

第五章 效能評析

本研究以實驗模擬的方式來觀察不同的彌補預測誤差的資源配置方法之效能，包含了訊務允入率、訊務允入率差值與系統獲利等，並比較中央保留資源法與超額分配法，對系統業者在不同方法的選擇上提出建議。

5.1 評估指標

為了瞭解中央保留資源法與超額分配法彌補預測誤差的效能，本節介紹實驗中資源配置方法效能評析指標，對彌補預測誤差的資源配置法進行評估，觀察在不同環境下此兩種資源配置方法的效能與特性，分別是訊務允入率、訊務允入率差值與系統獲利。

訊務允入率

為實驗模擬時，實際產生之所有訊務中，被接受進入網域的需求比率。由訊務允入率的增減，可觀察資源配置方法彌補預測誤差上的效能。

訊務允入率差值

不同資源保留比例或不同超額配置比例與沒有使用彌補預測誤差的資源配置法相較，或每個方法不同資源比例相互間訊務允入率的差值，藉此可以觀察不同資源保留比例或不同超額配置比例對允入訊務增進的效能。

系統獲利

以實驗模擬結果計算出的收益，由實驗中觀察獲利的增減，與沒有使用彌補預測誤差的資源配置法相較，瞭解使用彌補預測誤差的資源配置法對於收入可能的助益或減損。

5.2 模擬環境

本節介紹本研究的實驗平台、訊務的產生與實驗網路拓樸等。

5.2.1 Network Simulator 2

本研究採用 Network Simulator 2 (NS2)模擬網路運作，觀察評估所提出方法之效能。NS2 是一套模擬 IP 網路的軟體，其內建了不少的通訊協定(TCP, UDP...)供使用者自行選用，使用此軟體時，先建立起欲模擬之需要的可能網路狀況，然後設定相關的參數、通訊協定...組態後，交給 NS2 去執行得出一個輸出檔，再透過一些軟體如 Nam、Xgraph 的輔助，做進一步的分析。

5.2.2 訊務產生

實驗當中訊務的產生是由 NS2 內所提供，由於本研究著重於資源配置方法彌補預測誤差的效能，與不同方法間的比較，所以僅以 NS2 中模擬的 CBR (constant bit rate)作為各個資料流的訊務特性(behavior)，配合使用不同的訊務分佈變異數(traffic distribution deviation)，產生模擬訊務對中央保留資源法與超額分配法進行實驗，其中設定每個資料流的頻寬為 448 kb/sec (NS2 CBR 之預設值)。

5.2.3 網路拓樸設計

本研究之實驗著重於觀察資源配置方法彌補隨機產生訊務之效能，以及對於訊務允入與增加收益的影響，並非著重於路由議題，因此在實驗設計上簡化網路環境，以單一條路徑(path)連結所有 Ingress Router 與 Egress Router，路徑之頻寬(capacity，也是資源供給上限)為所有 Ingress Router 資源預購值 θ 的總合，如下圖所示。

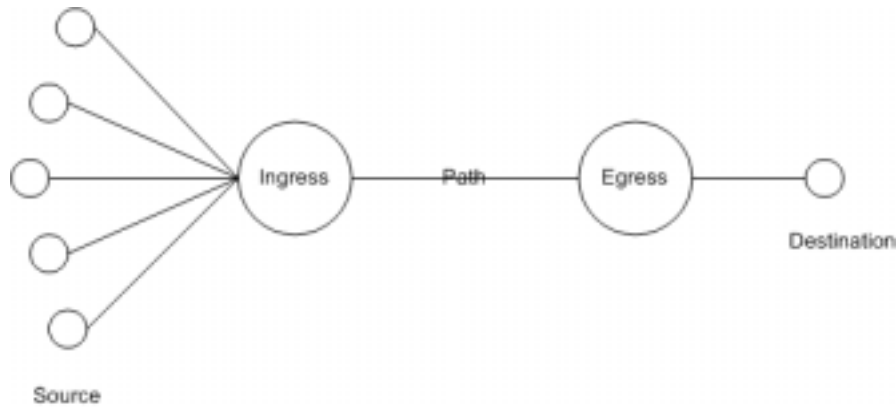


圖 5.1：實驗網路拓樸

5.3 實驗設計

本節介紹實驗中訊務的產生與數個實驗的設計，並以實驗對照組做為基礎，用來比較中央保留資源法與超額分配法在增加系統獲利上的差異，還有在不同的訊務分佈下不同資源配置法的效能。

5.3.1 Traffic Generating Function

實驗設計在 NS2 模擬器上利用 Traffic Generating Function，依照設定隨機產生來改變每次實驗之訊務總數以套用至 NS2 模擬器，並在每個產生訊務之來源節點(source node)指定訊務特性，送出封包來模擬實際網路的應用。實驗中共有 5 個來源節點，每個的訊務量均隨機產生，所配置的資源即為來源節點連結至 Ingress Router 的連線(link)頻寬，而 Ingress Router 至 Egress Router 路徑的頻寬設計可滿足 50 個資料流。每個來源節點的訊務使用相同的 Normal Distribution 來隨機產生實驗資料，分佈範圍由 0 至 20 分佈中間值(mean)為 10，預購值 θ 為分佈中間值，變異數(deviation)可依不同實驗設計再行調整。

5.3.2 資源配置法實驗對照組

實驗設計一對照組來比較不同資源配置法的效能。實驗對照組沒有使用特殊的資源配置方法，僅將系統資源依各個 Ingress Router 的要求配置，沒有保留

部份的資源做即時配置，也沒有超賣資源。實驗對照組的實驗結果除了用來比較中央保留資源法與超額分配法外，也需以此結果計算訊務允入率與系統獲利的差值。

5.3.3 實驗模擬流程

實驗模擬流程分為兩個階段，事前設定(off-line setup)與執行時段(current execution time period process)，共四個步驟(圖 5.2)，前兩個步驟為第一階段，後兩個步驟為第二階段。在第一個階段(off-line setup)，首先以訊務累積統計分佈為依據，隨機產生該次實驗產生之訊務總數(Step 1)，再依照所產生的訊務資料配合事先設定之網路架構，將整體實驗的環境(連線、節點、訊務種類)，編排匯整成 NS2 事件與拓樸 (event and topology) script (Step 2)；進入第二階段 (current execution time period process)將 script 交由 NS2 模擬器按照實驗編排動態執行(Step 3)，並觀察 NS2 執行結果，以程式取得資料並計算分析(Step 4)。

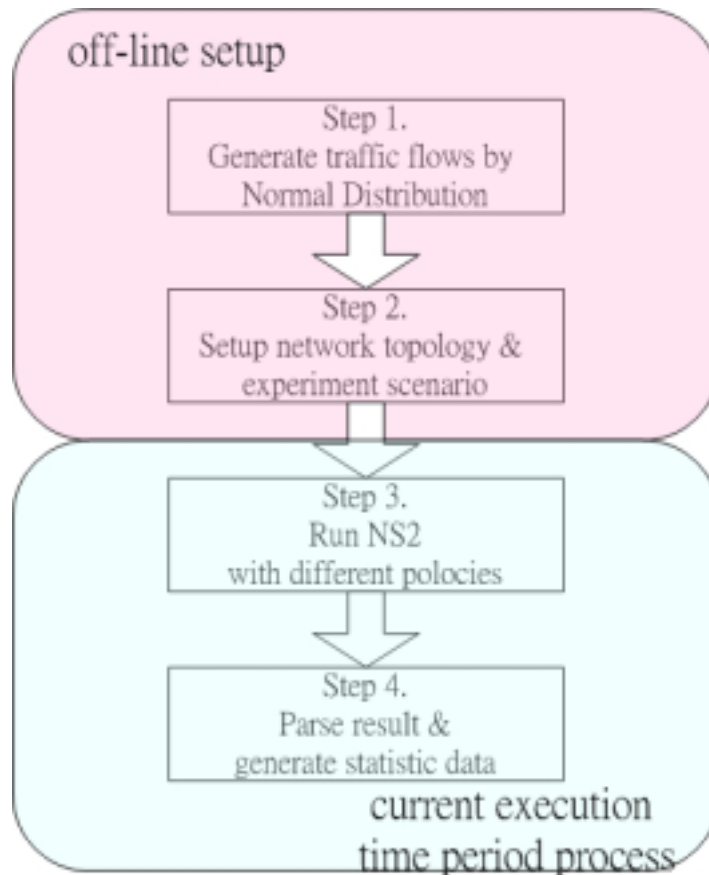


圖 5.2：實驗流程

中央保留資源法資源配置的模擬，是將所有來源節點至 Ingress Router 的連線設定較小的頻寬，保留下來的資源配置到另一條連線上(如圖 5.3)，沒有辦法傳送的訊務會再循此管道傳送，直至所有資源用盡。超額分配法資源配置的模擬較為簡單，僅提高所有來源節點至 Ingress Router 的連線頻寬，以增加允入的訊務。

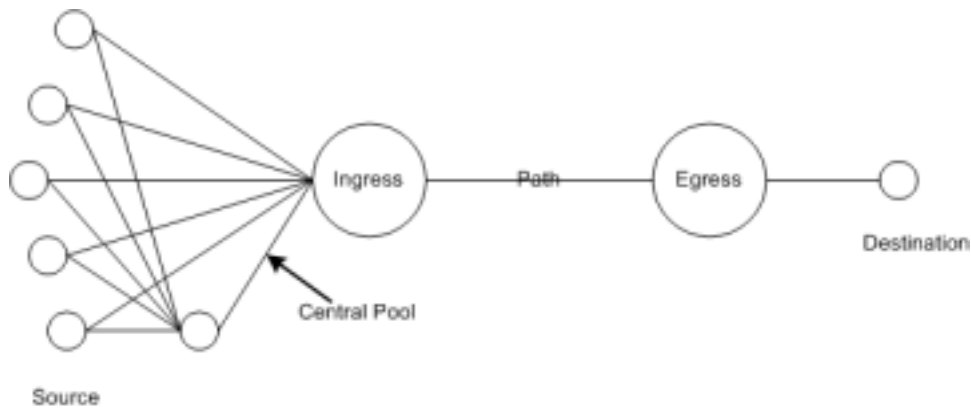


圖 5.3：中央保留資源法實驗拓樸

5.3.4 實驗

本論文設計了以下不同的實驗來觀察不同環境下，彌補預測誤差的資源配置法效能。

實驗一：測試中央保留資源法對資源保留比例的敏感度

實驗二：測試超額分配法對資源超額分配比例的敏感度

實驗三：測試不同資源配置法對訊務分佈變異數的敏感度

表 5.1：：實驗目標表

實驗	目標
中央保留資源法對資源保留比例的敏感度測試	以訊務允入率與系統獲利來分析中央保留資源法之行為
超載分配法對資源超額分配比例的敏感度測試	以訊務允入率與系統獲利來分析超額分配法之行為
不同資源配置法對訊務分佈變異數的敏感度測試	以訊務允入率來分析不同資源配置方法之行為

5.4 實驗結果

研究的實驗結果會在本節呈現，文中將以圖表的方式，配合文字解說實驗結果與其代表的涵意。

5.4.1 實驗一：中央保留法對資源保留比例的敏感度測試

共有五組測試資料，變異數由 1 至 5，每次增加 1，隨機產生訊務來模擬真實的網路流量。於實際執行時段，透過 NS2 模擬器執行事先編排好之網路與流量設定。本實驗以訊務允入率、訊務接受率差值與系統獲利來觀察不同資源保留比例的測試，測試保留資源比例由 10% 逐步增至 50%，間隔 10%。

計價常數會影響系統獲利的呈現，中央保留資源法中共有三個計價常數，分別為預訂所得每單位資源的價格(C_1)、每單位超過原本預訂資源的價格(C_2)，已向 BB 預訂資源但未獲得配置的部分(C_1')，其中 C_2 、 C_1' 兩部分的資源需即時向 BB 要求資源配置來提供服務。由實驗觀察兩種不同意義的即時資源配置所佔比例，加上系統業者對於獲利增加的期望，可依此來決定計價常數。舉例說明，假設有預購的即時配置部份與沒有預購的即時配置比例為 3:1，若系統業者期望沒有預購的即時配置所得為有預購的即時配置損失的兩倍(2:1)，經過簡單的計算可以得到 $C_2 : C_1'$ 應為 6:1，以預訂資源價格為基準，定 C_1 為 1，則可得 C_2 為 3 且 C_1' 為 0.5，本實驗即以此做為計價常數。

圖 5.4 顯示中央保留資源法保留不同比例資源時，增加訊務允入率的趨勢，圖中的資訊顯示出增加資源保留比例便可以提昇訊務允入率。

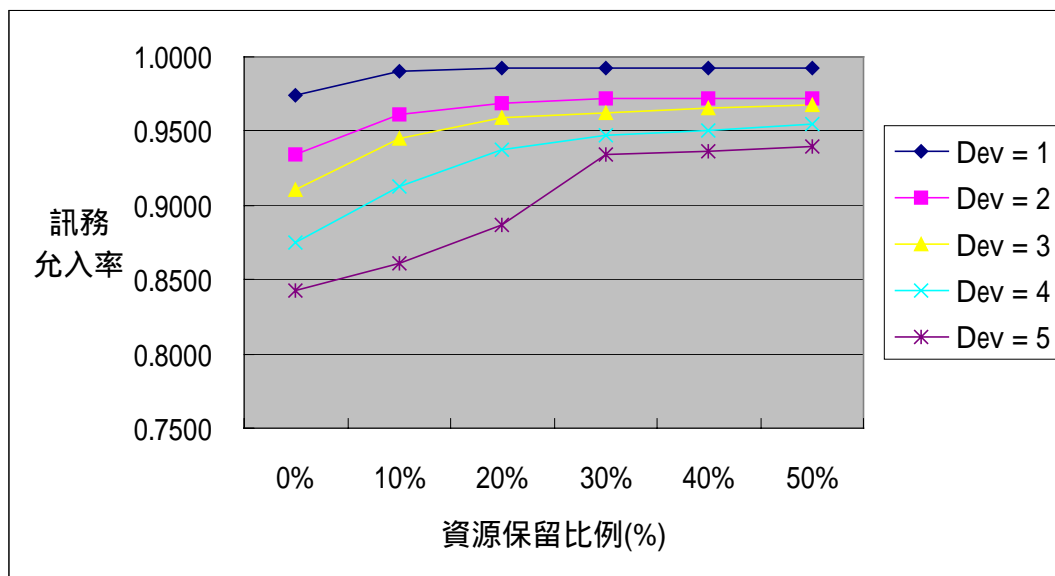


圖 5.4：不同資源保留比例對訊務允入率的影響

圖 5.5 是與實驗對照組比較的訊務允入率差值，為每個不同變異數實驗的五個不同資源保留比例的測試結果減去實驗對照組測試結果的差值，趨勢上與訊務允入率類似，只要增加資源保留的比例，中央保留資源法對於增加訊務允入率的效能就會更好。

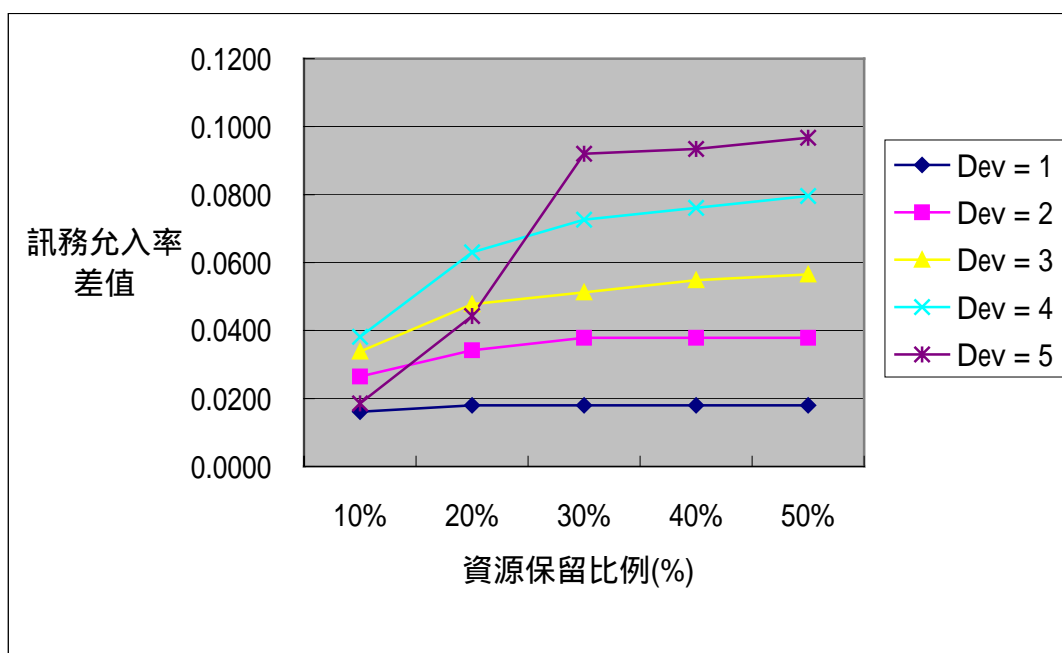


圖 5.5：不同資源保留比例與實驗對照組比較對訊務允入率差值的影響

再觀察每增加 10%資源保留比例對訊務允入率提昇的效能。由圖 5.6 可以看出，只要增加資源保留比例，便對於提昇訊務允入率有所益助，但呈邊際效應遞減。

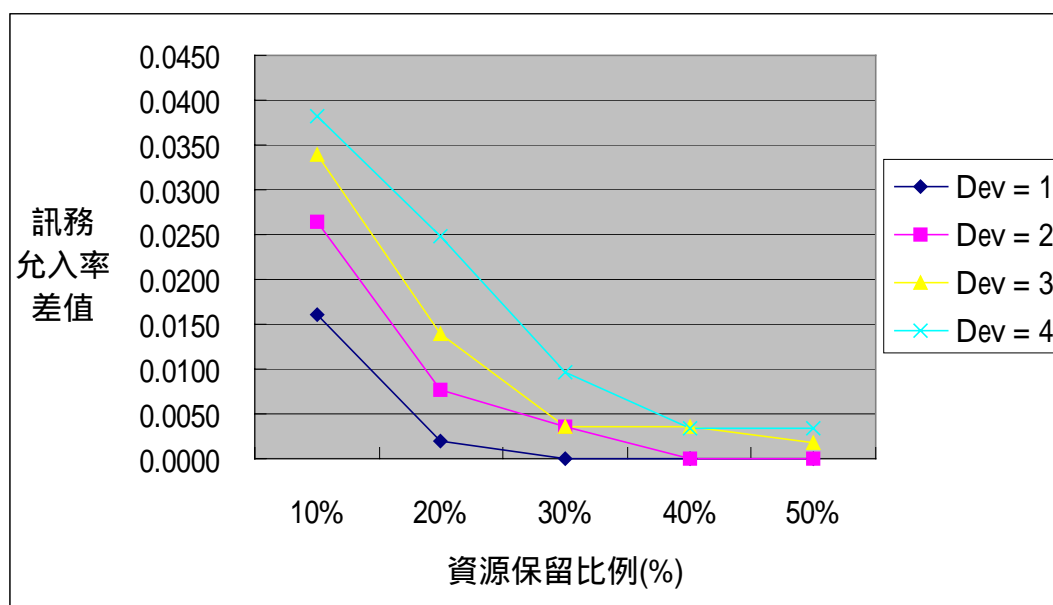


圖 5.6：每增加 10%保留資源對訊務允入率差值影響

由圖 5.4 至 5.6 可以發現，保留比例小於 30%的前半段，增加保留資源便可有效增加訊務允入率，但超過 30%的後半段效果則不明顯。

從圖 5.7 可以看出，使用中央保留資源法要有較高的獲利，保留較小的資源比例即可。另外，中央保留資源法的獲利較為穩定，大範圍的保留比例之內都可以維持相近的獲利水準，最佳的位置會出現於較前方保留資源比例較低的位置。再由圖 5.8 觀察可知，每增加一定比例的保留資源，中央保留資源法可增加的獲利會緩步下降。

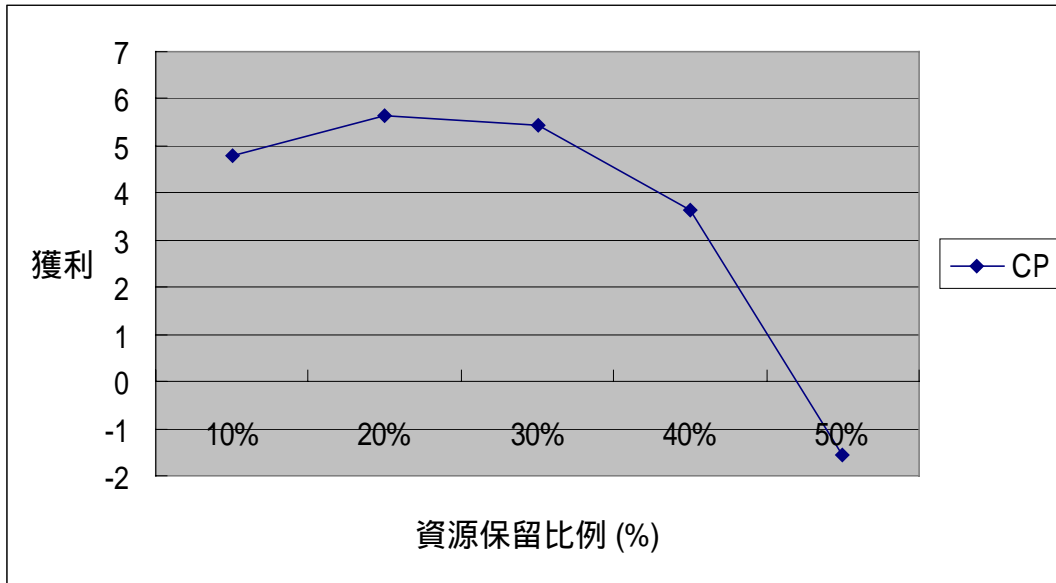


圖 5.7：中央保留資源法獲利趨勢

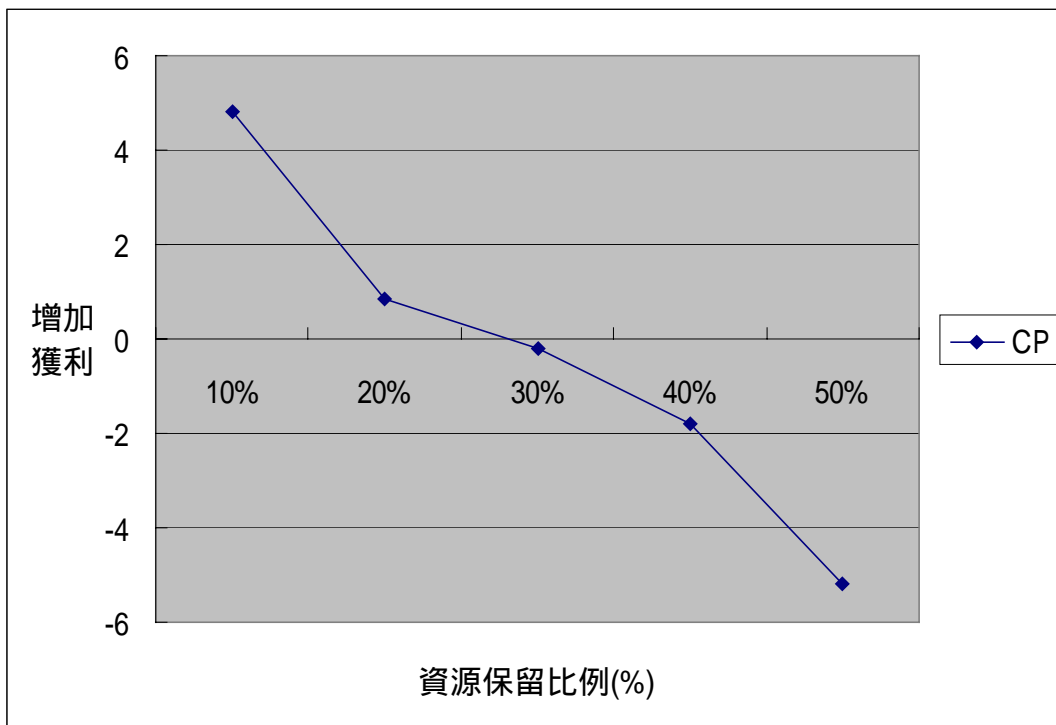


圖 5.8：中央保留資源法增加獲利趨勢

5.4.2 實驗二：超載分配法對資源超額分配比例的敏感度測試

共有五組測試資料，變異數由 1 至 5，每次增加 1，隨機產生訊務來模擬真實的網路流量。於實際執行時段，透過 NS2 模擬器執行事先編排好之網路與流

量設定。本實驗以訊務允入率、訊務接受率差值與系統獲利來觀察不同超額配置比例的測試，測試超額配置資源比例由 10% 逐步增至 50%，間隔 10%。

超額分配法可能會允入過多訊務，使得系統無足夠資源可以提供服務，因此在計價常數的設定上，由實驗結果觀察允入訊務與系統無法滿足的訊務比例，依此來決定計價常數。假設無法滿足的訊務與允入的訊務比例為 1:12，且系統業者期望超額配置創造的獲利為損失的兩倍(2:1)，透過簡易的計算可以得到每單位超額配置資源的計價常數(m_1)與每單位因超額配置所必需承擔的損失計價常數(m_2)為 1:6，以超額配置資源的計價常數為基準，定 m_1 為 1，可依此推出 m_2 為 6，本實驗即以此做為計價常數。

圖 5.9 顯示超額分配法超額配置不同比例資源時，增加訊務允入率的趨勢，圖中的資訊顯示出增加超額配置比例便可以提昇訊務允入率。

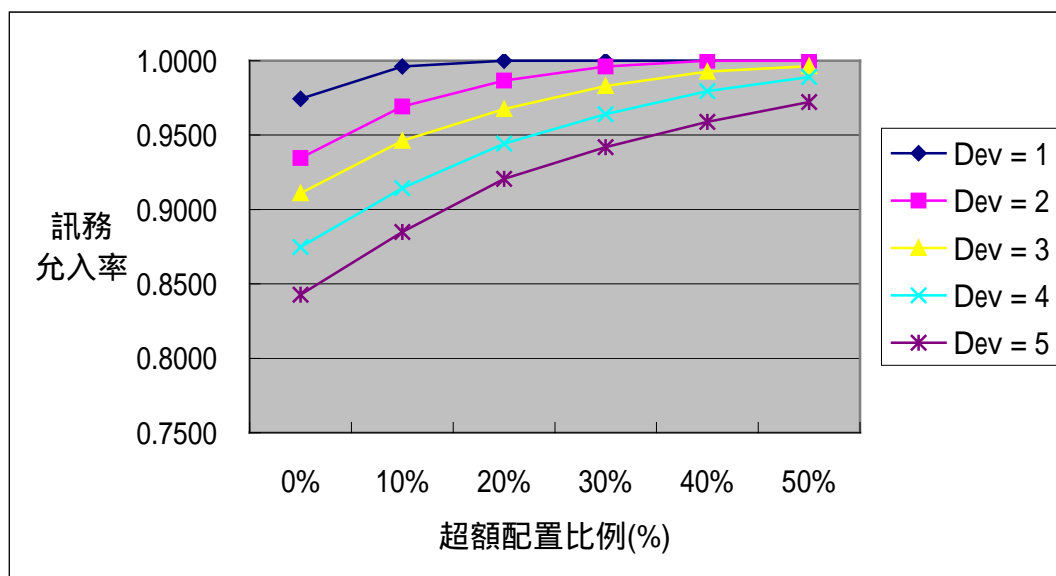


圖 5.9：不同超額配置比例對訊務允入率的影響

圖 5.10 是與實驗對照組比較的訊務允入率差值，為每個不同變異數實驗中五個不同超額配置比例的測試結果減去實驗對照組測試結果的差值，趨勢上與訊務允入率類似，只要增加超額配置的比例，超額分配法對於增加訊務允入率

的效能就會更好。

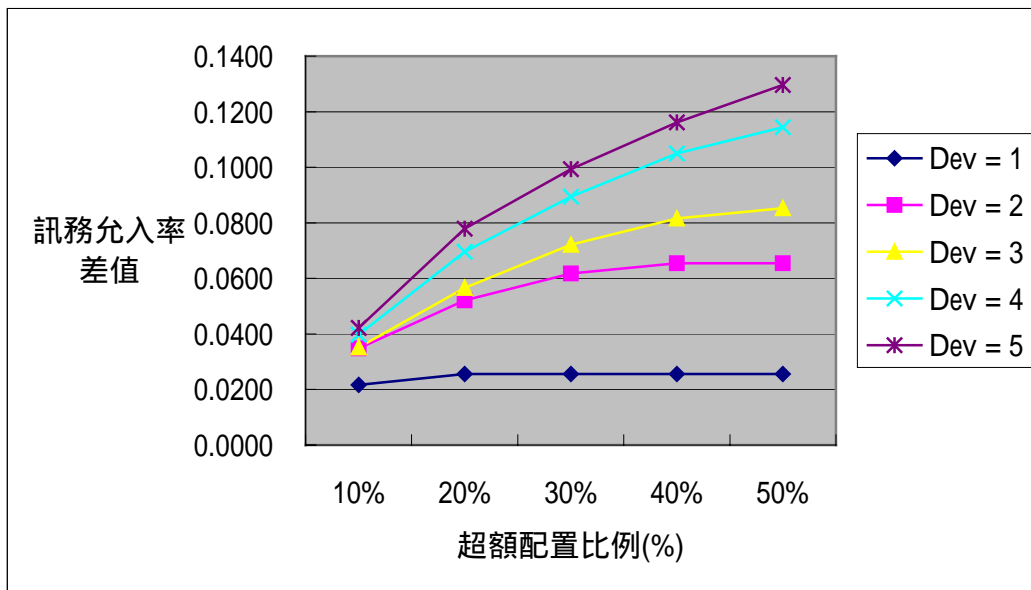


圖 5. 10：不同超額配置比例與實驗對照組比較對訊務允入率差值的影響

再觀察每增加 10%超額配置比例對訊務允入率提昇的效能，從圖 5.9 可以看出，只要增加超額配置比例，便對於提昇訊務允入率有所益助，但效果呈邊際效應遞減。

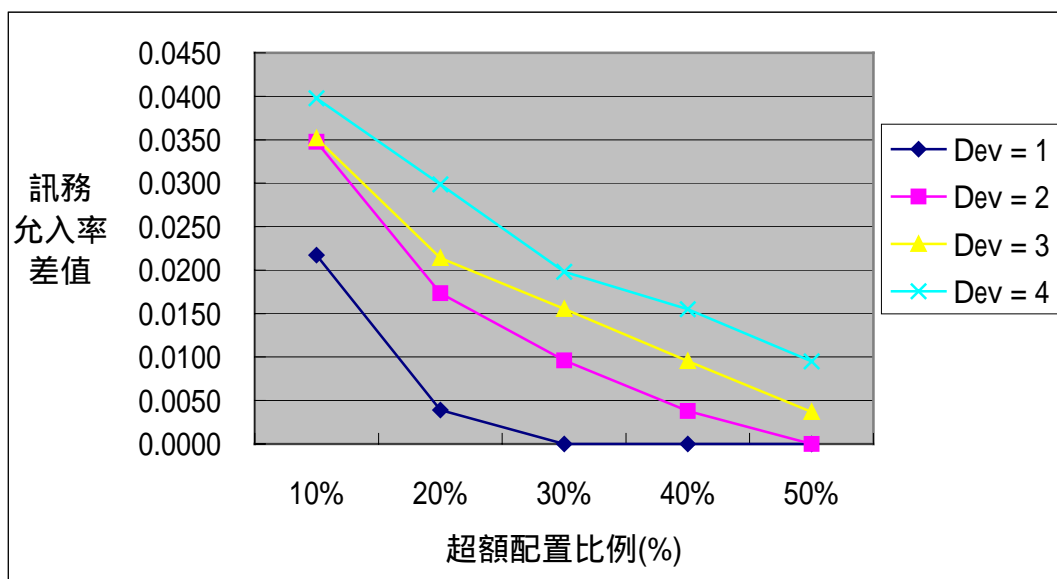


圖 5. 11：每增加 10%超額配置對訊務允入率差值影響

從圖 5.12 可以看出，使用超額分配法要得到高獲利，則必須超額配置大比例的資源。另外，超額分配法的獲利起伏相對較大，小比例的超額配置效果不顯著，大比例的超額配置則必須負擔過多賠償，最佳的位置會出現於較後方超額配置資源比例較高的位置。再由圖 5.13 觀察可知，每增加一定比例的超額配置，超額分配法可增加的獲利會先緩和上昇，再急遽下降。

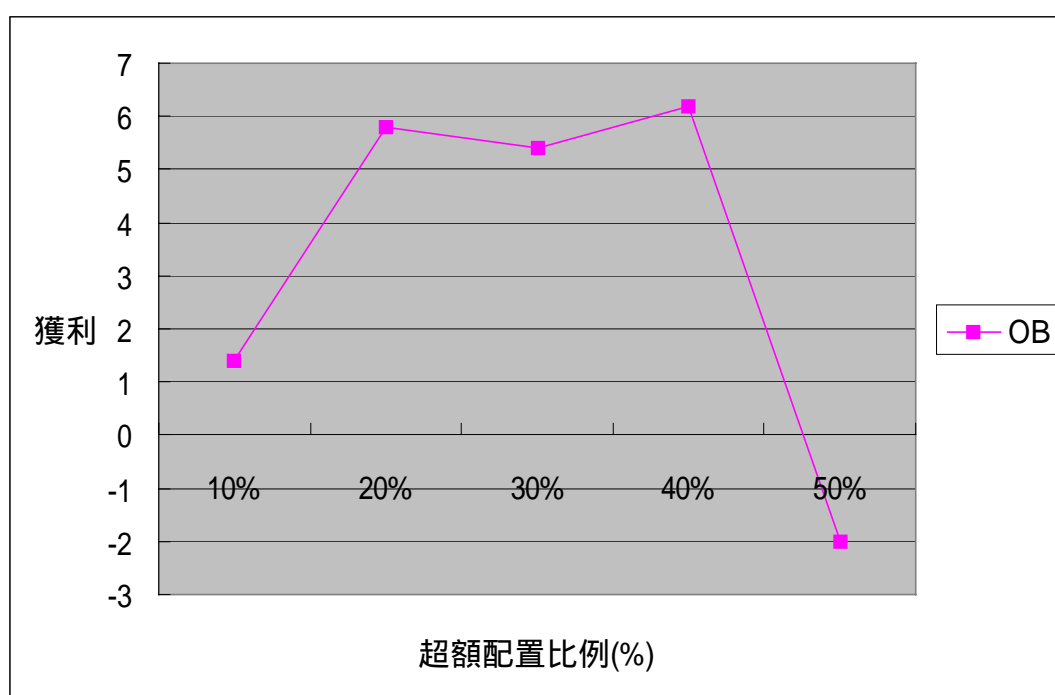


圖 5.12：超額分配法獲利趨勢

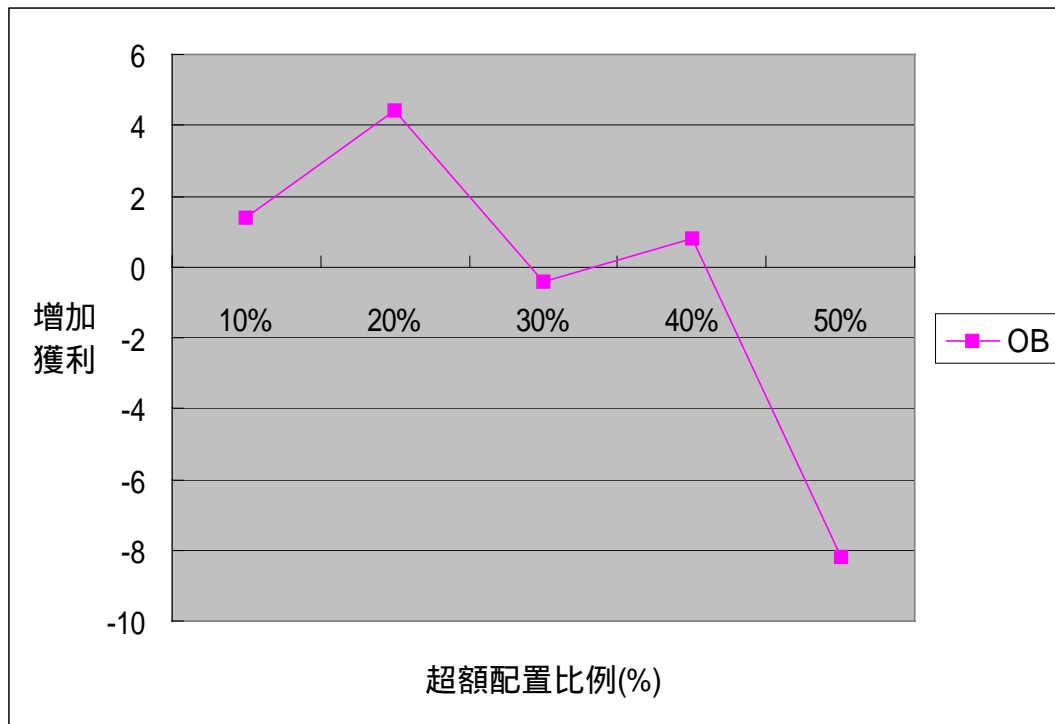


圖 5.13：超額分配法增加獲利趨勢

5.4.3 實驗三：不同資源配置法對訊務分佈變異數的敏感度測試

本實驗中，中央保留資源法的保留資源比例為 50%，超額分配法的超額配置比例也為 50%。由圖 5.14 可以看出，當分佈變異數越大，由於資源需求波動劇烈，所以訊務允入率會越低。

使用中央保留資源法，分佈變異數越大，則必須保留較多的資源才能有較高的訊務允入率，中央保留資源法才越能發揮其彌補預測誤差的功效。使用超額分配法，分佈變異數越大，則必須超賣較多的資源才能有較高的訊務允入率，超額配置法才越能發揮其彌補預測誤差的功效。

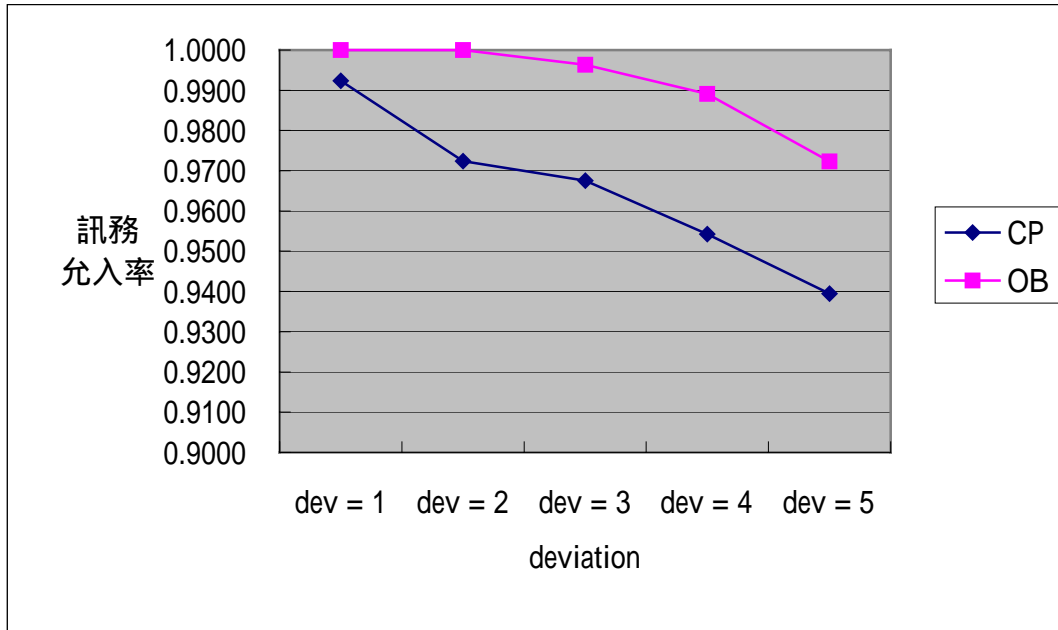


圖 5.14：不同變異數對訊務允入率的影響

5.5 評論、配置法分析與建議

實驗中資源預購值 θ 為分佈中間值，且實驗環境中資源供給上限為各個 Ingress Router 資源預購值 θ 的總合，所以分佈變異數高的實驗中訊務允入率會較低。此外，由於實驗中所有來源節點的需求總合可能大於資源供給上限 (capacity)，使用中央保留資源法時，保留再多的資源來彌補預測誤差也無法將平均訊務允入率提升至 100%。但使用超額分配法時，系統直接增加可允入資料流的比例，所以平均訊務允入率是可以提升至 100%，但系統不見得可以負荷，這點可以由系統獲利的實驗中看出，讓太多訊務進入網域反而會使得獲利大幅減低。

由以上的實驗與分析，使用中央保留資源法只需保留小比例的資源即可有不錯的效能，且較易維持穩定的獲利，不過需要負擔即時運算的成本，且系統元件需要有即時運算的功能；相對的，超額配置法需超額配置大比例的資源才能得到較高的獲利，且獲利起伏較大，然而超額配置法的優勢在於實行簡單，僅僅控制允入訊務的上限，並沒有額外的管理成本。此外，當資源需求的起伏

波動大，使用中央保留資源法會需要許多的即時配置來維持網路資源的高使用率，造成系統過多的負荷；相反的，如果當資源需求的起伏波動小，使用超額分配法則必須承擔無法服務已允入訊務的高風險，負擔高額的賠償，因此在配置方法的選擇建議上，低變異的訊務需求建議使用中央保留資源法保留小比例的資源，高變異的訊務須求則使用超額分配法，搭配大比例的超額配置。