

## 第四章

### 模擬實驗與結果分析

#### 4.1 模擬實驗的設計與假設

本實驗使用 NS-2(Network Simulator ver. 2.29)進行模擬，我們另外使用 WiMAX\_v2.03 module[13]，這是一個 NS-2 的 WiMAX 模組。由於 WiMAX\_v2.03 module 為目前 NS-2 上有支援 WiMAX QoS 設計的模組，因此我們將利用它來做為我們實驗的環境，最後我們將在本章比較驗證實驗的結果。

##### 4.1.1. The MAC simulation architecture of IEEE 802.16

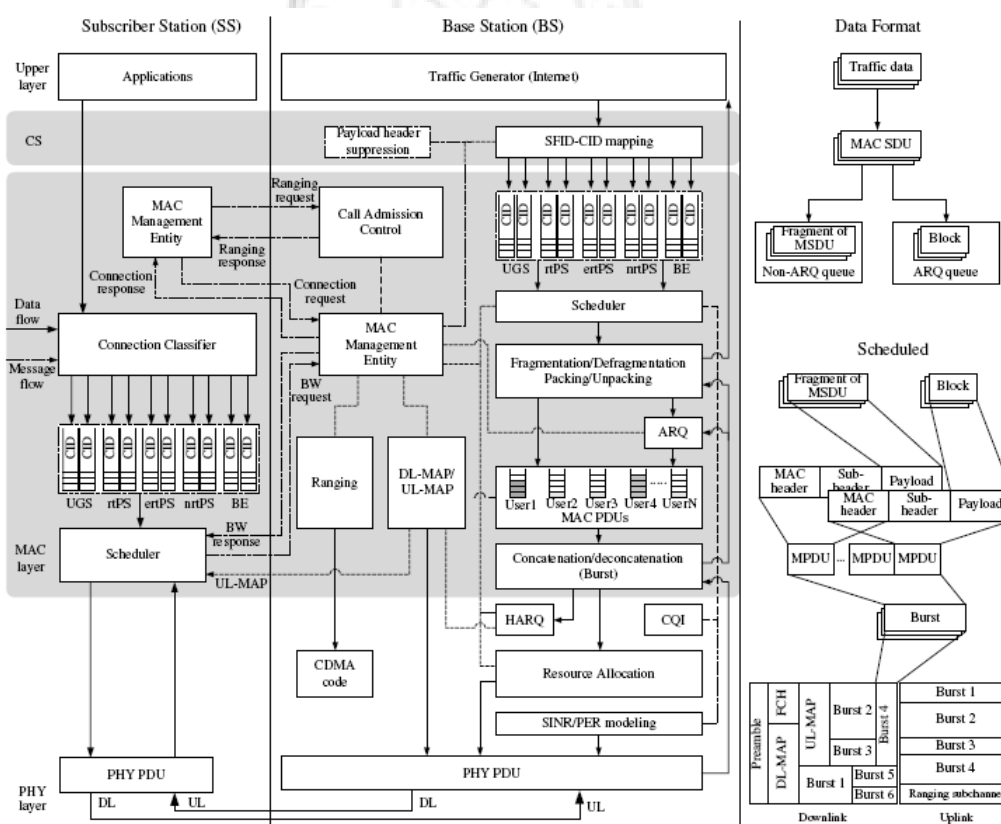


圖 4.1 The MAC simulation architecture of IEEE 802.16 [13]

由圖 4.1[13]，我們知道這個 WiMAX Module 已經具備基本 MAC layer 的所有功能，如 connection admission control、bandwidth request、bandwidth allocation 及 scheduling，只不過具備的功能都是以簡單的演算法運作。

#### 4.1.2. 系統模擬參數設定

Parameters	Value
MAC Layer Parameter	
DL/UL ratio	3:2
No. of OFDMA symbol per frame	49
No. of OFDMA symbol per frame	48 (data portion)
No. of subchannels	30
CW <sub>min</sub>	32 opps
CW <sub>max</sub>	1024 opps
Ranging opp. per Frame	12 OFDMA symbols
Max. no. of ranging retry	10
Bandwidth request opp. per frame	12 OFDMA symbols
Max. no. of bandwidth req. retry	10
Initial ranging CID	0
Basic CIDs	1-1000
Primary CIDs	1001-2000
Transport/secondary Mgt. CIDs	2001-65278
Broadcast CID	65535
SFID range	1-4294967295
Physical Layer Parameter	
Spectrum	5.0 GHz
Bandwidth	20 MHz
QPSK 1/2	4.99 Mbps
QPSK 3/4	7.48 Mbps
16-QAM 1/2	9.97 Mbps
16-QAM 3/4	14.96 Mbps
64-QAM 2/3	19.95 Mbps
64-QAM 3/4	22.44 Mbps
QPSK 1/2	-79 dBm
QPSK 3/4	-76 dBm
16-QAM 1/2	-72 dBm
16-QAM 3/4	-69 dBm
64-QAM 2/3	-65 dBm
64-QAM 3/4	-63 dBm

表 4.1 Parameters Used in the MAC and Physical Layers[13]

由表 4.1[13]我們知道，系統在 MAC layer 以及 PHY layer 已經有一般化的設定，因此使用符合 802.16 standard 的 WiMAX module 將會是我們最好的選擇。

### 4.1.3 Scenario

我們設計了一個範圍為 1000m\*1000m 的 WiMAX 環境，並且實驗 5 個 scenario，首先第一個 scenario 為 8 個 node，8 個 node 依序建立不同類別的 traffic，例如編號 1~4 對應 UGS、rtPS、nrtPS、BE 連線。編號 5~8 也一樣對應到 UGS、rtPS、nrtPS、BE 連線。Topology 如圖 4.2 所示，模擬時間為 10 秒，並各別傳送產生的 traffic。

第二個 scenario 為 30 個 node，依序建立不同類別的 traffic，例如編號 1~5 對應 rtPS、rtPS、rtPS、nrtPS、BE 連線。編號 6~10 也一樣對應到 rtPS、rtPS、rtPS、nrtPS、BE 連線，以此類推 11~30 分別如上規則，topology 如圖 4.3 所示。

第三個 scenario 為 30 個 node 建立 42 條連線、依序建立不同類別的 traffic，編號 1~10 分別為 rtPS、rtPS、rtPS、nrtPS、BE 連線循環，而編號 11~30 則 2\*rtPS、2\*rtPS、2\*rtPS、nrtPS、BE 連線循環，目的是為了加重系統的 loading，topology 如圖 4.4 所示。

第四個 scenario 為 5 個 node，並且這 5 個 node 個別建立 5 條 traffic 分別為 UGS、rtPS、rtPS、nrtPS、BE 連線，因此系統將有  $5*5=25$  條連線，主要目的是為了了解 SS scheduling 的有效性，topology 如圖 4.5 所示。

第五個 scenario 為 10 個 node 建立 60 條連線，各個 node 各別建立 5\*rtPS 連線以及 1\*BE 連線，目的是為了加重系統的 rtPS 負載，來觀察 BE 是否因此而 starvation，topology 如圖 4.6 所示。

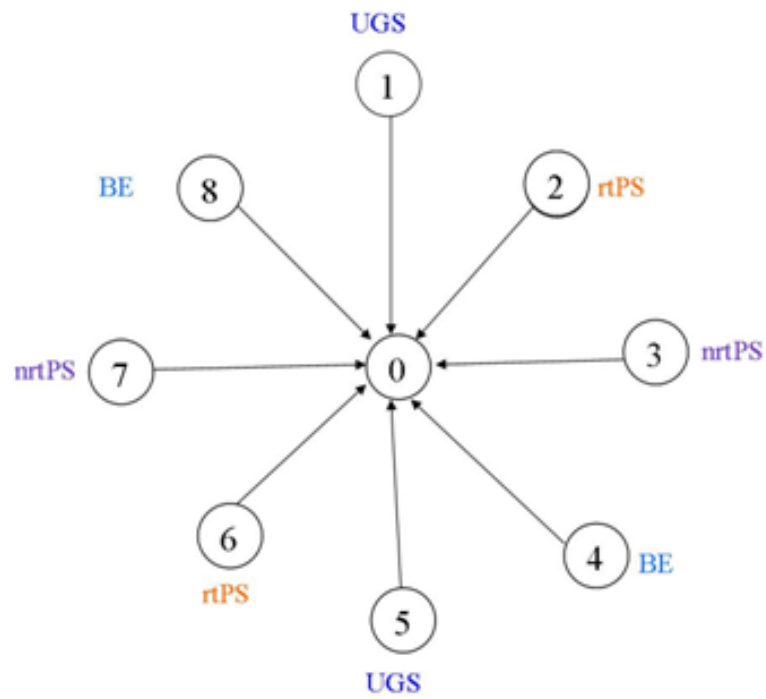


圖 4.2 8 nodes in scenario 1

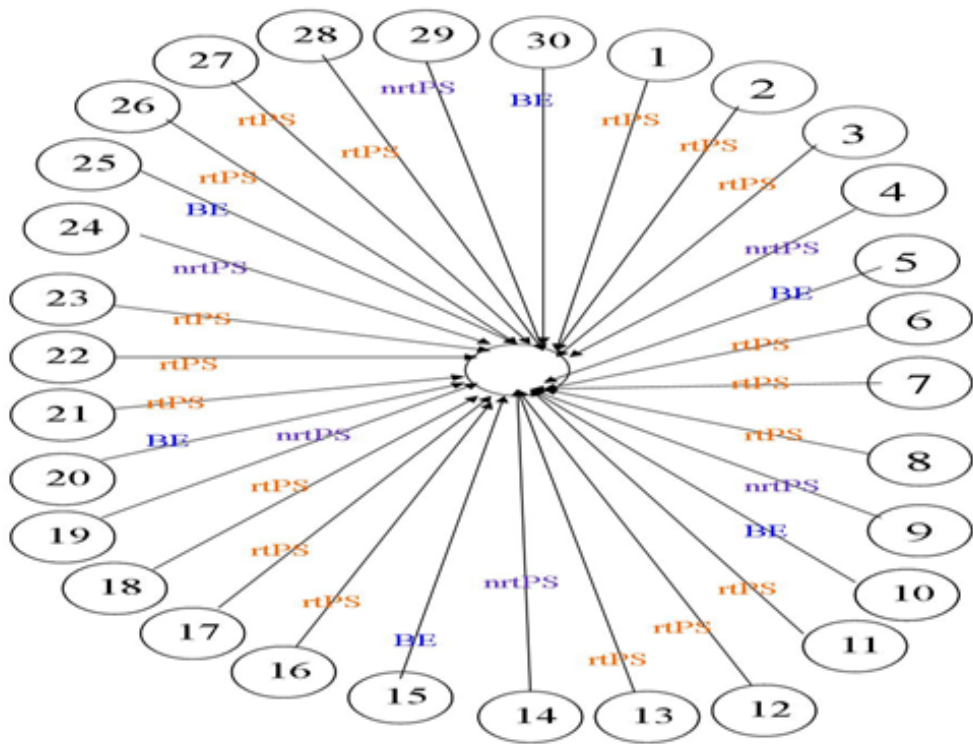


圖 4.3 30 nodes in scenario 2

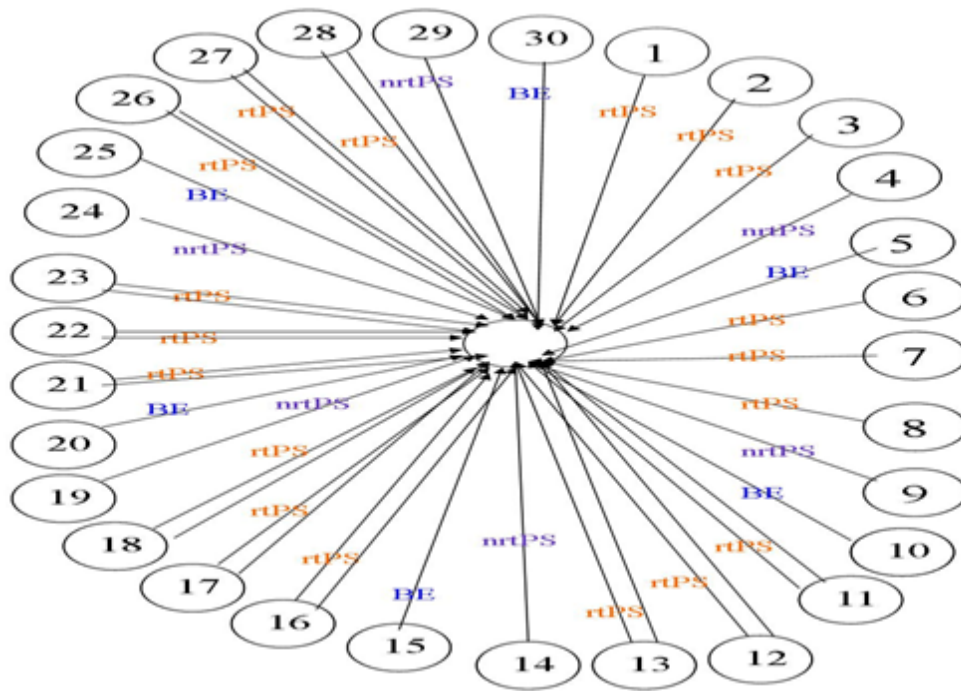


圖 4.4 30 nodes in scenario 3

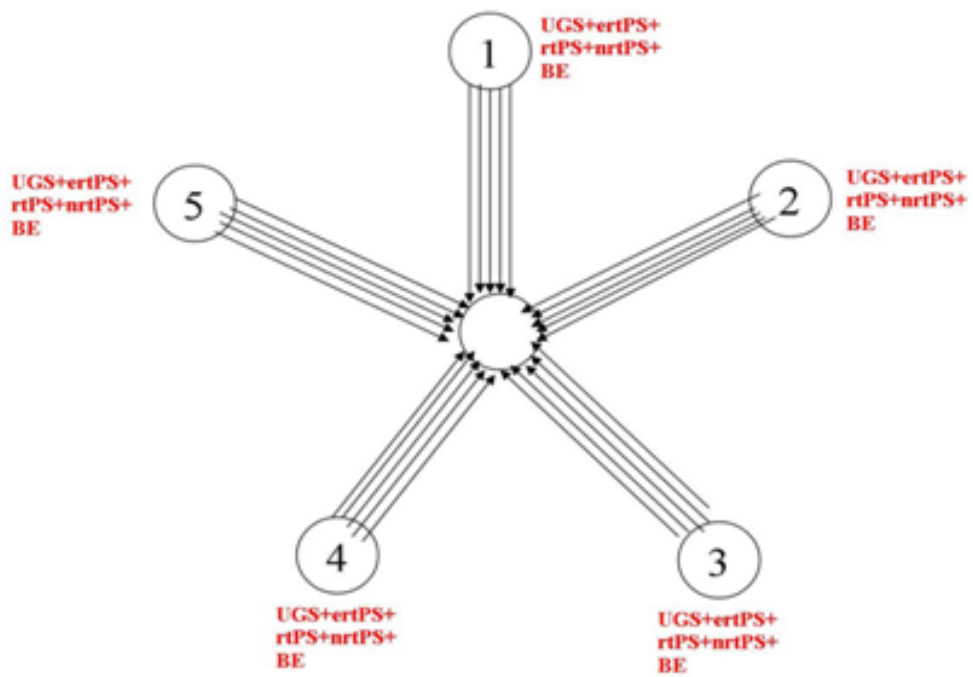


圖 4.5 5 nodes in scenario 4

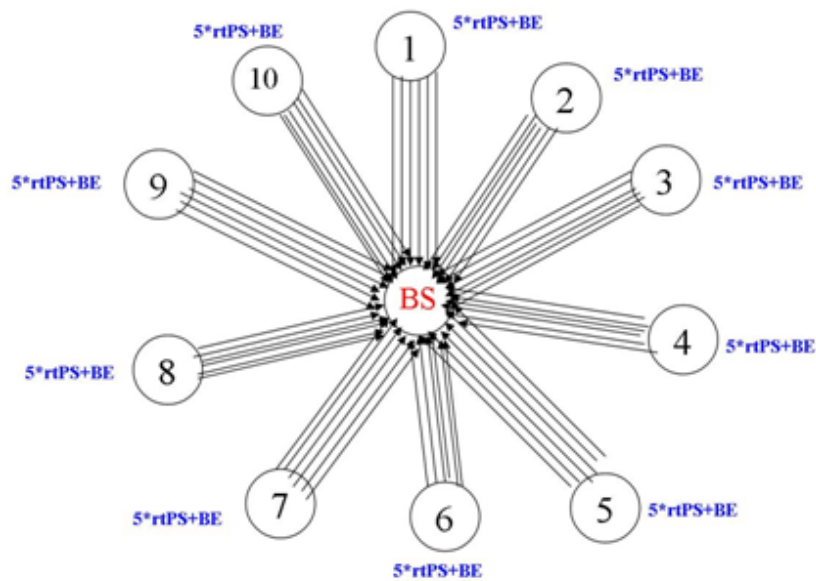


圖 4.6 10 nodes in scenario 5

#### 4.1.4. 實驗步驟與方法

我們設計的實驗有一個實驗組及一個對照組，實驗組為我們提出的方法，稱之為 dynamic polling interval function (DPI)，對照組為 WiMAX Standard。我們將計算系統的 total throughput、各連線的 average throughput rate 以及 fairness。

#### 4.1.5. 評估方法

我們使用 throughput、average throughput rate、fairness 做為我們評比的依據。

### 4.2 模擬結果及分析

我們從圖 4.7~11 的 average throughput rate 可以發現，實驗組的數據均比對照組高，表示其頻寬使用度較好，尤其在此實驗中，以 DPI function 運作的 nrtPS 以及 BE 連線可以得到相當不錯的 average throughput rate，另外我們觀察到圖中的 rtPS average throughput rate 皆在 WiMAX\_v2.03 standard 之上，因此我們得知使用 DPI function 模式可以得到與 WiMAX\_v2.03 standard 相近似的 rtPS averager throughput rate，這說明了雖然我們在追求

Fairness 上有優先考量 low priority connection 但是並沒有因此犧牲 rtPS 的 QoS 等級要求，在 averager throughput rate 上我們發現對於那些低優先權的連線，我們至少可以提升 56Kbit/s 效能，因此我們認為在 bandwidth request 以及 Fairness 的設計上的確有滿足原本設計的構想。我們再觀察圖 4.12~16 的 Fairness，我們發現 Fairness 的值都 0.1 上下，在 Fairness 上至少可以獲得 30%以上的改善，因此我們認為在我們設計下的 bandwidth allocation 及 scheduling 的確可以有效的反應出 Fairness。另外，我們可以從圖 17~21 得出，在 total throughput 至少可以獲得 20%以上的改善，因此我們認為我們所提出的 DPI function 的確可以很有效的請求頻寬以及獲得頻寬。

根據以上的實驗結果，我們發現使用我們的 MAC co-function (DPI function)的設計，系統可得到較高的 throughput，並且發現即使提高了 Fairness，並不會降低 rtPS 的 QoS 要求，因此我們所提出的設計，的確可以有效提升系統效能以及公平性。



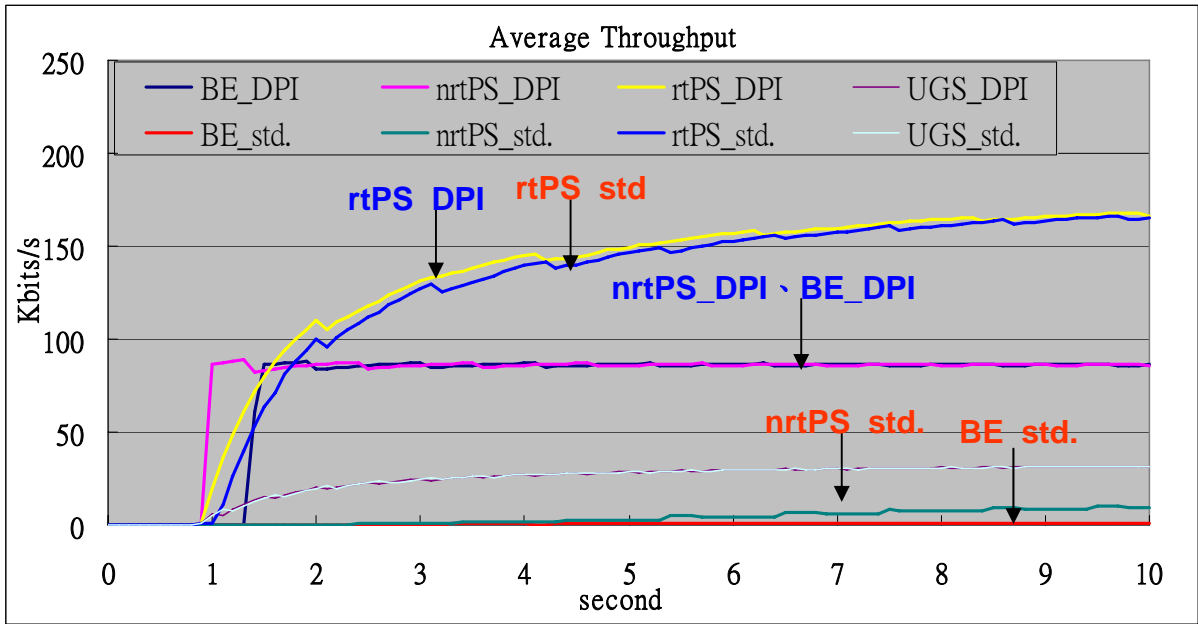


圖 4.7 average throughput in Scenario1

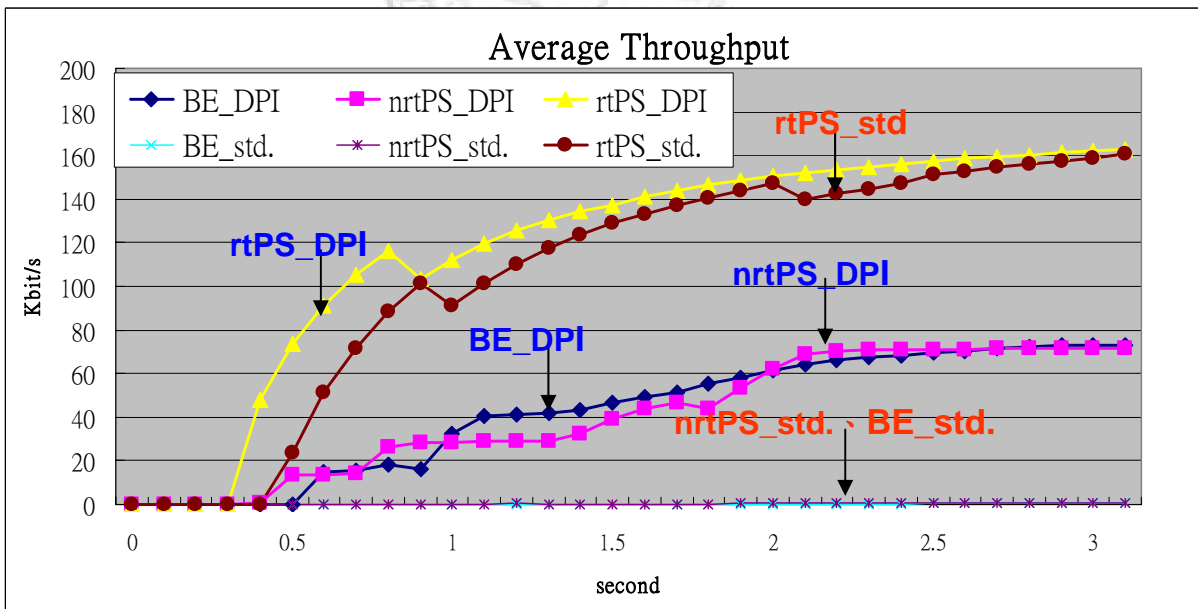


圖 4.8 average throughput in Scenario2



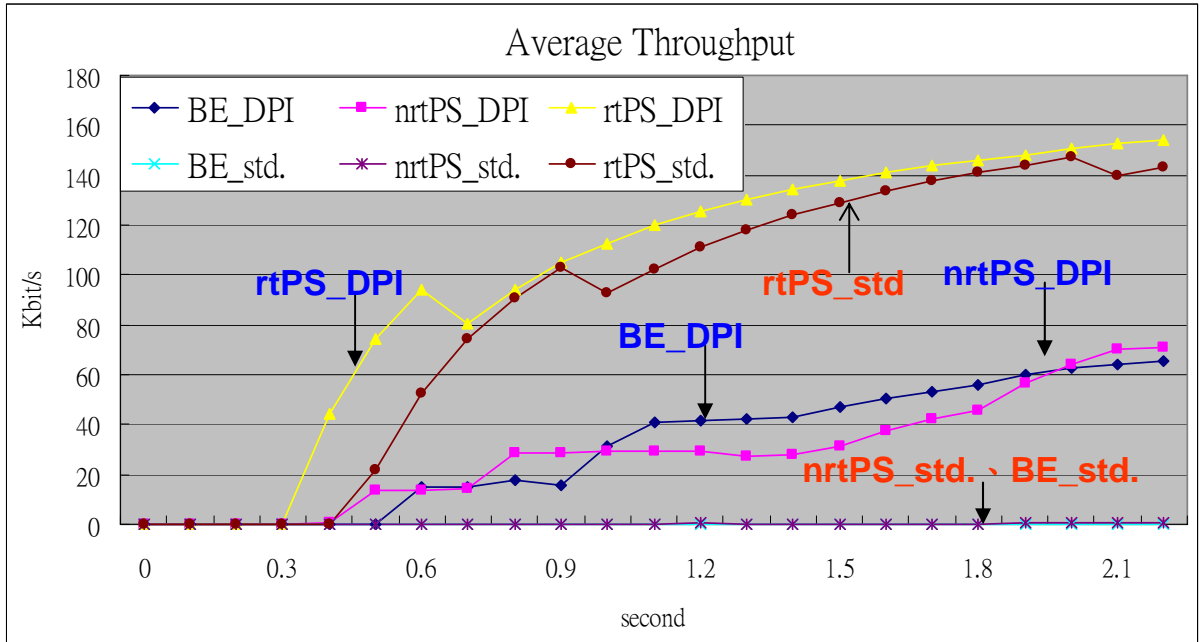


圖 4.9 average throughput in Scenario3

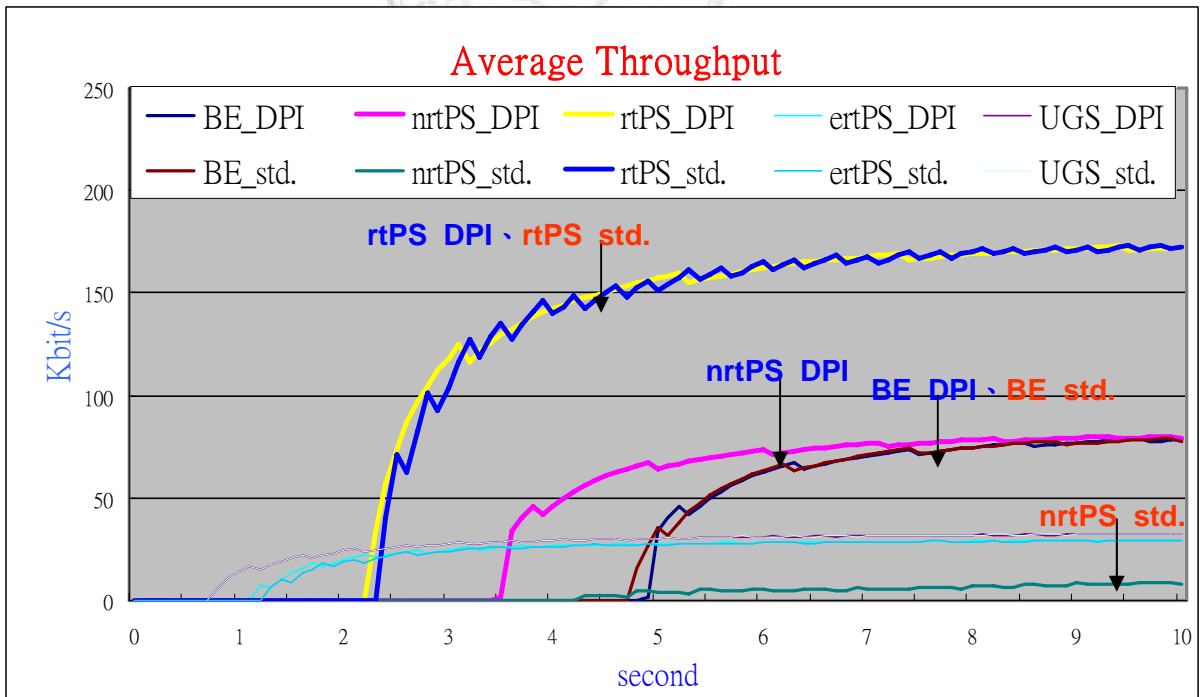


圖 4.10 average throughput in Scenario4

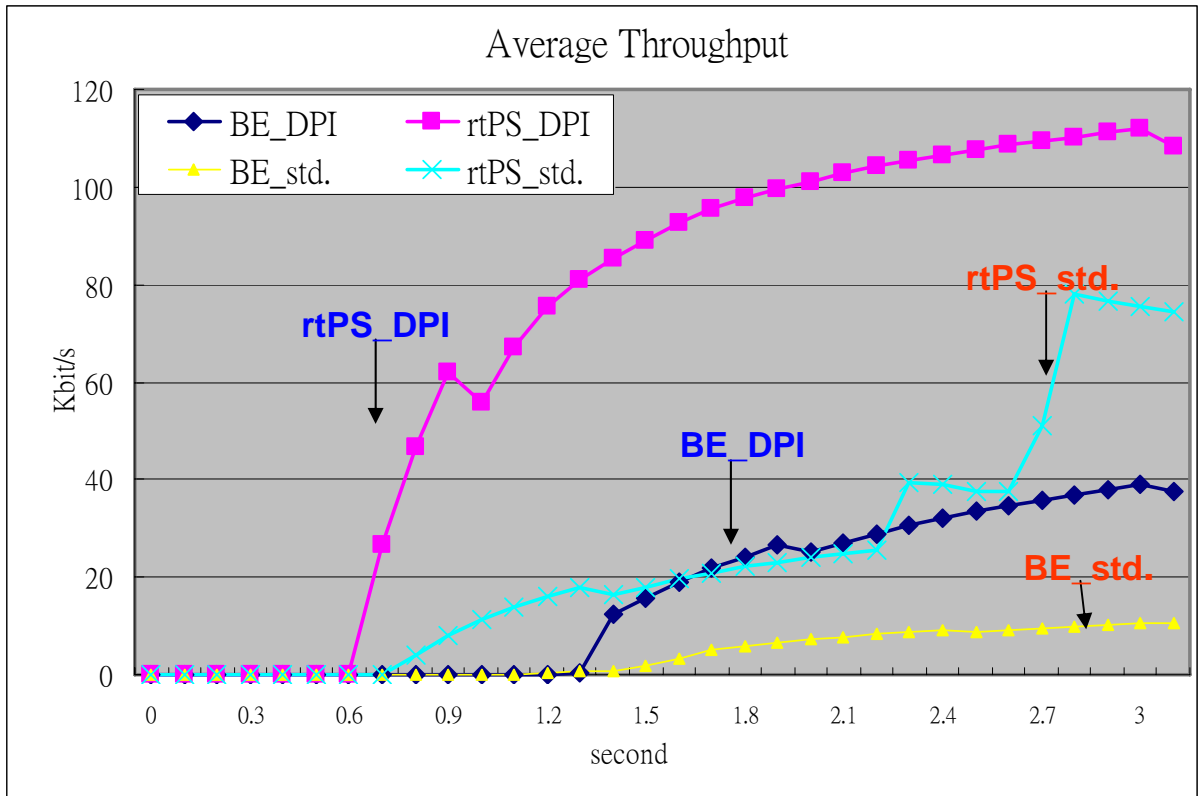


Figure 4.11 average throughput in Scenario5

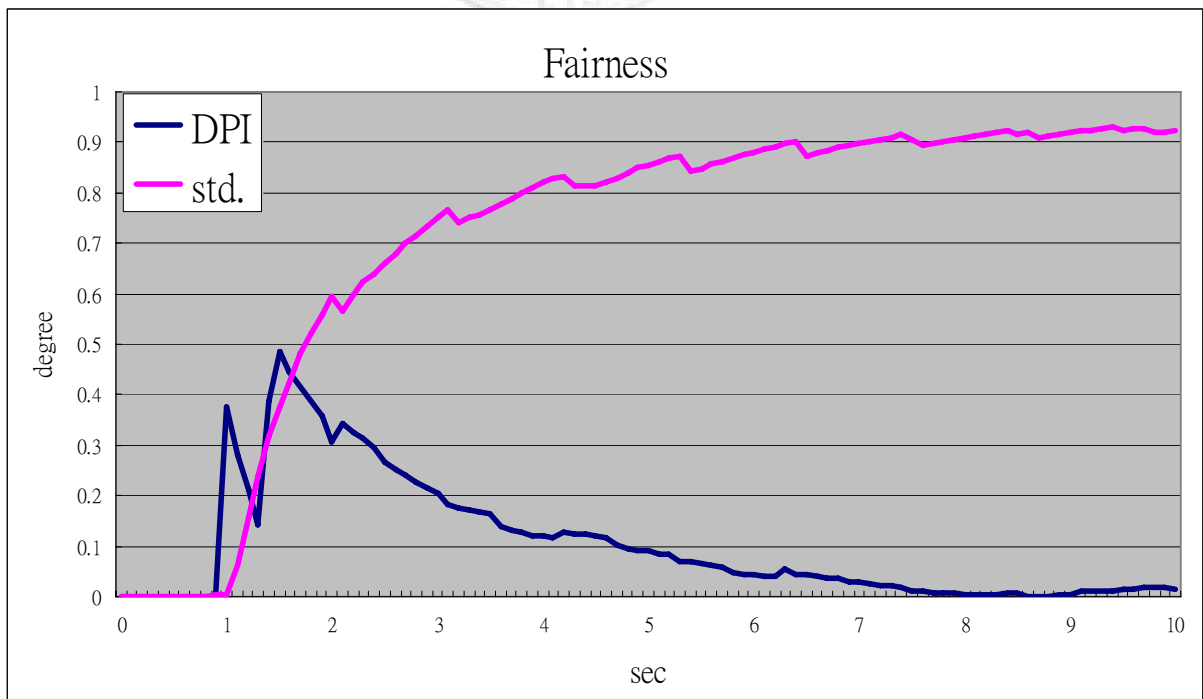


Figure 4.12 Fairness in Scenario1

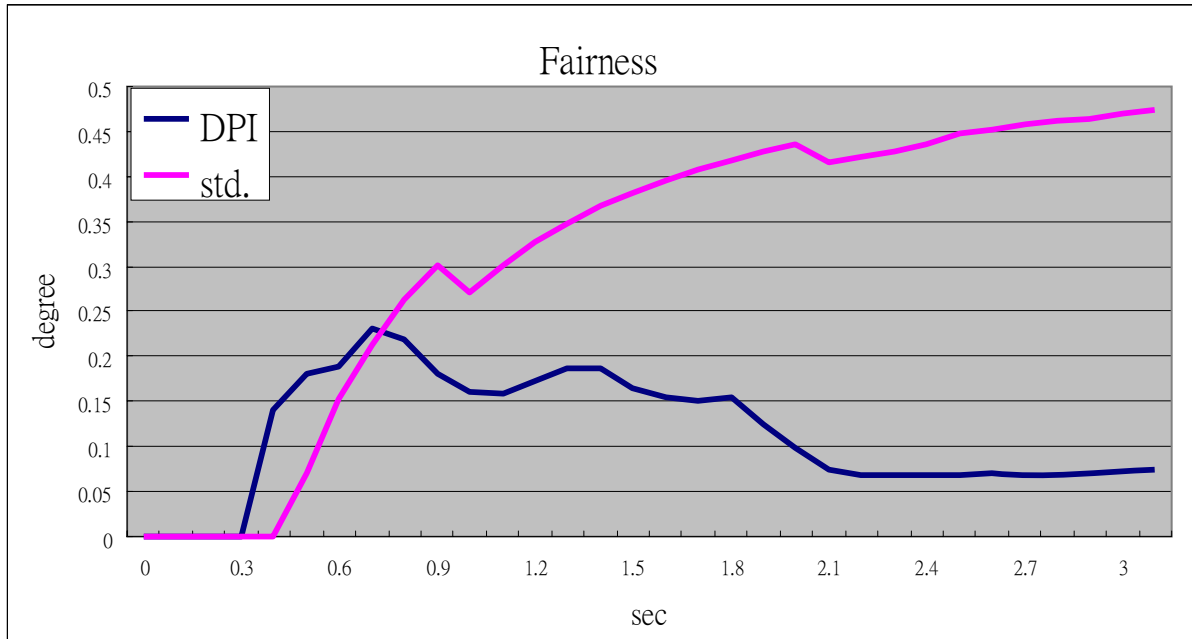


圖 4.13 Fairness in Scenario2

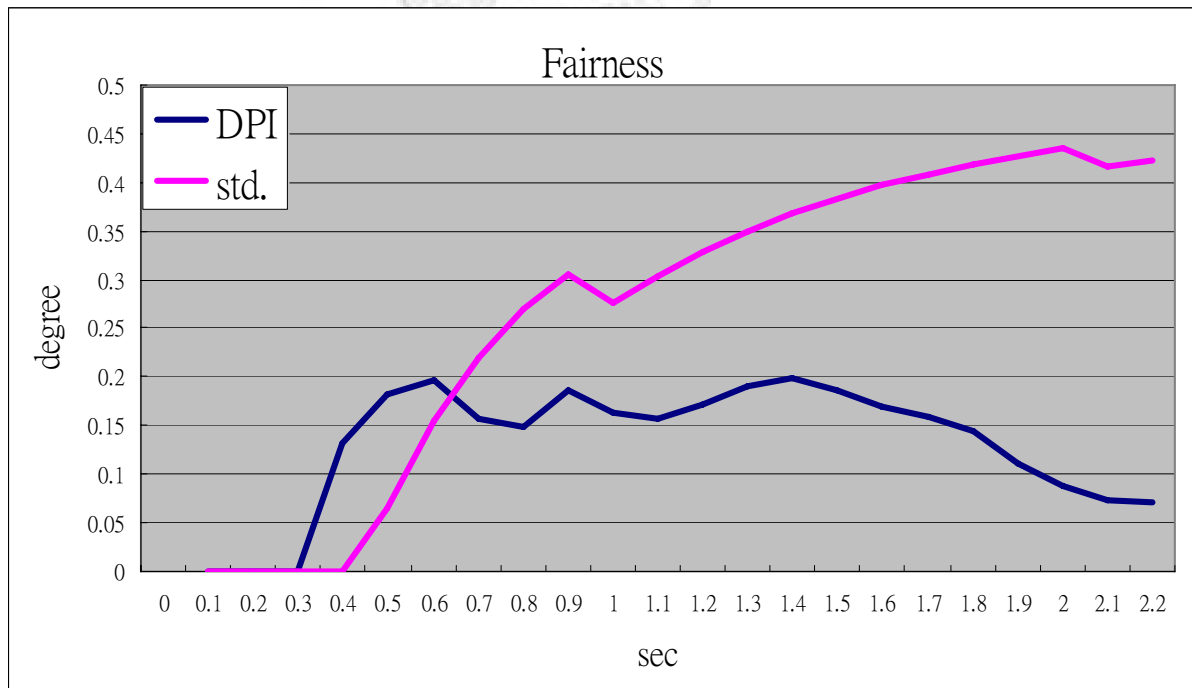


圖 4.14 Fairness in Scenario3

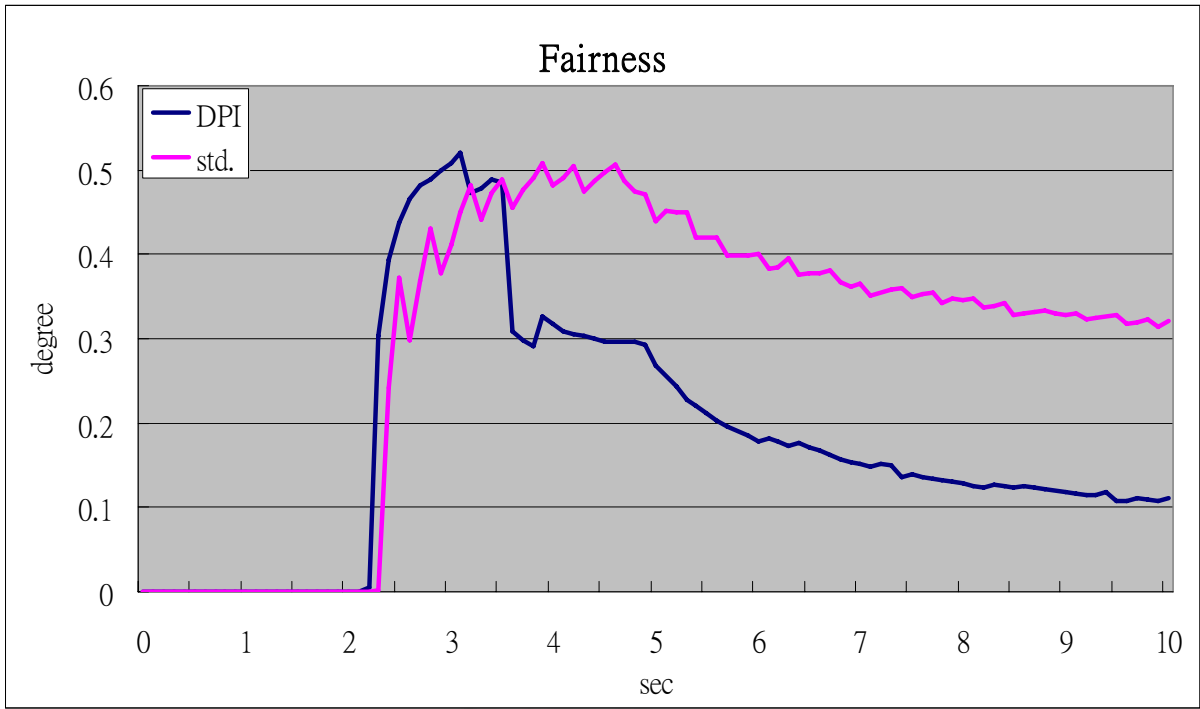


圖 4.15 Fairness in Scenario 4

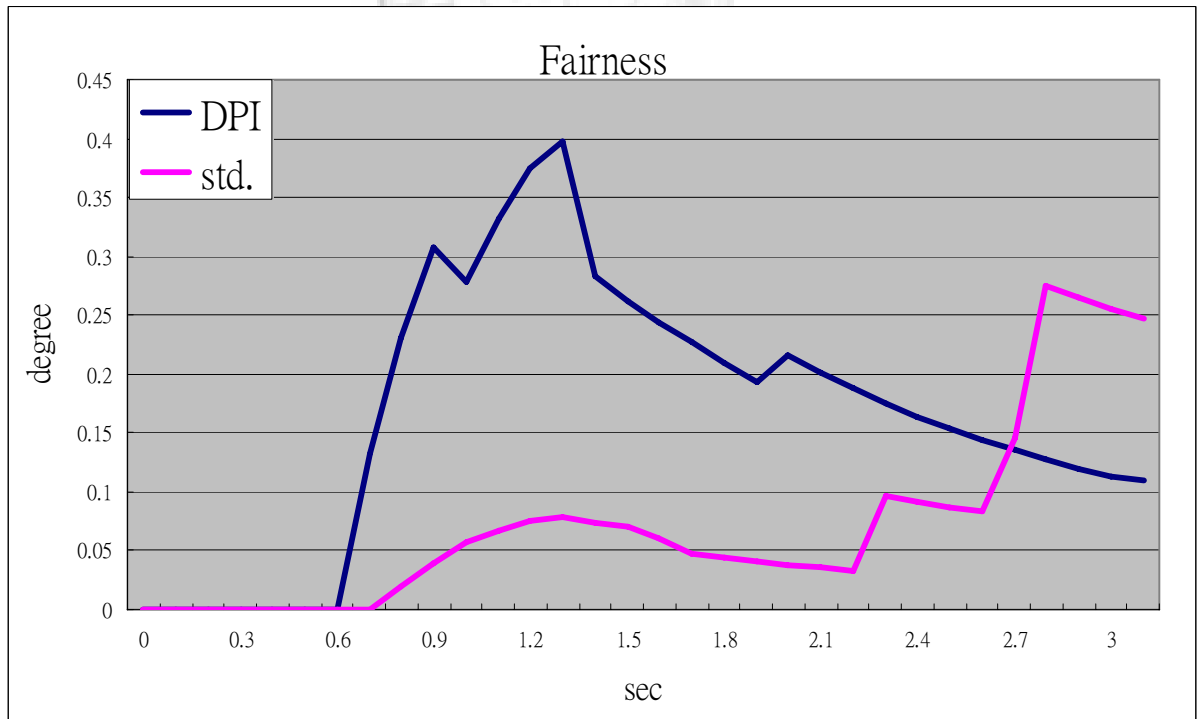


圖 4.16 Fairness in Scenario5

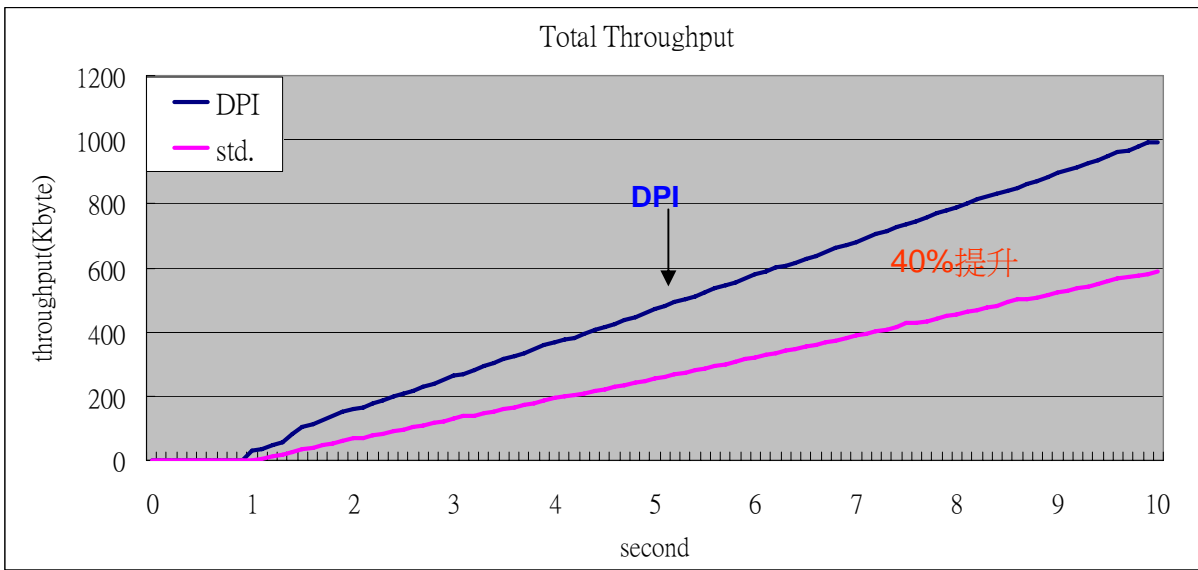


圖 4.17 Total Throughput in Scenario1

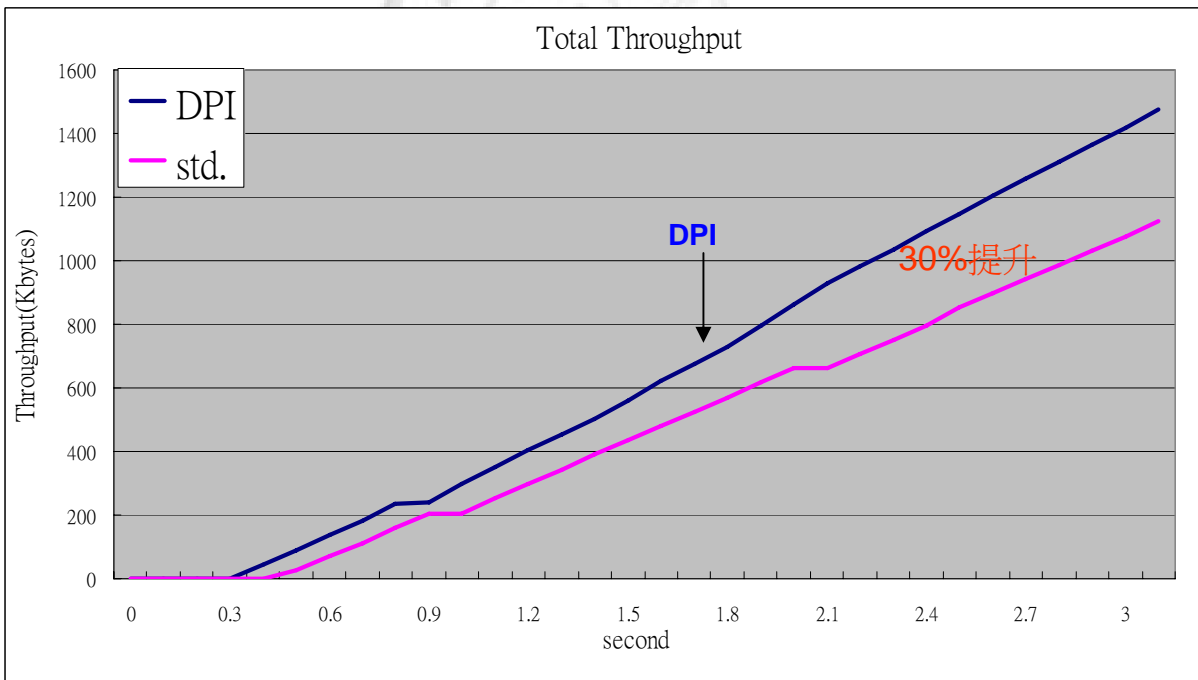


圖 4.18 Total Throughput in Scenario2

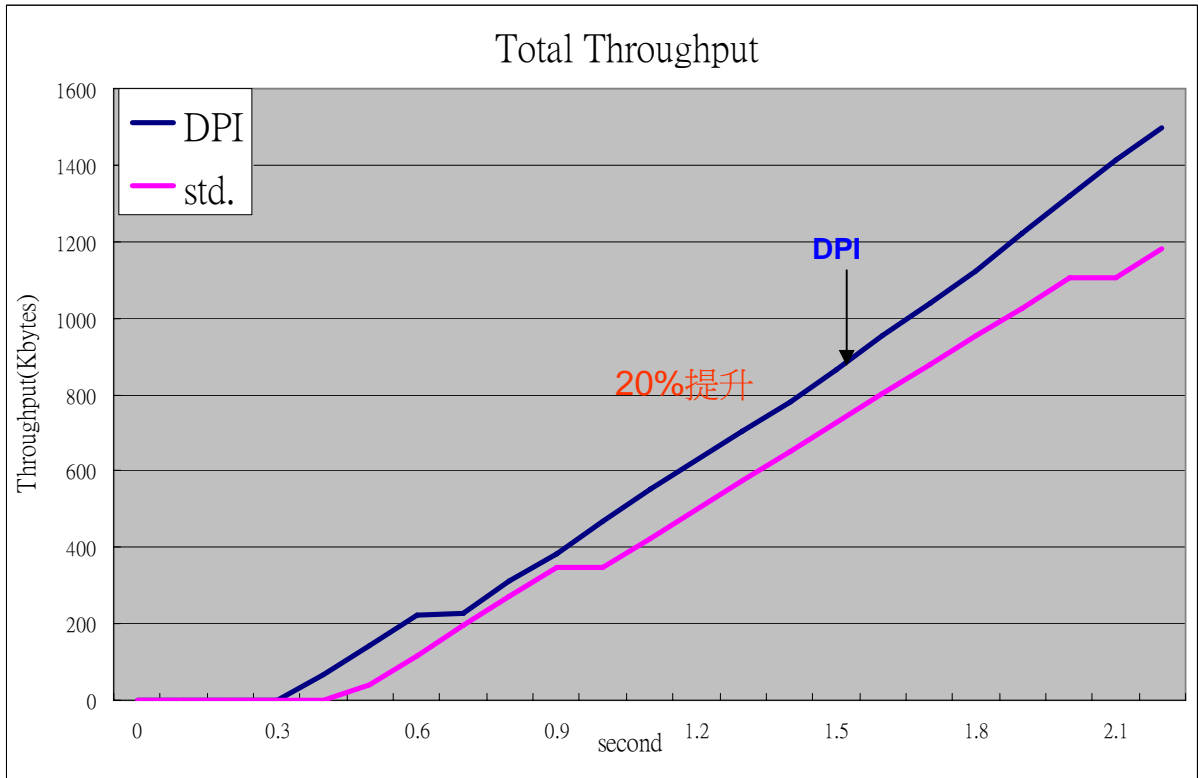


圖 4.19 Total Throughput in Scenario3

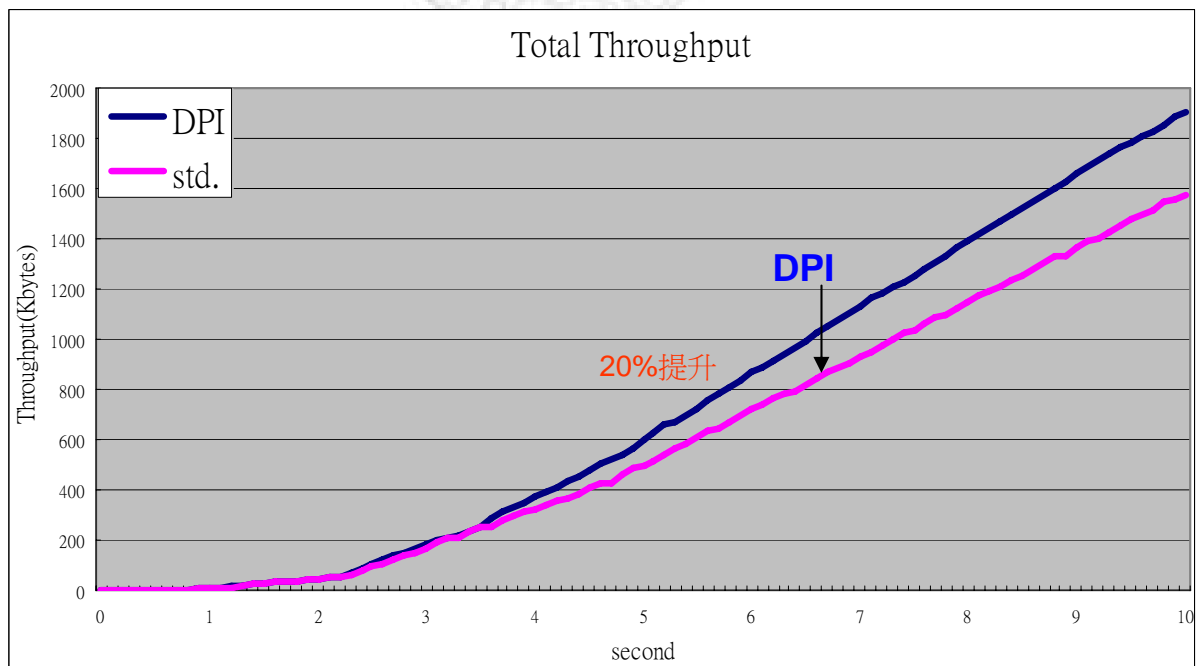


圖 4.20 Total Throughput in Scenario4

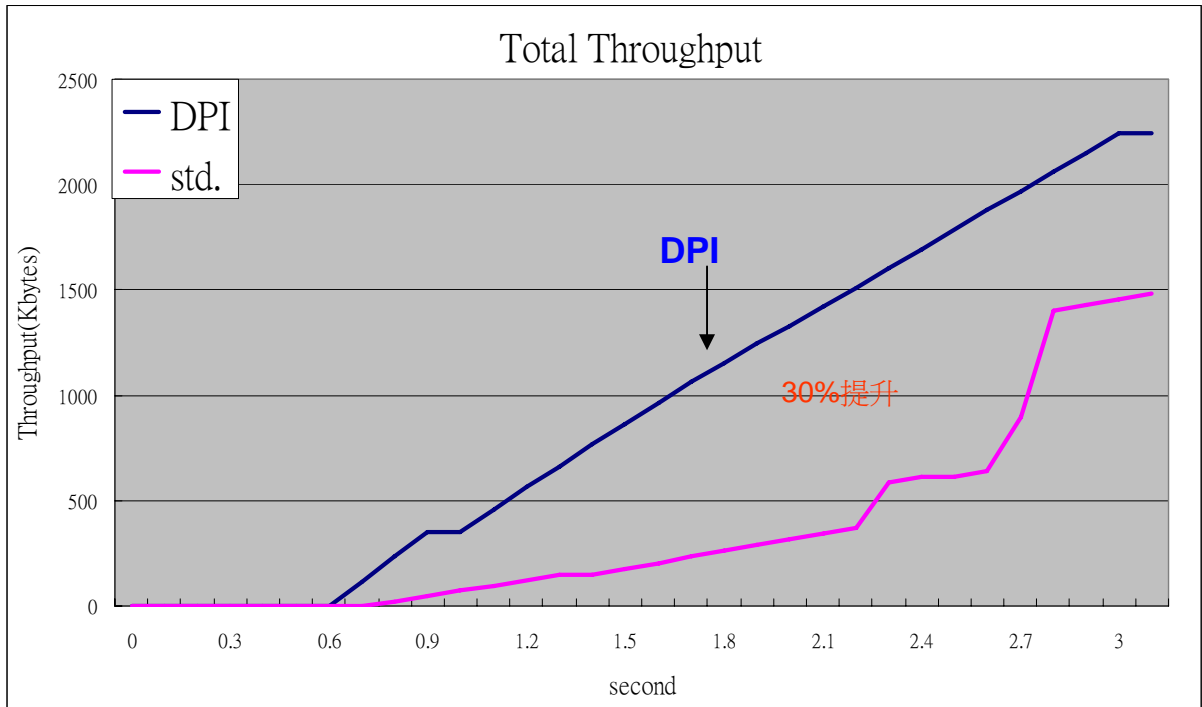


圖 4.21 Total Throughput in Scenario5