究議題中，關於客戶於契約組之間的流動或是群聚亦是重要的研究目標，有了架構簡易卻不失彈性的控制系統，有助於研究多變的消費者行為，在引入更多參考構面時不至於使控制系統過於複雜，因而本研究提出之需求與資源管控系統亦能作為未來研究之基礎。

綜合上述，本研究完成了原先設定的三種主要目標：建立以獲利為基礎之差異式網路服務控制架構以滿足利潤能最大化之營運目標；設計需求與資源管控系統使各組客戶獲利最大；設計在差異式服務架構下，多組客戶群服務資源達成柏拉圖效率之分配方法。本研究的結果將在整理後儘快投稿至國際期刊，並將做為未來更深入延伸研究之基礎。

研究過程中發現，到達率受到來自顧客方面因素的影響，服務資源的分配是相當複雜的，系統穩定性與初始條件會影響資源分配結果，並不單純只以契約組之價格或服務品質來決定。由於資源分配結果將影響消費者所受的服務品質，當消費者滿意度受到價格或是品質影響，進而改變其服務需求時，業者與消費者之間存在互動機制，業者以獲利為服務資源分配依據，消費者則經由對此服務之滿意度來決定其需求狀況。因此曾提出 98 年度研究計畫，考量滿意度-利潤鏈(satisfaction-profit chain)之業者-消費者營收管理互動模型，以使模型更為完備，增加其實用性，雖未獲通過，但未來仍將朝此方向研究。

可供推廣之研發成果資料表

附件二

可申請專利

可技術移轉

日期：98年10月26日

國科會補助計畫	計畫名稱：使用模糊控制方法之網路化服務利潤管理 計畫主持人：吳植森 計畫編號：NSC97-2410-H-168-018 學門領域：生產與作業管理
技術/創作名稱	使用模糊控制求解差異化服務營收利潤之柏拉圖均衡解
發明人/創作人	吳植森
技術說明	中文： 差異式網路服務重視客製化需求，需要為消費者量身訂做最適當的網路服務品質保證與報償契約，因此使服務資源的分配也變得更加複雜。本研究提出一套需求與資源管控系統，方便針對目標消費群進行客製化調整，亦簡化資源分配問題的計算複雜度，可供網路服務業者營業之用。 英文： Differentiated Services has been widely used to meet customers' various demands. Network service providers guarantee their quality of service by using customer assigned service level agreements and set individual control system for each customer group. We present a two-stage control scheme for admission control in Pareto efficiency to allocate service resources for profit maximization.
可利用之產業及可開發之產品	網路服務業
技術特點	設計分而解之的需求與資源管控系統以使獲利最佳化，此種二階段調整模式符合 Web 2.0 下網路服務業者經營所需。
推廣及運用的價值	

- ※ 1. 每項研發成果請填寫一式二份，一份隨成果報告送繳本會，一份送 貴單位研發成果推廣單位（如技術移轉中心）。
- ※ 2. 本項研發成果若尚未申請專利，請勿揭露可申請專利之主要內容。
- ※ 3. 本表若不敷使用，請自行影印使用。