

多種類流量下組合式輸入輸出佇列交換器之 排程演算法

學生：郭英哲

指導教授：李程輝教授

國立交通大學電信工程研究所

摘 要

組合式輸入輸出佇列交換器(combined input and output queued (CIOQ) switch)在交換架構(switching fabric)加速(speed-up)兩倍工作下，已被證明可達到輸出佇列交換器(output queued (OQ) switch)相同的效能。使用 CIOQ 交換器主要優點在於提供服務品質(quality of service, QoS)的同時，可降低對記憶體讀寫頻寬需求。而 CIOQ 交換器能否正確仿做 OQ 交換器決定在於有效率的排程演算法(scheduling algorithm)，一種名為最小緩衝優先及最緊急優先(least cushion first/most urgent first, LCF/MUF)演算法被應用於兩倍加速下的 CIOQ 交換器，已被證明可完全仿做 OQ 交換器，並適用於任何服務規範(service discipline)。但是使用 LCF/MUF 演算法時，複雜的緩衝值(cushion)計算，以及在輸出埠需處理封包重新排列(reordering)，使得此方法難以應用於高速交換器。本論文第一部分提出一種近似性 LCF/MUF 排程演算法，同時估算它的權重式循環(weighted round robin, WRR)服務效能。為了易於實做達成，此近似性 LCF/MUF 演算法計算近似的緩衝值，亦不採行封包重新排列機制，換得的是，此 CIOQ 交換器失去正確仿做 OQ 交換器的特性。但經由模擬結果顯示，在均勻性(uniform)、非均勻性(non-uniform)、關聯性(correlated)三種流量模型(traffic model)下，即使流量負載達到 0.9，採用我們所提方法的 CIOQ 交換器效能可趨近於 OQ 交換器的效能。此外，還具有維持原有封包傳送次序的特性。另一方面，輸入輸出埠的緩衝儲存空間大小也是能否正確仿做 OQ 交換器的條件之一，本論文也展現輸入輸出埠安置有限緩衝儲存空間下的效能表現。

由於大部分先前所被提出的排程演算法都應用於固定長度(fixed-length)封包的交換，因此對於可變長度(variable-length)的封包處理，須要切割(segmentation)及重組(reassembly)的步驟，同時會有不同封包片段相互插斷(interleaving)的問題。本論文第二部分提出一種封包基礎 LCF/MUF (PB-LCF/MUF)演算法，此方法以整個可變長度的封包為交換單位，可避免不同封包片段相互插斷的問題發生，並省略封包切割及再重組的機構。模擬結果顯示，將 PB-LCF/MUF 演算法應用於 5 倍加速下的 CIOQ 交換器效能可趨近於使用權重式循環服務的 OQ 交換器效能。

為了達成 QoS 保證，交換器需要擁有數量龐大的佇列(queue)，但是在考慮硬體實做

成本時，佇列的數量將是取決因素之一。本論文最後部分提出一種應用於輸入佇列交換器(input queued (IQ) switch)的新穎配對演算法，稱為輸出啟始並行配對(Output Initiated Parallel Matching, OIPM)演算法。在我們建議的架構裡，封包被儲存在輸入埠緩衝記憶體；佇列則安置在輸出埠。在 K 種類流量環境下，輸出埠僅需安置 K 個佇列，遠少於 IQ 交換器需要安置 $N \times K$ 個佇列的數量。除了佇列數量減少外，我們的提議具有保證不會發生挨餓(starvation)現象、維持封包傳送次序、依流量種類作權重式頻寬公平分配等特性。

