

中華電信研究院委託研究計劃書

I. 綜合資料

編號：TL-102-5501

計畫名稱	中文：大型資訊系統異質環境協同運作研究		
	英文：Collaborating Large-scale Information System in a Heterogeneous Computing Environment		
受委託機關	國立臺灣大學嚴慶齡工業發展基金會合設工業研究中心	性質	<input type="checkbox"/> 業務 <input checked="" type="checkbox"/> 科技
計畫主持人	姓名：劉邦鋒	職位：教授	
	單位：資訊工程系	電話：	(公) 02-33664888 ext. 425 (宅)
		傳真：(02)23626167	
		電子郵件信箱	pangfeng@csie.ntu.edu.tw
計畫期限	自 102 年 <u>68</u> 月 <u>19</u> 日起 至 103 年 <u>58</u> 月 <u>308</u> 日止		
委託機關	姓名：鄭建威	職位：高級研究員	
配合人員	單位：帳務資訊研究所	電話：	(公)02-23261187 (宅)
		傳真：	
		電子郵件信箱	cwcheng@cht.com.tw
申請經費	新台幣 990,000 元		
委託經費	新台幣 元		

填表人 (簽章) : _____ 年 _____ 月 _____ 日

計畫主持人 (簽章) : _____

機關首長 (簽章) : _____

請加蓋關防

II. 概括說明

計畫摘要：(請就全部計畫要點作一概述，以三百字為限)
<p>隨著網路技術發展和資訊產業的改變，全球的資訊量出現資訊爆炸性的成長。多數的大型企業皆面臨大量資料快速且即時處理的挑戰，因此採用平行化運算以及虛擬化技術成為必行趨勢。然而在資料中心內仍有一些問題待解決：採用平行化技術將使資料中心網路內部流量傳輸因而大幅增加，成為系統的瓶頸；傳統伺服器間資料交換方式無法符合目前處理海量資料的效能需求；虛擬化技術透過同時將多個虛擬主機置於一個實體伺服器上運行來增加硬體資源使用率，但因資源被分享，導致虛擬主機上執行的工作效能比預期的差。</p> <p>本計畫包括以下幾個目標：探討平行化技術所帶來的網路問題，給予有效的偵測擁塞方法，並有效處理網路擁塞問題，提供穩定的應用服務水準之保證；以分散式記憶體的方式提升資料交換效能，並以檔案系統的存取界面交換資料；開發一套雲端資源管理系統，根據工作變化情況，動態分配伺服器數量給各個工作，以達到要求的效能。</p>

III.計畫內容

一、背景分析：（簡述本研究計畫之目的、重要性、可對中華電信之貢獻以及國內外有關本計畫之研究情況。）

根據市調公司 IDC 的調查報告指出：自 2010 年全球資料量已進入 ZB（Zettabytes，1 ZB 為 1 兆 GB）時代，並且每年以 60% 的速度攀升。在世界各國，大型企業皆面臨驚人的資料量，需要快速且即時處理。因此，「海量資料（Big Data）」的儲存、管理、處理、搜尋、分析等需求，成為大型企業急需面對的挑戰。此外資料中心（Data Center）的規模發展也越來越龐大，資源分享與硬體擴充的需求也越來越複雜，目前資料中心的規模已要求至少須達到上萬台虛擬伺服器，在此條件下我們必須建立一個龐大且具靈活性的 Large-scale Data Center Network（DCN，資料中心網路），並能與更多的伺服器建立連結、減少擁塞（Congestion）和封包遺失（Packet Loss）的現象，以提供穩定的服務水準保證（Service Level Agreement，SLA）。在以下章節中，將分成「大型資料中心內網路使用」、「大型資料中心之資料交換加速」以及「大型資料中心內硬體資源分配」幾個部份進行相關介紹。

A. 大型資料中心內網路使用

本章將根據「大型資料中心的網路議題」以及「海量資料處理」進行相關介紹；最後再根據現有資料，針對中華電信的需求做初步分析：

1. 大型資料中心的網路議題

現今的 Large-scale Data Center Network 的架構大多是利用現有的樹狀網路架構去擴建，在樹狀架構的最底層（Edge）中的 Switch（交換器）來連接所有設備伺服器，Edge 層再匯集到樹的中間層（Aggregation），然後把所有的流量都整合後，再交由樹狀架構的最上層（Core）來做資料傳送。然而 Large-scale Data Center Network 正處於發展階段，尚有許多問題和挑戰需要克服，就目前所遇到的發展瓶頸及相關研究議題整理如下：

- (1) 頻寬流量上下行管控：今資料中心廣泛採用虛擬機器進行運作，當虛擬機器中有某一個服務請求時，此時它的頻寬的上下行比例的要求是 1:1 的頻寬配置，在樹狀架構的最底層若掛載眾多的虛擬機器時，該層超額配置（Over-subscription）將有可能是 1:2 到 1:20，同時再更上一層（Aggregation）必須處理下一層的所有超額配置，此時可能到 1:240。若上下行流量的比例懸殊的狀況下，此網路設計當然可以保持穩定運作。然而，若單一交換器面臨同時間上行傳輸的資料量過多時，將會造成擁塞而成為網路的熱點（Hot Spot）。因此過多的超額配置將會成為網路瓶頸的最大問題。

(2) 虛擬機器遷移問題：虛擬機器可能會因為實體主機功率消耗或負載平衡等因素，從某台實體機器遷移到另外一台實體機器上。若原來協同合作的虛擬機器在同一機架（Rack）上，則資料傳輸主要會在底層樹狀 Edge 內部進行交換，然而因為虛擬主機的遷移到其他機架，因而產生大量機架間（Inter-rack）資料交換，這些流量將移轉至樹狀結構 Aggregation/Core 進行傳輸，產生更嚴重的擁塞問題於樹狀結構 Aggregation/Core 中。

(3) 擁塞控制問題：資料中心規模成長快速，內部網路的傳輸量以數十到數百太位元組（Terabyte，TB）為單位，因此資料中心的擁塞狀況必須有效管理。而傳統 TCP 擁塞控制機制因無法得知交換器的擁塞狀況，所以易導致封包大量的遺失；另外傳統 TCP 是利用 Windows size 調整來因應擁塞產生，然而許多研究和調查皆證實，這種擁塞控制的方法並無法即時反應網路狀況，而且會造成整體網路的 Throughput 下降、造成頻寬的浪費。

2. 海量資料處理

過去許多企業大多是採用獨立式運算，即購買或升級高階伺服器以進行大量資料處理。然而資料的成長速度遠比計算能力的進度快速，這樣的解決方案在目前已無法快速且即時負擔 Big Data 的運算。企業為了要解決海量的資料運算、並且能快速交換資料，最近來企業廣泛使用雲端運算的技術。雲端運算的發展使得分散式運算變得可行、也容易被企業所採納。例如 MapReduce 演算法即被許多大型企業所廣泛採用（Google、Yahoo、Facebook 等）。

MapReduce 是一種平行計算的方法，其運作由映射函數（Map Function）、改組（Shuffling）、化簡函數（Reduce Function）三個部分組成。使用者輸入一筆資料時，映射函數會將資料拆成多筆小量資料，分散給各伺服器進行運算處理，各伺服器運算完畢時會將結果寫入本端儲存裝置。當所有映射資料工作完成時，會進行挑選幾個 Reducer，各伺服器將其資料分別寫入其所對應之 Reducer，此過程稱為改組（Shuffling）。Reducer 會將資料進行組合並輸出最後結果。

在實際的資料中心網路上，MapReduce 透過一個 Master node（主節點）將一個工作（Job）切割成多個任務（Tasks），並分派予多個 Worker nodes（工作節點）以進行平行運算。平行計算的分派和整合會帶來大量的資料交換於各主機中，因此會產生一個網路擁塞問題稱為 TCP Incast。TCP Incast 網路擁塞成為以下三點：

(1) 高頻寬且具低延遲網路環境：過去 Internet 網路傳輸 RTT 時間數據顯示約 100ms，因此 Internet TCP 封包遺失重傳時間（Retransmission timeout，RTO）設約為 200ms，但 Data Center Network 平均 RTT 時間約為 200-300us，200ms 重傳時間在 Data Center Network 帶來過高額外負擔（Overhead）。

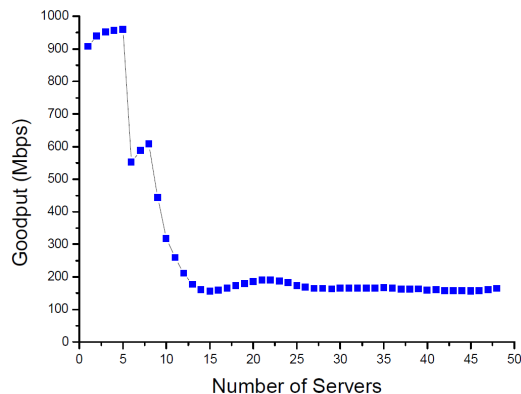
(2) 多個傳送端同時傳送資料給予單一接收端（Many-to-one 傳輸特性）：例如 MapReduce 在改組階段時，將會有多個伺服器「同時」傳送資料給單一 Reducer，造成段時間內大量封包遺失，因而各傳送端接進入封包等待重傳機制。

(3) 交換器緩衝空間小：由於多筆資料同時傳送於單一接收端，造成接收端與交換器所連接的埠（Port）緩衝區溢位（Overflow），導致封包在交換器被大量丟棄。

TCP Incast 網路擁塞問題所帶來的影響為以下兩點：

(1) 造成應用服務傳輸率（Goodput）嚴重下降：如圖一顯示，當約五個伺服器將資料傳送至單一伺服器，應用層實際可接收的傳輸率約以降至原本傳輸率的一半，而當傳送端數量超過 10 個時，傳輸率更降至約原本的五分之一，造成應用服務所接收的資料量受到嚴重。

(2) 工作完成時間延遲：由於傳輸端會不斷同時進行封包重傳，因此 TCP Incast 會不斷發生短時間擁塞現象產生，工作（Task）花費大量時間在等待封包傳送，導致工作受到嚴重的延遲，造成系統整體產量（Throughput）下降。

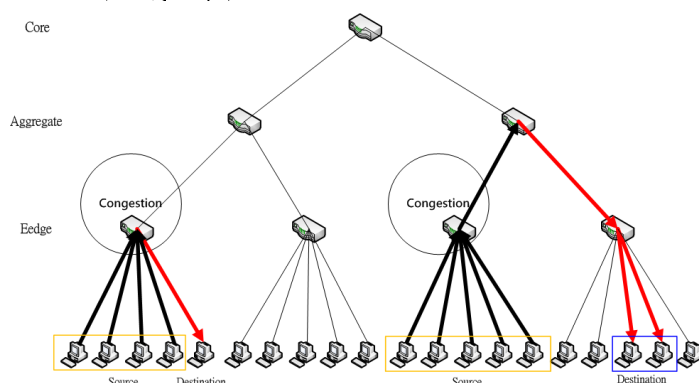


圖一 TCP Incast Goodput 影響分布圖

3. 中華電信需求分析

根據此計畫現有資料分析，中華電信同樣面臨 Big Data 問題，希望透過採用協同運作來加速大量資料處理，以達到縮短工作處理的時間，進而提升整體系統產量（Throughput）。伺服器將資料/檔案進行切割並分配給於其他伺服器同時進行協同運算，過程中所產生中介資料可能須進行組裝輸出結果。協同運算與平行化運算情境相似，須經常透過網路進行大量資料的交換，此情境中也具有 Many-to-one 傳輸特性，因而須面臨 TCP Incast 擁塞問題產生。我們特別針對協同運作傳輸特性分析與推斷擁塞情境，協同運作造成擁塞狀況有以下三點情境：

- (1) 切割工作處理完畢後，所產生的中介資料，須短時間內透過網路傳輸至單一伺服器進行組裝，並進行下一個 Stage 的資料處理。
- (2) 切割工作處理完畢後所產生的資料結果，各結果須傳送至少數伺服器，進行最後的匯整並輸出最後結果。
- (3) 頻繁對資料庫進行存取。目前 Data Center Network 大多仍採用樹狀結構，由圖二說明擁塞狀況的發生與位置，上述所提及的擁塞問題會產生於樹狀結構中的 Edge，即使傳送目的端不同仍然會發生擁塞於 Edge，而此擁塞情境與 TCP Incast 所造成現象相似。



圖二 擁塞情境示意圖

4. 小結

大型資料中心網路和海量資料處理的發展，發現許多前所未見的問題，且過去的研究亦未對這類型的資料中心做深入的探討。最近二至三年，美國微軟公司和一些學術研究機構有針對大型資料中心網路進行流量分析的研究[13][14][15]，其探討資料中心網路架構中，揭示了流量特性與擁塞現象，值得深入瞭解發生擁塞其原因。資料中心流量分析可來以下兩點好處：(1) 提升流量管控：減少封包遺失、提升應用服務效能與網路服務品質 (QoS) (2) 節能：有效減少交換器所消耗熱能，達到節能效果。

根據 Microsoft 在 10 個資料中心（3 個學校資料中心、2 個企業資料中心、和 5 個雲端資料中心）的研究調查結果，有以下幾點重要的發現：

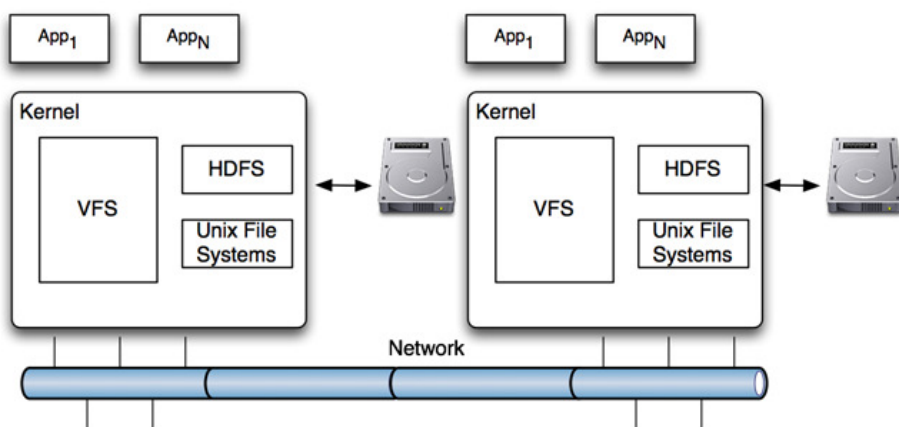
- (1) 依據「資料流 (Flow，即相同 Source/Destination IP 和 port 的封包)」的大小來看，其分佈是呈現重尾分布 (Heavy-tail Distribution)：大多數流量皆屬於小流量 (Small Flow，即小於 1Mb 的資料)，然而大流量 (Big Flow，數十 Mb 到數 Tb 的資料) 的個數會因資料量增加而逐漸減少，但依然存在於資料中心當中。

- (2) 熱點 (Hot Spot)：在資料中心發現熱點的產生，具有同時出現的數量稀少 (Few)、出現的位置稀疏 (Sparse) 和不可預測 (Unpredictable) 等特性。大約在 2008~2011 年間，有許多的研究為解決大型資料中心的熱點和擁塞問題，提出具有 non-oversubscription 及 multiple path 特性的新型網路架構，如 Fat-tree[16]、BCube[17]...等，這些新架構與既有樹狀架構並不相容，因此網路佈線和相關硬體的轉換時間和成本都相當昂貴、可行性和穩定性的風險也不得而知。微軟的調查結果，提出一個重要的洞見 (Insight) 即是雖然 Hot Spot 是造成網路擁塞重要原因，然而由於稀少和稀疏的特性，將樹狀的網路架構改成 non-oversubscription 的架構，考量其成本和可行性，並不符合實際，因為資料中心網路上多數的線路是處於低流量、甚至是閒置的狀態。由此可知，如何有效利用既有的網路資源，是更重要的議題。
- (3) 流量區域性：從資料中心的應用服務來看，學校或企業資料中心大多是執行 Web Server、FTP Server、或 E-mail Server...等應用服務，其多數的流量都是對外流量 (Extra Data Center Traffic)；然而在雲端的資料中心網路中，大多是執行內部資料分析及計算的工作，且這些應用服務具有平行或協同工作的計算 (例如 MapReduce、Data Indexing、Distributed File System...等)，從這些應用服務的特性，可知會產生大量資料中心內部流量 (Intra Data Center Traffic)。資料中心的管理者在考量 MapReduce 服務的大多數流量皆具有相依性，執行工作盡量會將相關工作節點 (Worker Nodes) 的實體伺服器配置於相同 Rack 或者相鄰 Rack，以減少 Aggregation 和 Core Switch 的負擔。因此，高達約 75% 流量皆於 Rack 內部進行交換，資料中心流量具有高度區域特性。
- (4) 線路 (Links) 使用率和封包遺失率：微軟以 5 分鐘為一個單位，觀察 Core Links、Aggregation Links 和 Edge Links 的使用率。在單位時間內，只要有流量通過 Link 即算是有使用，而通過流量超過頻寬的 70% 即算是 Hot Spot。在樹狀結構使用率上 Core > Aggregation > Edge，然而封包遺失率卻是 Aggregation > Edge > Core。這是很有趣的現象，在樹狀結構中，Core Links 雖然具有高使用率、但封包遺失率卻最低，其原因推測是 Core Link 數量少、且是對外流量的必經之路，導致其使用率高，然而 Core Link 不經常有突發性大流量產生 (因為大多對外流量是 HTTP Request/Response 或 Email Sending/Receiving，非大量資料傳輸)，因此封包遺失率低。在 Aggregation/Edge Link 數量多，其平均使用率低，但較頻繁出現突發性大流量，造成擁塞產生導致封包遺失率高。此外，整體 Core Link 中尖峰時會有高達 25% 的 Link 處於高使用率，可透過有效的路由進而調整降低 Core Link 使用率。

資料中心流量研究發現擁塞現象經常發生於 Edge/Aggregation，此擁塞現象驗證我們之前的推斷。採用平行運算易面臨 TCP Incast 擁塞問題，其流量特性為 Many-to-one 且屬於突發性大流量（Momentary Bursts）。本計畫具體的目標包含監控資料中心網路方法/工具、分析網路傳輸特性、擁塞控制/流量排程等。根據協同運作傳輸特性，給予中華電信資料中心網路最佳化，有效避免/處理網路擁塞問題，以提升整體系統產量輸出。

B. 大型資料中心之資料交換加速

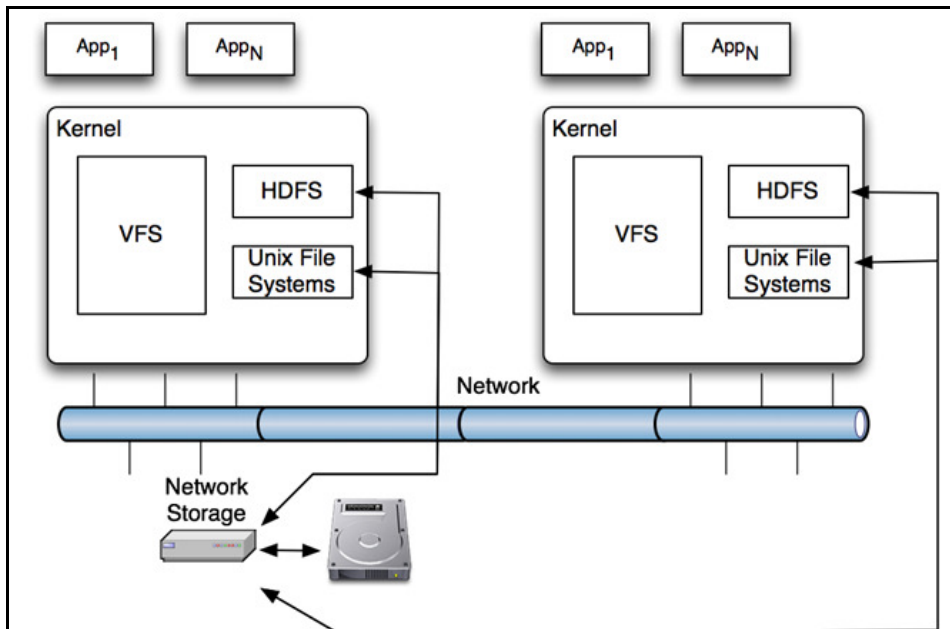
在現今的資料中心，為提供高效能運算以及高可靠度的運算，許多的應用系統都是經由分散在不同伺服器的執行程序或執行緒接續合作完成高複雜度的運算。在此類運算中，無可避免的必須在不同伺服器的執行程序或執行緒間交換資料，傳統的資料交換方式包含遠端程序通訊 (Remote Procedure Call, RPC)，分散式檔案系統等，均可提供資料交換的協定。然而，傳統的資料交換模式以少量資料交換為主，現今許多應用系統執行過程中，會產生並交換巨量資料 (Very Large Data Set)，因此，使用 RPC 方式，已無法滿足現有應用系統的效能需求。因此，大部份的資料中心，使用分散式檔案系以及電腦網路的方式交換巨量資料。圖三所示為以本地儲存裝置組成的分散式檔案系統，此類系統提供本地伺服器的儲存裝置組成一個大型的分散式檔案系統，如 Hadoop 系統的 HDFS 等。



圖三 以本地儲存裝置組成之分散式檔案系統

另一類的則是使用網路儲存裝置作為資料交換與分享的中介點，各個伺服器均將資料儲存至網路儲存裝置，也由網路儲存裝置取得計算所需之資料，圖四所示為一典型的網路儲存裝置系統架構。這兩類系統架構的優點在於可經由傳統的檔案系統存取界面交換資料，如 Virtual File Systems 或 Unix File System，此兩類系統因具有很好的相容性 (Compatibility) 以及可攜性 (Portability)，而被廣泛使用於各類的資料中心以交換巨量資料。

此一資料交換方式雖較使用 RPC 方式交換資料有效率，但是，仍無法符合現今應用系統的效能需求。前述兩種資料交換方式均需使用非揮發 (non-volatile) 儲存裝置以及電腦網路，非揮發儲存裝置具有價格低與高可靠度的特性，但是，其效能卻無法滿足高效能運算的需求。此外，使用電腦網路交換資料同樣具有相容性 (Compatibility) 以及可攜性 (Portability) 的優點。然而電腦網路的主要使用



圖四 以網路儲存裝置構成之共享式檔案系統

對象為大範圍的網路系統，因此提供網路封包交換（packet switch）以及路由（routing）的能力。然而，在資料中心，因為網路的連結（Connectivity）與拓樸（topology）相對穩定，網路封包交換（packet switch）以及路由（routing）能力反而降低資料傳輸的效率，成為資料中心交換資料的非必要負擔。

本計畫目標係提升資料中心伺服器間資料交換的效率，此一新的資料交換方式除了要能降低資料交換所需時間，更要能容納巨量資料並且符合相容性（Compatibility）以及可攜性（Portability）等需求。隨著雲端資料中心日漸普及，許多資料中心需為巨量資料的儲存與交換所困擾，因此，紛紛研發不同的解決方案。以下說明兩類主要的解決方案。

1. 使用高速匯流排（High speed Bus）連接伺服器：

雲端資料中心日漸普及，然而資料中心資料交換效率卻無法隨著處理器速度的提昇而提昇，因而成為資料中心運算能力的瓶頸。其中一個主要原因為伺服器間的通訊受限於電腦網路技術，因為電腦網路技術係以連結長距離以及異質計算機為主要使用對象。在資料中心的伺服器的連結距離較短，且同質性相當高。因此，傳統網路為符合異質計算機為使用對象所增加的封包資料等，反而成為資料中心伺服器交換資料的一大負擔。因此，目前許多廠商以及學術界均致力於開發超高速通信技術，以連接資料中心的伺服器，包含高速即時網路技術以及高速匯流排（High Speed

Bus)。

- 高速網路技術：

以電腦網路為基礎的技術，以提昇傳統網路（亦即 IEEE 802.3 系統之延伸）系統速度以及使用光纖通訊為主流。這類技術的優點是具有相容性，現有的應用系統可以輕易地使用。但是，這類技術因仍必須提供具有路由（routing）能力，而產生非必要的計算與傳輸負載。目前另外一個解決方法為採用即時傳輸的乙太網路通訊協定，但關鍵在於目前各通訊協定間彼此並不相容，因此，除非各版本整合成單一標準，否則使用者仍可能選擇錯誤的方案，而增加成本。提升傳輸效能有效的方法之一，便是以 IEEE- 1588 標準為作為通訊協定的基礎，該標準能以次微秒的準確度進行同步傳輸，使遠距裝置能輪流透過乙太網路傳輸，而不會干擾其他通訊。另一方面，裝置及網路堆疊實作也必須使用 IEEE- 1588 作為建構基礎。此一解決方案牽涉到伺服器系統軟硬體的重新設計與安裝。

因此，另一類的技術發展以提供低階連結（low-level interconnect）之網路技術，如 InfiniBand, RapidIO 以及 NUMALink 等技術，此類技術，可以提供遠高於基於 IEEE 802.3 的高速網路系統的傳輸頻寬，同時對應用系統而言以有相當高的相容性。但是，缺點在於因為市場，需求以及開發成本等因素，價格居高不下。使得許多對於營運成本以及建置成本相當敏感的資料中心業者以及使用者，仍持觀望的態度。

- 高速匯流排（High Speed Bus）：

高速匯流排技術以延伸計算機系統中的通訊匯流排作為遠端通訊的通訊協定，如 USB, PCI Express 以及 HyperTransport 等技術，以下說明此類技術之現況以及優缺點。

USB 3.0 於 2008 年 11 月釋出，支援全雙工，新增多個觸點，採用發送列表區段來進行數據發包。USB 3.0 暫定的供電標準為 900mA，將支援光纖傳輸，設計的「Super Speed」傳輸速度為 5Gbit/s，若採用光纖可達到 25Gbit/s。USB 3.0 的設計相容 USB 2.0 與 USB 1.1 版本，並採用了三級多層電源管理技術，可以為不同設備提供不同的電源管理方案。Intel 的 xHCI 已經可以支援 USB3.0 的介面，向下相容 USB2.0 的介面。USB 3.0 採用新的封包路由傳輸技術，線纜設計了 8 條內部線路，除 VBus 和 GND 作為電源提供線外，剩餘 3 對均為數據傳輸線路其中保留了 D+與 D-兩條相容 USB 2.0 的線路，新增了 SSRX 與 SSTX 專為新版所設的線路。此類技術，無法連接成網路，僅提供點對點資料傳輸，無法應用於資料中心伺服器間的資料傳輸。

第二類技術則為 PCI Express 3.0 以及 HyperTransport 等技術。此類技術的

主要概念係延伸伺服器內部的通信匯流排至伺服器外部，使得伺服器間形成一個緊密結合（Tightly Coupled）的大型分散式系統，因此，得以提供如遠端直接記憶體存取（Remote Direct Memory Access, RDMA）等功能。具有遠端直接記憶體存取（RDMA）能力的伺服器，便可經由分享記憶體（Shared Memory）的方式交換資料，除了消除儲存裝置的時間外，也消除了經由電腦網路傳輸所造成的非必要運算與資料傳輸。HyperTransport(HT)，原名閃電數據傳輸(Lightning Data Transport, LDT)，是計算機處理器的互連技術。這是一個雙向的串行/並行高帶寬，低延遲的通訊技術，2001年4月2日推出點至點鏈接。另外，HyperTransport 聯盟是負責促進和開發的 HyperTransport 技術的主要組織。HyperTransport 最早是在被 AMD 中央處理單元（CPU）的系統總線架構和 Nvidia nForce 主板晶片組中被使用。後來，HyperTransport 的也被用於由 IBM 和蘋果的 Power Mac G5 機器，以及一些現代 MIPS 系統。在 PCI Express 3.0 以及 HyperTransport 的最新標準中，均已經將原有點對點的連接方式，延伸至提供多點網路的連接方式，同時仍保留 RDMA 的能力，利用此一方式可大幅降低伺服器的資料交換延遲。PCI Express 3.0 以及 HyperTransport 均被視為解決資料中心資料傳輸的解決方案。雖然標準已經制定完成，但是，支援的廠商相當少，仍需相當時日才可導入實際產品的應用。而此類的另一項限制則為應用程式必須修改為使用共享記憶體存取共享資料。若一應用系統係由單機系統並使用共享記憶體分享資料的方式設計，則可輕易轉移至此類架構。

2. 使用程序配置優化 (Process Allocation Optimization):

另一個方法是在透過配置應用程式之程序 (process) 或執行緒 (threads) 在適當的伺服器，以消除伺服器間資料交換的方式，縮短因為資料交換所造成的延遲。這個方法常常使用在分散式應用系統開發，在開發初期設計應用系統時變提供程序 (process) 或執行緒 (threads) 可在不同伺服器執行之機制。因此，在程序 (process) 或執行緒 (threads) 執行前，可經由演算法考量資料傳輸量，伺服器之負載等資訊，決定程序 (process) 或執行緒 (threads) 之最佳執行伺服器配置。

唯使用此一方法於已經開發完成的系統的困難度較高。因已經開發完成的系統，不見得允許系統移動程序 (process) 或執行緒 (threads) 至不同的伺服器執行，原因包含函式庫的需求，資料的需求以及硬體資源的需求並未完整的揭露給程序配置優化演算法，因此，移動程序 (process) 或執行緒 (threads) 至不同的伺服器執行可能造成因為缺乏部分軟體或硬體資源，而使程序 (process) 或執行緒 (threads) 不正常中斷。解決此一問題的方法，除了移動程序 (process) 或執行緒 (threads) 外，也同時搬移執行環境 (run-time environment)，例如：

使用 Java Virtual Machine 執行以 Java 撰寫的程式，或搬移整個虛擬機器至不同的伺服器。此一方法雖可平衡伺服器的負載，但是，對加速程序（process）或執行緒（threads）間的資料交換的效果有限。主要原因有二，（一）因為通訊協定的暫存區有限，因此，資料仍須存入容量較大，速度較慢的儲存裝置。（二）因為仍延續使用原有的通訊協定傳遞資料，因此，雖然使用資料的程序（process）或執行緒（threads）在同一實體伺服器執行，網路通訊協定仍需將資料依原有的通訊協定切割資料，包裝資料，以及傳遞資料。

為解決現有方案的缺點，並且符合相容性（Compatibility）以及可攜性（Portability）等需求，本計畫規劃以分散式記憶體的方式提升效能，並以檔案系統的存取界面交換資料，以符合前兩項需求。

C. 大型資料中心內硬體資源分配

雲端運算的特性之一是擴展性 (scalability)。雲端運算使用大量的虛擬化 (virtualization) 技術[1][2]，將應用程式、作業系統、程式庫全部包裝為虛擬主機 (virtual machine)，再將虛擬主機動態佈建到實體伺服器上執行。虛擬機器的數量可依照使用者的需求，快速的增加或減少。

同時將多個虛擬主機置於一個實體伺服器上執行，可增加實體伺服器上硬體資源的使用率。這些虛擬主機會依照底層管理程序 (hypervisor) 的設定，使用被分配到的硬體資源。隨著同一個實體伺服器上執行的虛擬主機數量增加，每個虛擬主機被分配到能使用的資源也越少[3]。舉例來講，在一段時間間隔中，四台相同權重的虛擬主機在同一台實體機器上執行，每台能夠使用到的 CPU 執行時間，只有整段時間的四分之一。這會造成在這些虛擬主機上執行的工作效能比預期的差。

為了讓工作或者應用程式保持在最佳效能，一個方法是讓它們在專用伺服器 (dedicated server) 上面執行。專用伺服器[4]指的是實體伺服器上同時間最多執行一個虛擬主機。在專用伺服器上面執行的虛擬主機因為不需要與其它虛擬主機分享硬體資源，故能夠有較佳的效能。

與具有高度擴展性的虛擬主機不同，大型資料中心內部的實體伺服器數量會發生的變化不大，只有在設備擴充時才會大批加入新機器[5]。換言之，在兩次設備擴充的期間，資料中心內部的實體伺服器數量可以被考慮成是固定的。

在資料中心內實體伺服器的數量是固定的這個情況下，應該如何分配各個工作能夠使用到的專用伺服器數量，便成為一個很重要的議題。每個工作需要處理的工作量可能會隨時間有很大的變化，優先程度也不盡相同；資料中心內也會有新的工作加入或者舊的工作結束。如何根據資料中心內的工作變化情況做動態的資源分配，使得每個工作能夠達到要求的效能，就是本計畫想要解決的問題。

本計畫的目標是開發出一套雲端資源管理系統，能夠動態的調整系統中每個工作能使用到的專用伺服器數量。這個系統會根據目前每個工作估計剩餘工作量、優先權，以及工作期限，透過設定的政策 (policy)，做出合適的決策。本計畫亦提出幾個不同的政策。資料中心管理者能夠根據工作的特性選擇不同的政策，或者是輸入新的自訂政策。這個雲端資源管理系統能夠與現有的雲端作業系統 (Cloud OS) 結合。

資料中心內的資源管理是一個很重要的議題，有許多相關研究，但多集中在如何將多個虛擬主機配置到一個實體伺服器上執行，已達到省電[9][10][11][12]或者維持服務品質 (QoS) [6][7][8]的目標。這與本計畫為了效能，最多只分配一個虛擬機器給實體伺服器不相同。

二、研究方法及進行步驟：(其中研究方法請詳細說明(1)採用之方法，(2)採用本方法之原因，(3)預計可能遭遇之困難及解決途徑，(4)重要儀器之配合使用情形。)

本計畫對於「大型資料中心內網路使用」、「大型資料中心之資料交換加速」以及「大型資料中心內硬體資源分配」分別有不同的計畫目標。

A. 大型資料中心內網路使用

本計畫行程規劃提供有一個有效監控網路擁塞方法或工具，目前資料中心網路流量分析，其透過 SNMP (Simple Network Management Protocol) 進行資料收集與分析，達到偵測擁塞狀況的發生。但 SNMP 收集資料必須底層硬體支援，其牽涉到交換器軟體，並且更換其設備需花費額外更多成本。因此，目前將朝向不改變現有架構偵測擁塞狀況，透過點對點 (End-to-End) 傳輸偵測。我們將利用點對點傳輸得到的相關資訊，如 RTT 時間、封包遺失等網路參數，各伺服器將此資訊傳給於控制器 (Controller)，由 Controller 來進行判斷發生擁塞位置，當系統發生擁塞時可快速進行擁塞狀況處理。

目前 Data Center Network 已有許多研究在探討擁塞問題，此計畫中，我們將深入探討及分析如何有效解決 TCP Incast 擁塞問題。在 TCP Incast 擁塞問題解決方案將其分為以下三類：

(1) 應用層解決方案：TCP Incast 其一重要成因為 Many-to-one 傳輸特性，因有研究方法提出透過應用層進行全域排程 (Global Scheduling) 技術，將各伺服器回傳資料時間進行錯開，避免多個伺服器同時傳送資料給接收端。目前研究方法 [18] 為估計最大同時傳送之伺服器個數，將伺服器進行分成 N 個群組，並安排每個群組傳送時間，以達到分散資料同時傳送之特性，來有效避免 TCP Incast 擁塞問題發生。但此方法須修改應用服務傳輸特性，須針對每個應用服務進行傳輸排程。

(2) 傳輸層解決方案：TCP Incast 造成 Goodput 大下降，其一主因為等待 TCP 封包重傳過久。因此，有研究 [19] 作法為進行修改 TCP 機制，將原本 TCP 等待傳送封包時間由 200ms 調降至 200us，此方法能有效減少等待封包傳送之負擔 (Overhead)，但並未解決擁塞問題不斷發生。因此，有另研究方法 [20] 提出於 TCP 重傳機制中，增加一個動態隨機值，當發生 TCP Incast 擁塞之後，各自等待重傳時間會因動態隨機值，而於不同時間點傳送資料給接收端，有效的打破同時傳送所造成擁塞之特性。但此類解決方案須修改作業系統核心 (Kernel)，且一般作業系統提供約 15ms 之 Timer 精準度，若要提供 200us 重傳時間須額外硬體支援。

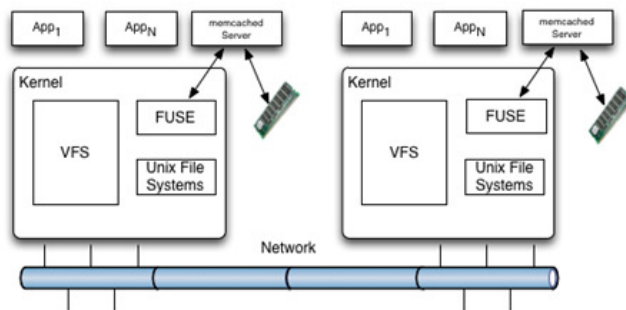
(3) 資料連結層解決方案：過去 Internet 擁塞控制皆由 TCP 來進行處理與控制，而 TCP 機制無法得知實際交換器擁塞狀況。因此，有研究 [21] 指出由交換器來監控

擁塞狀況並即時回傳訊息，能更有效監控擁塞狀況的發生。資料連結傳輸曾透過交換器偵測 TCP Incast 發生狀況，來通知伺服器來調整傳輸速率，透過降低伺服器傳輸速率達到避免交換器緩衝區溢位。但採用此方法須修改交換器韌體 (Firmware)，由於現行的交換器並不支援此機制。

本計畫傾向採用應用層或傳輸層解決方案。目前多企業不易改變底層硬體的運作，並且修改困難度與成本過高。此計畫中，可參考 TCP Incast 擁塞問題並同時考量中華電信之協同運作特性，提出符合本計畫實際情況的解決方案。

B. 大型資料中心內伺服器間資料交換

本項目規劃以分散式共享記憶體作為伺服器交換巨量資料之儲存方式，並以檔案系統的方式提供應用程式以傳統 API 存取與交換資料。圖五所示為以分散式共享記憶體交換資料之系統架構。在此一系統，我們將在伺服器中加入一個以 FUSE 為核心的檔案系統，此一檔案系統並不以非揮發性儲存裝置為儲存媒介，而是以分散式共享記憶體為其儲存媒介。而分散式共享記憶體將以 memcached 為核心，將各個伺服器的記憶體組合後形成可儲存巨量資料的共享記憶體。以下我們詳細說明採用此架構的原因，可能遇到的挑戰，以及可能的解決方法。



圖五 以分散式共享記憶體交換資料之系統架構

(1) 採用此架構的原因：

使用記憶體為儲存媒介的特性為延遲時間短（Latency），但資料不具永久性（Durability）會隨系統關機而消失。目前已有部分的應用系統考量使用記憶體為儲存媒介，例如 In-Memory Database 以及 Memory File Systems。各大資料庫系統廠商，均致力研發 in-Memory Database 的技術，雖可提升速度，但是，各家廠商研發的技術無法互通，適用於不同的資料庫系統，導致使用者或資料中心必須購買各家的 in-memory database 擴充模組，成本相當高。而 Memory File System 在早期非揮發性儲存裝置的存取非常緩慢時，便以開始發展，如早期的 RAM disk 以及現在的 VolatileFS。VolatileFS 是一個把暫存資料存在 memory 和 swap 的 file system，主要用途是拿來存放暫存資料。相關的還有 memFS 以及 tmpFS 都是提供 memory file system 的功能，可惜的是 VolatileFS, memFS, tmpFS 都僅能在單機運作。伺服器間的資料交換仍須透過現有的方式進行，或者是批次資料搬移的方式，將資料由一個伺服器的 memory file system 搬移至另一個伺服器，避免使用非揮發性儲存裝置，以縮短延遲時間。但是，此一方法需要修改應用程式，以搬移資料。

此一方法雖然無法保證資料的永久性（Durability），但是，在應用系統的計算過程中所產生的資料，均可重複產生。儲存暫時性資料的優點在於當計算因為某些

原因失敗時，不需重新執行所有的計算，可由中斷的計算點繼續執行。但是，在計算機的計算能力大幅提升的資料中心，重新計算的延遲成本並不會大幅延遲完成計算的時間。

為使系統具有相容性以及可攜性，本架構使用 FUSE (File System in User Space) 架構為檔案存取核心，提供應用程式存取共享資料的存取界面，而不需更動原有使用分散式檔案系統交換資料的應用程式，而使用 FUSE 的另一個原因是此一架構不需更動作業系統核心，且目前主流作業系統均以內建 FUSE 檔案系統。

因此，採用此一架構除可縮短存取巨量資料的延遲時間，並可保證系統的相容性以及可攜性。

(2) 可能遇到的挑戰與可能的解決方法::

目前不管是在學術界或產業界，均無可提供完整功能的單一系統，本計劃將整合少數幾個現有的系統，並研究解決整合不同系統會遇到的挑戰。以下說明各子系統的功能，並探討整合可能遇到的挑戰。

本計劃規劃以 memcached 系統為核心，實作分散式共享記憶體。memcached 是一個高性能的，分散式記憶體物件暫存 (Cache) 系統。最初設計用於加快動態 Web 應用程序的執行效能，減輕資料庫系統負載。此外，memcached 的允許應用程式從其所在的系統，存取另一系統的記憶體，以增加應用程式所能使用的記憶體空間。memcached 的主要使用情境為每個伺服器 (或節點 node) 是在使用 memcached 前是完全獨立的，安裝 memcached 後，在系統中的任一個伺服器均可經由 memcached 存取其他伺服器的記憶體。使用 memcached，所有的伺服器都可以存取到同一個暫存記憶體 (cache)。此外，當系統增加伺服器至資料中心時，memcached 可以擴充共享記憶體的大小。但是，目前 memcached 的設計係提供 key/value 的方式存取資料。此一方式適合於資料庫系統產生暫存資料的儲存，以此方式實作分散式共享記憶體，必須將記憶體內容切割後，存入 memcached，方可存入系統內。而讀取時必須將資料經由 memcached 以 key/value 的方式取出後重組，再提供給檔案系統轉交給應用程式。此一方式會造成相當大的負載，且不易針對記憶體內容進行同步存取控制 (Concurrency Control) 以避免記憶體發生 memory overflow 或 memory underflow 的現象。因此，無法適用直接使用於分散式共享記憶體。

另一個可能遇到的挑戰是，memcached 以降低資料庫系統的負載為主要目標，因此，只要將資料庫系統產生的資料存取於記憶體中，即可縮短資料庫存取非揮發性儲存裝置的延遲時間。所以，memcached 對使用哪一個伺服器中的記憶體並不是主要的考量重點。但是，本計劃中除了要降低存取非揮發性儲存裝置的延遲時間

外，也需要減少網路存取的延遲時間。因此，本計劃也需要深入瞭解 memcached 的系統架構，以優化記憶體使用的配置。

本計劃規劃以 memcached 設計一個高效能的分散式共享記憶體，以解決可能遇到的挑戰，其主要的工作項目包含以下項目：

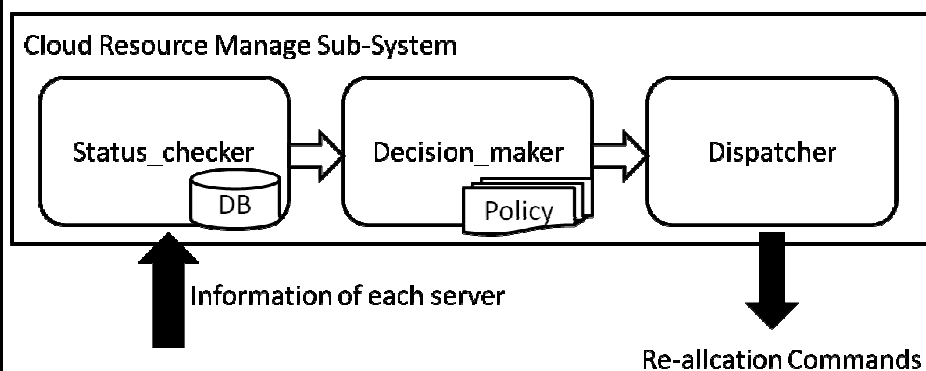
- 實作檔案系統至記憶體儲存裝置的轉換介面：
- 設計與實作記憶體同步控制機制（concurrent control）以及存取機制（permission access control）
- 設計與實作記憶體配置與記憶體暫存之取代機制（replacement mechanism）

C. 大型資料中心內硬體資源分配

本計畫對於「大型資料中心內硬體資源分配」這個項目的目標是開發出一套雲端資源管理系統，能夠動態的調整系統中每個工作能使用到的專用伺服器數量。本計畫的研究方法可被分為兩部份，系統架構 (Architecture) 以及政策設定 (Policy)。

系統架構

本計畫提出的雲端資源管理系統由三個部份所組成：Status Checker、Decision Maker，以及 Dispatcher。由圖六可以看出這三個組件相互之間的關係。



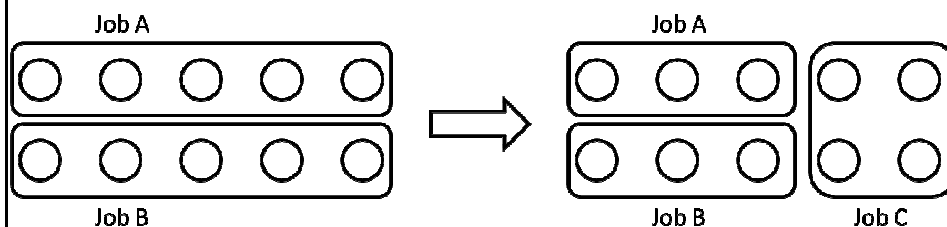
圖六 雲端資源管理系統的三個組件

Status Checker 每隔一段時間會收集資料中心中每一台伺服器目前的使用資訊，包括伺服器是否正常運作中、正在處理工作或者是在閒置、各項資源的使用狀況...等等。這些資訊會被記錄起來，並且提供給 Decision Maker，當作它做出重新配置決定的參考。

Decision Maker 主要的功能是根據預先決定好的政策 (policy)，將目前資料中心內部伺服器使用狀況，以及各項工作的截止期限或者優先權列入考慮，最後做出重新分配資源的決定。在下一個章節會提出一些我們認為可行的政策。系統管理者也可以依照工作性質以及實際需求，來加入需要的政策。

我們打算將 Decision Maker 設計成被動模式 (passive mode)。被動模式的意思指的是，Decision Maker 並非每隔固定時間就做出資源重新分配的決定，而是只有在特定的幾個情況下才會被觸發。這些情況包括：資料中心有新的工作加入，必須分配伺服器來執行；已有的工作結束，將本來使用的伺服器資源釋放；工作的優先度、重要性，或者截止期限被更改。只有在這些狀況發生時，才需要觸發 Decision Maker 並使用新的分配方式。

一旦 Decision Maker 決定了新的決定並交給 Dispatcher, Dispatcher 會根據這個分配方式, 去調整每台伺服器上面執行的工作。換言之, Dispatcher 是實際上下指令給各台伺服器的組件。舉例來講, 假設現在資料中心內部總共有十台伺服器, 五台正在執行工作 A, 另外五台執行工作 B, 如圖二左邊所示。現在又加入了一個優先權比較高的工作 C, 經過 Decision Maker 計算之後, 得出了新的分配方式: 工作 A 及 B 各三台, 工作 C 四台, 如圖七右邊所示。此時 Dispatcher 必須負責將圖中最右邊的四台機器, 從本來執行工作 A 和 B, 換成執行工作 C。



圖七 加入工作 C 之後的伺服器重新分配

為了要達到能夠快速的在同一個伺服器上進行工作切換, 我們會需要利用到虛擬機器的技術。對於每一個工作, 我們建立一個虛擬機器的映像檔。這些映像檔被存放在資料中心內的分散式檔案系統中。當一個伺服器被指派一個新的工作, 或者是需要進行工作切換時, 只需要關閉本來在該伺服器上執行的虛擬機器, 接著恢復 (resume) 新工作所使用的映像檔即可。需要注意的一點是, 與一般的雲端伺服器不同, 專用伺服器上同一時間只有一個虛擬機器是處於啟動的狀態。

政策設定

接下來我們會提出幾個可行的分配政策。這些條件會需要不同的參數, 例如每個工作的重要性或優先權, 或者是必須在什麼時間之內完成。經過計算之後, 便可以得到要將哪些工作分配給多少台專用伺服器去執行, 才能夠滿足使用者的要求。

第一種是基於優先權順序的分配政策 (priority-based policy)。對於系統中所有未完成的工作, 每個工作至少會被分配到一台專用伺服器執行, 以確保所有工作都能夠持續的有進展。剩下的伺服器則會被分配給所有工作中, 擁有最大優先權的那個工作, 直到它執行完畢, 或者有其他優先權更高的工作加入資料中心。如果有兩個以上的工作都具有最高優先權, 則會將這些專用伺服器平均分配給這些工作執行。這種分配方式主要是想要加速重要工作, 讓它們早點完成並將資源釋放出來; 至少分配一台給其它優先權低的工作, 以避免餓死 (starvation) 的狀況發生。

第二種是基於優先權比例的分配政策(propotion-based policy)。當每次 Decision Maker 要做決定時，會先將所有工作的優先權作加總，接著將每個工作的優先權除以加總的值，算出各個工作的比例值。最後依照各個工作所占比例，來決定每個工作可以被分配到多少伺服器。舉例來講，假設資料中心內部有一百台伺服器要被分配給工作 A、B、C。這三個工作的優先權分別是 2、3、5。則根據比例分配的結果，工作 A 會被分配到二十台，而工作 B 跟 C 則分別可以使用三十及五十台。

第三種是基於截止時間的分配政策(deadline-based policy)。有很多計算取向的工作，例如資料分析、產生帳單，必須要在時限之內完成。也就是說，這類工作的優先權會隨著離截止時間越近而越來越高。對於這種有著不斷改變優先權的工作來說，前兩種分配方式可能不太適用。處理這類型工作比較適合的方式，是估計它們所需的執行時間，再調整使用到的伺服器數量，已達到時限要求。

其中一種估計執行時間的方法是，根據目前分配情況，量測這個工作的產出(throughput)。利用這個資訊配合上剩餘需要處理的工作量，便可以大約估計出還需要多少時間才能完成這個工作。舉例來講，工作 A 現在用五台伺服器，產出是每小時可以分析完 5GB 的資料，而剩下未分析過的資料量還有 60GB。計算之後可以知道距離工作結束大約還需要 12 個小時。如果所需時間超過了預期截止時間，則必須要增加處理工作的伺服器，來提高產出，縮短剩餘時間。

以上列出了三種可行的分配政策，但是實作上並不只限於這三種方式。根據工作特性的不同，可能會有其它更合適的分配政策。資料中心的管理者可以依照需求，自行加入其它自訂的分配政策到這個雲端資源管理系統裡。

三、預定進度甘梯圖(Gantt Chart)

月次 工作項目	第一 月	第二 月	第三 月	第四 月	第五 月	第六 月	第七 月	第八 月	第九 月	第十 月	第十一 月	第 (期 末) 月	備 註
相關研究及文獻探討						※							查核點 1
擁塞監控工具開發						※							查核點 1
擁塞解決方案開發						※						※	查核點 1 查核點 2
分配政策設計						※							查核點 1
資源管理系統實作												※	查核點 2
效能評估												※	查核點 2
檔案系統至記憶體儲存裝置的轉換介面實作												※	查核點 2
記憶體同步控制及存取機制設計與實作						※							查核點 1
記憶體配置與記憶體暫存之取代機制設計與實作												※	查核點 2
各項結果整合												※	查核點 2
工作進度估計百分比 (累計數)	10%	20%	28%	36%	44%	50%	60%	70%	80%	90%	95%	100%	
預定查核點	第一季：無查核點 第二季：查核點 1(402/103/422/3128)：預期成果之 1(1)、2(2)、3(1)項目、期中報告、論文二篇、專利構想一件								第三季：無查核點 第四季：查核點 2(103/57/3031)：可監控網路擁塞的方法與工具、高效能分散式共享記憶體、雲端資源管理系統雛型、期末報告				

說明：(1) 工作項目請視計畫性質及需要自行訂定。預定進度以粗線表示其起訖日期。
 (2) 請每季辦理委託案計畫 Review，由委託單位及受委託單位主持人共同主持。
 (3) 「工作進度百分比」欄係為配合管考作業所需，累積百分比請視工作性質就以上因素擇一估計訂定：(a)工作天數(b)經費之分配(c)工作量之分配(d)擬達成目標之具體數字。
 (4) 每季之「預定查核點」，請在條形圖上標明※號，並在「預定查核點」欄具體註明產出之研發成果要項。

四、預期成果：(請列述預期完成之工作項目、可交付本所之具體成果(包括：技術報告、電腦軟體、系統雛型、積體電路設計或其他)及具體成果衍生之智財權(包括：論文、專利、著作權等)，若分年進行，得分年列述。)

本計畫預期完成之預期成果包括下列內容：

1. 提供一可監控網路擁塞的方法與工具：
 - (1) 可偵測 TCP Incast 擁塞問題。
 - (2) 針對 TCP Incast 擁塞問題，提出可行之應用層解決方案或傳輸層解決方案並證明其效果。
2. 開發一高效能分散式共享記憶體：
 - (1) 存取介面與 FUSE (File System in User Space) 相容。
 - (2) 提供存取機制 (permission access control) 與記憶體同步控制機制 (concurrent control)。
 - (3) 考量應用程式需求及網路擁塞狀況，優化資料配置以縮短反應時間。
3. 開發一雲端資源管理系統雛型 (prototype)，能根據工作變化情況，動態分配每個工作使用的專用伺服器數量。
 - (1) 接受使用者指定以下三種動態分配政策 (policy)
 - A. 基於優先權順序的分配政策。
 - B. 基於優先權比例的分配政策。
 - C. 基於截止時間的分配政策。
 - (2) 根據工作變化情況，動態分配每個工作使用的伺服器數量，並透過系統效能評估數據，證明此動態分配方式可滿足使用者指定的動態分配政策。
4. 提出期中報告與期末報告。
 - (1) 期中報告，含查核點 1 之相關內容說明。
 - (2) 期末報告，含查核點 2 之相關內容說明。
5. 提出 EI 等級以上研討會論文二篇。
6. 提出一專利構想，並協助 TL 通過一專利申請案之內部審查。

上述 1-3 項，若研究院有獨立(不與其他人共用)的軟硬體及網路測試環境與開放必要的存取權限(如：調整 networking 參數)，則希望此成果能在研究院雲端環境中進行驗證。

五、重要有關文獻：(請依次填寫本計畫所參考之重要文獻—包括參考書名稱、作者、出版社、出版

日期、出版地點，或論文發表之作者、雜誌名稱、期別、日期與有關頁次等)

- [1] Flavio Lombardi, Roberto Di Pietro, *Secure virtualization for cloud computing*, Journal of Network and Computer Applications, Volume 34, Issue 4, July 2011, Pages 1113-1122.
- [2] Dillon, T., Chen Wu, Chang, E., *Cloud Computing: Issues and Challenges*, 2010 24th IEEE International Conference on Advanced Information Networking and Applications (AINA), Pages 27-33, 20-23 April 2010.
- [3] Bhuvan Urgaonkar, Prashant Shenoy, and Timothy Roscoe, *Resource overbooking and application profiling in shared hosting platforms*, In Proceedings of the 5th symposium on Operating systems design and implementation, Volume 36, Issue SI, Pages 239-254, 2002.
- [4] Dedicated hosting service. http://en.wikipedia.org/wiki/Dedicated_hosting_service
- [5] Bob Woolley, *A Framework for Developing and Evaluating Data Center Maintenance Programs*. http://www.apcmedia.com/salestools/VAVR-8S5KPY/VAVR-8S5KPY_R0_EN.pdf
- [6] Guofu Feng; Garg, S.; Buyya, R.; Wenzhong Li, *Revenue Maximization Using Adaptive Resource Provisioning in Cloud Computing Environments*, 2012 ACM/IEEE 13th International Conference on Grid Computing (GRID), Pages 192-200.
- [7] Hettiarachchi, P.M.; Fisher, N.; Ahmed, M.; Le Yi Wang; Shinan Wang; Weisong Shi; *The Design and Analysis of Thermal-Resilient Hard-Real-Time Systems*, 2012 IEEE 18th, Real-Time and Embedded Technology and Applications Symposium (RTAS), Pages 67-76.
- [8] Sridharan, M.; Callyam, P.; Venkataraman, A.; Berryman, A.; *Defragmentation of Resources in Virtual Desktop Clouds for Cost-Aware Utility-Optimal Allocation*, 2011 Fourth IEEE International Conference on Utility and Cloud Computing (UCC), Pages 253-260.
- [9] R. Buyya, A. Beloglazov, and J.H. Abawajy, *Energy-Efficient Management of Data Center Resources for Cloud Computing: A Vision, Architectural Elements, and Open Challenges*, In Proceedings of PDPTA, 2010, 6-20.
- [10] Anton Beloglazov, Jemal Abawajy, Rajkumar Buyya, *Energy-aware resource allocation heuristics for efficient management of data centers for Cloud computing*, Future Generation Computer Systems, Volume 28, Issue 5, May 2012, Pages 755-768.
- [11] Jeffrey S. Chase, Darrell C. Anderson, Prachi N. Thakar, Amin M. Vahdat, and Ronald P. Doyle., *Managing energy and server resources in hosting centers*, In Proceedings of the eighteenth ACM symposium on Operating systems principles (SOSP '01), Pages 103-116.
- [12] Anton Beloglazov and Rajkumar Buyya, *Energy Efficient Resource Management in Virtualized Cloud Data Centers*, In Proceedings of the 2010 10th IEEE/ACM International Conference on Cluster, Cloud and Grid Computing (CCGRID '10), Pages 826-831.
- [13] S. Kandula, S. Sengupta, A. Greenberg, P. Patel, R. Chaiken, "The Nature of Datacenter Traffic: Measurements & Analysis," In ACM SIGCOMM, pp. 202-208, 2009.
- [14] T. Benson, A. Akella and David A. Maltz, "Network Traffic Characteristics of Data Centers in the Wild," In ACM SIGCOMM conference on Internet measurement, pp. 267-280, 2010
- [15] T. Benson, A. Anand, A. Akella and M. Zhang, "Understanding Data Center Traffic Characteristics," In ACM workshop on Research on enterprise networking, pp. 65-72, 2009.
- [16] M. Al-Fares, A. Loukissas, and A. Vahdat, "A scalable, commodity data center network architecture," In Communications of the ACM, pp. 63-74, 2008.
- [17] C. Guo, G. Lu, D. Li, H. Wu, X. Zhang, Y. Shi, C. Tian, Y. Zhang, and S. Lu, "BCube: A high performance, server-centric network architecture for modular data centers," In ACM SIGCOMM, pp. 63-74, 2009.
- [18] M. Podlesny and C. Williamson, "An application-level solution to the tcp-incast problem in data center networks," In IEEE IWQoS, pp. 1-3, 2011.
- [19] Y. Chen, R. Griffith, J. Liu, R. H. Katz, and A. D. Joseph, "Understanding tcp incast throughput collapse in datacenter networks," pp. 73-82, In ACM Workshop, 2009.

- [20] V. Vasudevan, A. Phanishayee, H. Shah, E. Krevat, D. G. Andersen, G. R. Ganger, G. A. Gibson, and B. Mueller, "Safe and effective fine-grained tcp retransmissions for datacenter communication," In ACM SIGCOMM, pp. 303-314, 2009.
- [21] [9] Y. Zhang and N. Ansari, "On mitigating tcp incast in data center networks," in IEEE INFOCOM, pp. 51-55, 2011.

六. 人力

(一) 人力分配：【填寫說明：(1)職務欄請分別填寫「主持人」、「協同主持人」、「博士研究員」、「博士生助理」、「碩士研究員」、「碩士生助理」、「大學生助理」、「高中職助理」等，詳請參考「中華電信研究所委託研究計畫經費審核標準」(2)主持人、協同主持人請另附詳細學經歷、近五年著作及研究報告名稱。】				
職務	姓 名	職位	最高學歷	在本計畫中擔任之工作
主持人	劉邦鋒	教授	博士	監督進度、負責硬體資源分配子項目之執行。
協同主持人	逢愛君	教授	博士	負責資料中心內網路擁塞分析子項目之執行。
協同主持人	施吉昇	副教授	博士	負責資料交換加速子項目之執行。
協同主持人	林 風	教授	博士	
委託單位配置人力(對本院委託大學教授進行之研發合作工作，應列於研發計畫中並配置相關人力)				
姓 名	職位	最高學歷	工作月數	在本計畫中擔任之工作
施嘉峻	副研究員	碩士	3	計畫進度與內容管控
黃昭文	副研究員	博士	3	確認研發技術符合本院所需

(附註：請詳細填寫，如篇幅不足，請另紙繕附)

第 頁

(二) 主持人、協同主持人學經歷表 (每人填寫一份)

<input checked="" type="checkbox"/> 主持人 <input type="checkbox"/> 協同主持人 <input type="checkbox"/> 專任研究人員									
姓名： 劉邦鋒 性別： 男 籍貫： 出生年： 民國 52 年									
學 歷 (擇期重要者填寫) 科 技 專 長									
學 校 名 稱		學 位		起 訖 年 月		Parallel and distributed computing			
台灣大學		學士		1981-1985		Algorithm design and analysis			
Yale University		碩士		1988-1990					
Yale University		博士		1990-1994					
經歷(1)(務請詳細填寫，俾為有關權益審核之依據)(2)請按服務時間先後順序填繕，與現提計畫有關者尤請詳填)									
服務單位		職稱	專任 或 兼任	工作 性質	起訖 年月	曾 參 與 之 研 究 計 畫			
						計畫名稱	計畫內職務及工作	起迄年月	
現任	台灣大學	教授	專任	教學研究	2003-	(※請參考附表 A)			
曾任	DIMACS, Rutgers University	Post-doctoral fellow	專任	教學研究	1993-1995				
	中正大學	副教授	專任	教學研究	1996-2001				
計畫主持人最近二年主持政府委託研究計畫情形： (本欄請確實填寫)		年度	計畫名稱			執行金額		執行期限	
		2010~2011	大學雲：分散式雲端運算中介軟體—子計畫二：動態計算資源供應系統(99-2218-E-002-028-)			733,000		2010/8/1~2011/7/31	
		2010~2013	在多核虛擬平台上的動態二元碼翻譯及最佳化之改進—子計畫三：支援虛擬化之可重定目標的動態二元碼轉譯技術研究(99-2221-E-002-111-MY3)			2,055,000		2010/8/1~2013/7/31	
		2010~2011	教育部網路通訊人才培育先導型計畫整合課程教材開發計畫			2,494,000		2010/11/1~2011/10/31	
附送之近五年著作及研究報告名稱：									
(※請參考附表 B)									

主持人簽章：

填表日期： 年 月 日第 頁

附表 A

計 畫 名 稱	職務	經費(萬)	執行期間	委託單位	論文發表
1.雲端計算系統中 GPU 虛擬化	主持人	49.5 萬	2012/4/1~2012/11/30	工業技術研究院	執行中
2.雲端作業系統的虛擬計算機排程系統	主持人	49.5 萬	2011/4/1~2011/11/30	工業技術研究院	是
3.教育部網路通訊人才培育先導型計畫 整合課程教材開發計畫	主持人	249.4 萬	2010/11/1~2011/10/31	教 育 部	是
4. System Services for Mobile Platform	主持人	120 萬	2010/10/1~2012/9/30	聯 發 科 技	否
5. 在多核虛擬平台上的動態二元碼翻釋及最佳化之 改進－總計畫(99-2221-E-001-003-MY3)	共同 主持人	339.3 萬	2010/8/1~2013/7/31	行 政 院 國 家 科 學 委 員 會	是
6. 在多核虛擬平台上的動態二元碼翻釋及最佳化之 改進－子計畫三:支援虛擬化之可重定目標的動態 二元碼轉譯技術研究(99-2221-E-002-111-MY3)	主持人	205.5 萬	2010/8/1~2013/7/31	行 政 院 國 家 科 學 委 員 會	是
7. 大學雲：分散式雲端運算中介軟體－總計畫 (99-2218-E-007-013-)	共同 主持人	134.9 萬	2010/8/1~2011/7/31	行 政 院 國 家 科 學 委 員 會	是
8. 大學雲：分散式雲端運算中介軟體－子計畫二：動 態計算資源供應系統(99-2218-E-002-028-)	主持人	73.3 萬	2010/8/1~2011/7/31	行 政 院 國 家 科 學 委 員 會	是
9. 適用於格網計算之排程執行及資料配置環境 (97-2221-E-002-128-)	主持人	66.5 萬	2008/8/1~2009/7/31	行 政 院 國 家 科 學 委 員 會	是
10.分散式系統中為提升資料存取效率的複製策略 (3/3)(96-2221-E-002-025-)	主持人	65.3 萬	2007/8/1~2008/7/31	行 政 院 國 家 科 學 委 員 會	是
11.台灣大學邁頂計畫中資電中心拔尖 計畫分項三：系統晶片(SOC)技術研	分項協同 主持人	800 萬	2006/8/1~2010/7/31	教 育 部	

附表 B、發表之國際期刊論文(近五年)

- [1] Bo-Nian Chen, Pangfeng Liu, Shun-chin Hsu, and Tsan-sheng Hsu (2012, Oct). Aggregating consistent endgame knowledge in Chinese Chess. *Knowledgebased Systems*, vol 34, pp. 26-33.
- [2] Hsiangkai Wang, Shu-Fan Shih, Pangfeng Liu, and Jan-Jan Wu (2012, Mar). QoS-Aware Replica Placement for Grid Computing. *Concurrency and Computation: Practice and Experience*, vol. 24(3), pp. 193-213. (SCI).
- [3] Yu-Kai Huang, Ai-Chun Pang, Pi-Cheng Hsiu, Weihua Zhuang, and Pangfeng Liu (2012, Mar). Distributed Throughput Optimization for ZigBee Cluster-Tree Networks. *IEEE Transactions on Parallel and Distributed Systems*, vol. 23, no. 3, pp. 513-520. (SCI).
- [4] Ding-Yong Hong, Jan-Jan Wu, Pen-Chung Yew, Wei-Chung Hsu, Chun-Chen Hsu, Pangfeng Liu, Chien-Min Wang, Yeh-Ching Chung (2012). Efficient and Retargetable Dynamic Binary Translation for Virtualization on Multicores. *IEEE Transactions on Parallel and Distributed Systems*. (Accepted).
- [5] Jan-Jan Wu, Hung-Jui Chang, Yufan Ho, and Pangfeng Liu (2012). Scheduling of variable-time jobs for distributed systems with heterogeneous processor cardinality. *International Journal of Ad Hoc and Ubiquitous Computing*, vol. 10(2), pp. 112-121.
- [6] Jan-Jan Wu, Shu-Fan Shih, Pangfeng Liu, Yi-Min Chung (2011, Jan). Optimizing Server Placement in Distributed Systems in the Presence of Competition. *Journal of Parallel and Distributed Computing*, vol. 71(1), pp. 62-76. (SCI).
- [7] Jan-Jan Wu, En-Jan Chou, and Pangfeng Liu* (2009, Jul). Computation and Communication Schedule Optimization for Data-Sharing Tasks on UniProcessor. *Journal of Systems Architecture*, Volume 55, Issues 7-9, pp. 363-372. (SCI).
- [8] Pangfeng Liu, May-Chen Kuo, and Da-Wei Wang, (2009, Mar). An Approximation Algorithm and Dynamic Programming for Reduction in Heterogeneous Environments. *Algorithmica*, vol. 53(3), pp. 425-453. (SCI).
- [9] Jan-Jan Wu, Yi-Fang Lin, and Pangfeng Liu (2008, Dec). Optimal Replica Placement in Hierarchical Data Grids with Locality Assurance. *Journal of Parallel and Distributed Computing*, vol. 68(12), pp. 1517-1538. (SCI).
- [10] Jie-Wen Zheng, Jan-Jan Wu, and Pangfeng Liu (2008, Jul). QoS-Aware, Access Efficient and Storage-Efficient Replica Placement in Grid Environments. *Journal of Supercomputing*, Volume 49, Number 1, pp42-63. (SCI).
- [11] Li-Yung Ho, Pangfeng Liu, Chien-Min Wang, and Jan-Jan Wu (2008, May). The Development of a Drug Discovery Virtual Screening Application on Taiwan Unigrid. *Lecture Notes in Computer Science*, Volume 5036/2008, pp 38-47.

<input type="checkbox"/> 主持人										<input checked="" type="checkbox"/> 協同主持人										<input type="checkbox"/> 專任研究人員																			
姓名： 逢愛君										姓別： 女										籍貫： 新竹										出生年： 民國 62 年									
學 歷										(擇期重要者填寫)										科 技 專 長																			
學 校 名 稱					學 位					起 訖 年 月					Wireless Internet																								
國立交通大學					學士					1992/09 至 1996/06					Design and Analysis of PCS Networks																								
國立交通大學					碩士					1996/09 至 1998/06					Mobile Computing and Performance Modeling																								
國立交通大學					博士					1998/09 至 2002/06					Voice over IP (VoIP) networks																								
經歷(1)(務請詳細填寫，俾為有關權益審核之依據)(2)請按服務時間先後順序填繕，與現提計畫有關者尤請詳填)																																							
服務單位					職稱					專任或兼任					工作性質					起訖年月					曾 參 與 之 研 究 計 畫														
																									計畫名稱					計畫內職務及工作					起迄年月				
現任		台灣大學			教授			專任						99/08~			(※請參考附表 A)																						
		曾任		台灣大學			助理教授			專任						91/08~94/07																							
				台灣大學			副教授			專任						94/08~99/07																							
計畫主持人最近二年主持政府委託研究計畫情形： (本欄請確實填寫)					年度		計畫名稱										執行金額					執行期限																	
					101~103		利用人類移動規律性之無線充電感測網路節點佈建與路由機制 (NSC 101-2221-E-002-018-MY2)										1,740,000					101 年 8 月起至 103 年 7 月止																	
					101~102		次世代行動系統具節能考量之無線電資源配置(I) (NSC 101-2221-E-002-052)										547,000					101 年 8 月起至 102 年 7 月止																	
					99~101		第四代無線中繼系統之分層式視訊群播服務 (NSC 100-2628-E-002-014-)										1,162,000					99 年 8 月起至 101 年 7 月止																	
					98~101		ZigBee 網路高效能省電機制之研究 (NSC 98-2221-E-002-200-MY3)										2,190,000					98 年 8 月起至 101 年 7 月止																	
附送之近五年著作及研究報告名稱：																																							
(※請參考附表 B)																																							

主持人簽章：

填表日期： 年 月 日第 頁

附表 A

計 畫 名 稱	職務	經費(萬)	執行期間	委託單位	論文發表
利用人類移動規律性之無線充電感測網路節點佈建與路由機制	主持人	174.0	101/08~103/07	行政院國家科學委員會	執行中
次世代行動系統具節能考量之無線電資源配置(I)	主持人	54.7	101/08~102/07	行政院國家科學委員會	執行中
第四代無線中繼系統之分層式視訊群播服務	主持人	116.2	99/08~101/07	行政院國家科學委員會	是
ZigBee 網路高效能省電機制之研究	主持人	219.0	98/08~101/07	行政院國家科學委員會	是
IEEE 802.16j 無線中繼網路之資源管理	主持人	188.1	97/08~99/07	行政院國家科學委員會	是
省電與性能最佳化技術:從應用面至系統面之探討-子計畫五:行動 WiMAX 系統之多媒體應用	主持人	180.5	95/08~98/07	行政院國家科學委員會	是
數位家庭:網路、平台與應用-子計畫三:異質無線家庭網路之即時應用(3/3)	主持人	73.1	96/08~97/07	行政院國家科學委員會	是
數位家庭:網路、平台與應用-子計畫三:異質無線家庭網路之即時應用(2/3)	主持人	73.1	95/08~96/07	行政院國家科學委員會	是
數位家庭:網路、平台與應用-子計畫三:異質無線家庭網路之即時應用(1/3)	主持人	71.7	94/08~95/07	行政院國家科學委員會	是
UMTS All-IP 網路之多媒體訊息群播(2/2)	主持人	51.2	94/08~95/07	行政院國家科學委員會	是
UMTS All-IP 網路之即時伺服無線網路控制器重置(2/2)	主持人	74.5	93/08~94/07	行政院國家科學委員會	是
UMTS All-IP 網路之多媒體訊息群播(1/2)	主持人	44.2	93/08~94/07	行政院國家科學委員會	是
UMTS All-IP 網路之即時伺服無線網路控制器重置(1/2)	主持人	74.2	92/08~93/07	行政院國家科學委員會	是
網際網路信令效能分析	主持人	59.3	92/01~92/12	工研院	是
虛擬家網路環境:即時行動交談-子計畫二:即時應用之行動管理(I)	主持人	37.8	92/08~93/07	行政院國家科學委員會	是
UMTS 和 2000 行動管理之研究	主持人	35.6	91/08~92/07	行政院國家科學委員會	是

附表 B、發表之國際期刊論文(*為論文之通訊作者)

1. Kuo, C.-F., Tseng, H.-W., and Pang, A.-C., "A Fragment-Based Retransmission Scheme with QoS Considerations for Wireless Networks," to appear in *Wireless Communications and Mobile Computing*.
2. Yu, Y.-J., Hsiu, P.-C., and Pang, A.-C., "Energy-Efficient Video Multicast in 4G Wireless Systems," *IEEE Transactions on Mobile Computing*, 11(10): 1508-1522, 2012, NSC99-2628-E-002-002, NSC100-2628-E-002-014.
3. Huang, Y.-K., Pang, A.-C., Hsiu, P.-C., Zhuang, W., and Liu, P., "Distributed Throughput Optimization for Zigbee Cluster-Tree Networks," *IEEE Transactions on Parallel and Distributed Systems*, 23(3): 513-520, 2012, NSC98-2221-E-002-200-MY3.
4. Lu, Y.-F., Kuo, C.-F., and Pang, A.-C., "A Novel Key Management Scheme for Wireless Embedded Systems," *ACM SIGAPP Applied Computing Review*, 12(1): 50-59, 2012, NSC98-2221-E-002-200-MY3.
5. Hu, S.-C., Huang, T.-H., Pang, A.-C., and Chen, W.-H., "Fully Localized Energy-efficient Multicast in Large-Scale Wireless Ad Hoc Networks," *International Journal of Ad Hoc and Ubiquitous Computing*, 7(2): 100-111, 2011, NSC98-2221-E-002-200-MY3.
6. Tseng, H.-W., Yang, S.-C., Yeh, P.-C., and Pang, A.-C., "A Cross-Layer Scheme for Solving Hidden Device Problem in IEEE 802.15.4 Wireless Sensor Networks," *IEEE Sensors Journal*, 11(2): 493-504, 2011, NSC98-2221-E-002-200-MY3.
7. Hong, C.-Y., Pang, A.-C., and Hsiu, P.-C., "Approximation Algorithms for a Link Scheduling Problem in Wireless Relay Networks with QoS Guarantee," *IEEE Transactions on Mobile Computing*, 9(12): 1732 - 1748, 2010, NSC97-2221-E-002-088-MY2.
8. Huang, Y.-K., Pang, A.-C., and Hung, H.-N., "A Comprehensive Analysis of Low-Power Operation for Beacon-enabled IEEE 802.15.4 Wireless Networks," *IEEE Transactions on Wireless Communications*, 8(11): 5601-5611, 2009, NSC95-2221-E-002-096-MY3, NSC96-2219-E-002-004.
9. Tseng, H.-W., Pang, A.-C., Chen, J., and Kuo, C.-F., "An Adaptive Contention Control Strategy for IEEE 802.15.4-based Wireless Sensor Networks," *IEEE Transactions on Vehicular Technology*, 58(9): 5164-5173, 2009, NSC95-2221-E-002-096-MY3.
10. Hong, C.-Y., and Pang, A.-C., "3-Approximation Algorithm for Joint Routing and Link Scheduling in Wireless Relay Networks," *IEEE Transactions on Wireless Communications*, 8(2):856-861, 2009, NSC95-2221-E-002-096-MY3, NSC96-2219-E-002-004.
11. Huang, C.-Y., Kuo, T.-W., and Pang, A.-C., "QoS for Storage Subsystems Using IEEE-1394," *ACM Transactions on Storage*, 4(4), 2009, NSC96-2219-E-002-004.
12. Kuo, C.-F., Pang, A.-C., and Chan, S.-K., "Dynamic Routing with Security Considerations," *IEEE Transactions on Parallel and Distributed Systems*, 20(1):48-58, 2009, NSC95-2221-E-002-096-MY3, NSC96-2219-E-002-004.
13. Huang, Y.-K., Pang, A.-C., and Hung, H.-N., "An Adaptive GTS Allocation Scheme for IEEE 802.15.4," *IEEE Transactions on Parallel and Distributed Systems*, 19(5): 641-651, 2008, NSC95-2221-E-002-096-MY3, NSC96-2219-E-002-004.
14. Lin, J.-R., Pang, A.-C., and Wang, Y.-C., "iPTT: Peer-to-Peer Push-to-Talk for VoIP," *Wireless Communications and Mobile Computing*, 8(10): 1331-1343, 2008, NSC95-2221-E-002-096-MY3, NSC96-2219-E-002-004.

15. Tseng, H.-W., Pang, A.-C., Kuo, C.-F., and Sheu, S.-T., "Efficient and Fast Retransmission for Wireless Networks," *Computer Communications*, 29:2964-2974, 2006, NSC94-2219-E-002-019, NSC95-2219-E-002-016.
16. Chen, W.-E., Lin, Y.-B., and Pang, A.-C., "An IPv4-IPv6 Translation Mechanism for SIP Overlay Network in UMTS All-IP Environment," *IEEE Journal on Selected Areas in Communications*, 23(11): 2152-2160, 2005.
17. Chen, J., Pang, A.-C., Sheu, S.-T., and Tseng, H.-W., "High Performance Wireless Switch Protocol for IEEE 802.11 Wireless Networks," *ACM Mobile Networks and Applications*, 10(5), pp. 741-751, 2005.
18. Tsai, H.-M., Pang, A.-C., Lin, Y.-C., and Lin, Y.-B., "Repacking on Demand for Hierarchical Cellular Networks," *ACM Wireless Networks*, 11: 719-728, 2005.
19. Lin, Y.-B., Pang, A.-C., and Hao, Herman C.-H., "Impact of Mobility on Mobile Telecommunications Networks," *Wireless Communications and Mobile Computing*, 5: 713-732, 2005.
20. Tsai, H.-M., Pang, A.-C., Lin, Y.-C., and Lin, Y.-B., "Repacking on Demand for Speed-Sensitive Channel Assignment," *Computer Networks*, 47: 129-146, 2005.
21. Pang, A.-C., and Chen, Y.-K., "A Multicast Mechanism for Mobile Multimedia Messaging Service," *IEEE Transactions on Vehicular Technology*, 53(6):1891-1902, 2004, NSC-93-2213-E-002-093.
22. Pang, A.-C., Chen, J.-C., Chen, Y.-K., and Agrawal, P., "Mobility and Session Management: UMTS vs. cdma2000," *IEEE Wireless Communications*, 1(4):30-44, 2004, NSC-91-2213-E-002-130, NSC-92-2213-E-002-049, NSC-92-2213-E-002-092.
23. Pang, A.-C., Lin, Y.-B., Tsai, H.-M., and Agrawal, P., "Serving Radio Network Controller Relocation for UMTS All-IP Network," *IEEE Journal on Selected Areas in Communications*, 22(4): 617-629, 2004, NSC-92-2213-E-002-049.
24. Pang, A.-C., and Lin, Y.-B., "VoIP Services for Mobile Networks, "Upgrade, the European Journal for the Informatics Professional," 5(1):8-11, February, 2004. Italian version, by Tecnoteca/ALSI: Servizi VoIP per Reti Mobili.
25. Chang, M.-F., Lin, Y.-B., and Pang, A.-C., "vGPRS: A Mechanism for Voice over GPRS," *ACM Wireless Networks*, 9(1): 157-164, 2003.
26. Lin, Y.-B., Huang, Y.-R., Pang, A.-C., and Chlamtac, Imrich, "All-IP Approach for Third Generation Mobile Networks," *IEEE Network*, 16(5): 8-19, 2002.
27. Pang, A.-C., Lin, Y.-B., and Chang, M.-F., "GSM-IP: A VoIP Service for Mobile Network," *Wireless Communications and Mobile Computing*, 1(3):283-298, 2001.
28. Pang, A.-C., Lin, Y.-B., and Fang, Y., "Implicit Deregistration with Forced Registration for PCS Mobility Management," *ACM Wireless Networks*, 7(1):99-104, 2001.
29. Lin, Y.-B., and Pang, A.-C., "Comparing Soft and Hard Handoffs," *IEEE Transactions on Vehicular Technology*, 49(3):792-798, 2000.
30. Pang, A.-C., Lin, P., and Lin, Y.-B., "Modeling Mis-routing Calls Due to User Mobility in Wireless VoIP," *IEEE Communications Letters*, 4(12): 394-397, 2000.

<input type="checkbox"/> 主持人		<input checked="" type="checkbox"/> 協同主持人		<input type="checkbox"/> 專任研究人員			
姓名：施吉昇		性別：男		籍貫：台灣彰化 出生年：1970 年			
學 歷		(擇期重要者填寫)		科 技 專 長			
學 校 名 稱	學 位	起 訖 年 月					
國立成功大學	學士	1989/9~1992/6	電子工程系				
國立成功大學	碩士	1993/9~1995/6	資訊工程研究所				
伊利諾大學香檳校區	博士	1998/9~2003/10	電腦科學系				
經歷(1)(務請詳細填寫，俾為有關權益審核之依據)(2)請按服務時間先後順序填繕，與現提計畫有關者尤請詳填)							
服務單位		職稱	專任 或 兼任	工作 性質	起訖 年月	曾 參 與 之 研 究 計 畫	
						計畫名稱	計畫內職務及工作
現任	台灣大學	副教授	專任	教學與研究	2008/8/1~ (迄今)	(※請參考附表A)	
曾任	台灣大學 網路與多 媒體研究 所	助理教授	專任	教學與研究	2004/8/1~ 2008/7/31		
	國立台灣 大學資訊 工程系	助理教授	專任	教學與研究	2004/2/1~ 2004/7/31		
計畫主持人最近 二年主持政府委 託研究計畫情 形： (本欄請確實 填寫)		年度	計畫名稱		執行金額 (萬元)	執行期限	
		2012	應用於睡眠呼吸中止症候群之高效 能即時微檢測系統(1/3)(NSC 101-2218-E-002 -009)		439	2012.08 ~ 2013.07	
		2012	Android 平台最佳化技術研究之建置 計畫(III)(101-2219-E-002-002-)		656	2012.01 ~ 2012.12	
		2012	Wu-Kong: A Self-Configurable WSN Management Middleware(2 of 3)		474	2011.12 ~ 2012.11	
		2011	安全無縫之虛擬化行動雲端運算— 子計畫三：支援 OpenCL 之虛擬雲端 多核心行動平台架構之研究 (I)(100-2219-E-002-029-)		79	2011.05 ~ 2012.04	
		2011	安全無縫之虛擬化行動雲端運算— 總計畫：安全無縫之虛擬化行動雲端 運算(I)(100-2219-E-002-027-)		161	2011.05 ~ 2012.04	
		2011	Wu-Kong: A Self-Configurable WSN Management Middleware(1 of 3)		201	2011.08 ~ 2011.11	
附送之近五年著作及研究報告名稱：							
(※請參考附表 B)							

主持人簽章：

填表日期： 年 月 日第 頁

附表 A

計 畫 名 稱	主持或協同	研究經費 (萬元)	執行期間	委託單位	論文是否發表
應用於睡眠呼吸中止症候群之高效能即時微檢測系統 (1/3)(NSC 101-2218-E-002 -009)	共同主持人	439	2012.08 ~ 2013.07	國家科學委員會	是
Android 平台最佳化技術研究之建置計畫 (III)(101-2219-E-002-002-)	主持人	656	2012.01 ~ 2012.12	國家科學委員會	是
Wu-Kong: A Self-Configurable WSN Management Middleware(2 of 3)	共同主持人	474	2011.12 ~ 2012.11	台大創新研發中心	是
安全無縫之虛擬化行動雲端運算—子計畫三：支援 OpenCL 之 虛擬雲端多核心行動平台架構之研究(I)(100-2219-E-002-029-)	主持人	79	2011.05 ~ 2012.04	國家科學委員會	是
安全無縫之虛擬化行動雲端運算—總計畫：安全無縫之虛擬化 行動雲端運算(I)(100-2219-E-002-027-)	共同主持人	161	2011.05 ~ 2012.04	國家科學委員會	是
Wu-Kong: A Self-Configurable WSN Management Middleware(1 of 3)	共同主持人	201	2011.08 ~ 2011.11	台大創新研發中心	是
Android 平台最佳化技術研究之建置計畫 (II)(99-2219-E-002-029-)	共同主持人	689	2010.11 ~ 2011.10	國家科學委員會	是
在多核平台上之多核虛擬環境研發—子計畫二:異質多核心平 台之虛擬化技術研究(2 of 2)(99-2220-E-002-025-)	主持人	78	2010.08 ~ 2011.07	國家科學委員會	是
在多核平台上之多核虛擬環境研發—總計畫(2 of 2)(99-2220-E-001-001-)	共同主持人	171	2010.08 ~ 2011.07	國家科學委員會	是
Android 平台最佳化技術研究之建置計畫 (I)(98-2219-E-002-021-)	共同主持人	603	2009.10 ~ 2010.12	國家科學委員會	是
在多核平台上之多核虛擬環境研發—子計畫二:異質多核心平 台之虛擬化技術研究(1 of 2)(98-2220-E-002-019-)	主持人	83	2009.08 ~ 2010.07	國家科學委員會	是
在多核平台上之多核虛擬環境研發—總計畫(1 of 2)(98-2220-E-001-001-)	共同主持人	193	2009.08 ~ 2010.07	國家科學委員會	是
「全國性學術團體辦理學術推廣業務計畫- Journal of Information Science and Engineering(JISE)學術期刊出版與管理」(97-2218-E-545-001-)	主持人	78	2008.01 ~ 2008.12	國家科學委員會	是
數位家庭:網路、平台與應用—子計畫四：數位家庭閒道資源 管理(3 of3)(96-2219-E-002-005-)	主持人	78	2007.08 ~ 2008.10	國家科學委員會	是
數位家庭:網路、平台與應用—總計畫(3 of 3)(96-2219-E-002-001-)	共同主持人	194	2007.08 ~ 2008.12	國家科學委員會	是

多媒體生活環境的數位內容科學－子計畫四：可調整結構的多媒體 SOC(4.4)(96-2752-E-002-008-PAE)	共同主持人	817	2007.04 ~ 2008.09	國家科學委員會	是
---	-------	-----	-------------------------	---------	---

附表 B、發表之國際期刊論文(*為論文之通訊作者)

Journal Publication:

1. Y. Y.-H. Lee, J.-J. Chen, and C.-S. Shih, "Energy-Efficient Considerations on a Variable-Bitrate PCI-Express Device," *Journal of Signal Processing Systems*, vol. 59, no. 1, pp. 57–69, 2008, issn: 19398018. doi: 10.1007/s11265-008-0280-9. [SCI]
2. P.-H. Tsai, J. W. S. Liu, and C.-S. Shih, "Algorithms for Scheduling Interactive Medications," *Foundations of Computing and Decision Science*, vol. 34, no. 4, pp. 307–331, 2009. [EI]
3. Y.-S. Chen, C.-S. Shih, and T.-W. Kuo, "Processing element allocation and dynamic scheduling codesign for multi-function SoCs," *Real-Time Systems*, vol. 44, no. 1-3, pp. 72–104, 2010. doi: 10.1007/s11241-009-9090-9. [SCI]
4. T.-S. Chou, Y. Huang, Y. Wang, W.-C. Chen, C.-S. Shih, and J. Liu, "EMWF: a middleware for flexible automation and assistive devices," in *Software Technologies for Embedded and Ubiquitous Systems*, ser. Lecture Notes in Computer Science, S. Min, R. Petit, P. Puschner, and T. Ungerer, Eds., vol. 6399, Springer Berlin Heidelberg, 2011, pp. 191–203, isbn: 978-3-642-16255-8. doi: 10.1007/978-3-642-16256-5_19. [EI]
5. P.-H. Tsai, T.-Y. Chen, C.-R. Yu, C.-S. Shih, and J. W. S. Liu, "Smart Medication Dispenser: Design, Architecture and Implementation," English, *IEEE Systems Journal*, vol. 5, no. 1, pp. 99–110, Mar. 2011, issn: 1932-8184. doi: 10.1109/JSYST.2010.2070970. [SCI]
6. P.-H. Tsai, C.-S. Shih, and J.-S. Liu, "Mobile reminder for flexible and safe medication schedule for home users," in *Human-Computer Interaction. Towards Mobile and Intelligent Interaction Environments*, ser. Lecture Notes in Computer Science, J. Jacko, Ed., vol. 6763, Springer Berlin Heidelberg, 2011, pp. 107–116, isbn: 978-3-642-21615-2. doi: 10.1007/978-3-642-21616-9_13. [EI]
7. T.-Y. Chen, Y.-C. Huang, T.-S. Chou, C.-S. Shih, and J. Liu, "Model-based development of user-centric automation and assistive devices/systems," *Systems Journal, IEEE*, vol. 6, no. 3, pp. 388–400, Sep. 2012, issn: 1932-8184. doi: 10.1109/JSYST.2011.2171270. [SCI]
8. S.-H. Hung, C.-S. Shih, J.-P. Shieh, C.-P. Lee, and Y.-H. Huang, "Executing mobile applications on the cloud: framework and issues," *Computers and Mathematics with Applications*, vol. 63, no. 2, pp. 573–587, 2012, issn: 0898-1221. doi: 10.1016/j.camwa.2011.10.044. [SCI]
9. J. Liu, C.-S. Shih, and E. Chu, "Cyber-physical elements of disaster prepared smart environment," *IEEE Computer Magazine*, Feb. 2013. [SCI]

Peer-Reviewed Conference Publications:

10. W.-H. Chang, C.-S. Shih, and J. Liu, "Component interface design for flexible user-centric automation and assistive devices," English, in *2008 IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics*, IEEE, Oct. 2008, pp. 2276–2284, isbn: 978-1-4244-2383-5. doi: 10.1109/ICSMC.2008.4811632.
11. T. Y. Chen, P.-H. Tsai, T. S. Chou, C.-S. Shih, T.-W. Kuo, J. W. S. Liu, and A. Thamizhmani, "Component Model and Architecture of Smart Devices for Elderly," in *Seventh Working IEEE IFIP Conference on Software Architecture WICSA 2008*, Ieee, 2008, pp. 51–60, isbn: 9780769530925. doi: 10.1109/WICSA.2008.11.
12. T. Chou, S. Chang, Y. Lu, Y. Wang, M. Ouyang, C. Shih, T. Kuo, J. S. Hu, and J. Liu, "EMWF for Flexible Automation and Assistive Devices," English, in *2009 15th IEEE Real-Time and Embedded Technology and Applications Symposium*, IEEE, Apr. 2009, pp. 243–252, isbn: 978-0-7695-3636-1. doi: 10.1109/RTAS.2009.21.
13. Y.-H. Lin, C. Tu, C.-S. Shih, and S.-H. Hung, "Zero-buffer inter-core process communication protocol for heterogeneous multi-core platforms," in *Embedded and Real-Time Computing Systems and Applications, 2009. RTCSA '09. 15th IEEE International Conference on*, Aug. 2009, pp. 69–78. doi: 10.1109/RTCSA.2009.14.
14. P. H. Tsai, Y. T. Chuang, T. S. Chou, J. W. S. Liu, and C. S. Shih, "iNuC: An Intelligent Mobile Nursing Cart," English, in *2009 2nd International Conference on Biomedical Engineering and Informatics*, IEEE, 2009, pp. 1–6, isbn: 978-1-4244-4132-7. doi: 10.1109/BMEI.2009.5305225.
15. H.-S. Chang, Y.-S. Liao, Y.-H. Huang, C.-K. Hung, C.-S. Shih, and P. Lin, "Seamless on-line service upgrade for transaction-based internet services," in *Parallel and Distributed Processing with Applications (ISPA), 2010 International Symposium on*, Sep. 2010, pp. 319–326. doi: 10.1109/ISPA.2010.85.
16. Y.-C. Lin, C.-Y. Yang, C.-W. Chang, Y.-H. Chang, T.-W. Kuo, and C.-S. Shih, "Energy-Efficient Mapping Technique for Virtual Cores," in *2010 22nd Euromicro Conference on RealTime Systems*, IEEE, 2010, pp. 66–75, isbn: 9781424475469. doi: 10.1109/ECRTS.2010.22.
17. P. H. Tsai, C. Y. Yu, M. Y. Wang, J. K. Zao, H. C. Yeh, C. S. Shih, and J. W. S. Liu, "iMAT: Intelligent medication administration tools," English, in *The 12th IEEE International Conference on e-Health Networking, Applications and Services*, IEEE, Jul. 2010, pp. 308–315, isbn: 978-1-4244-6374-9. doi: 10.1109/HEALTH.2010.5556551.
18. L.-J. Chen, C.-W. Li, Y.-T. Huang, and C.-S. Shih, "A rapid method for detecting geographically disconnected areas after disasters," in *2011 IEEE International Conference on Technologies for Homeland Security (HST)*, IEEE, Nov. 2011, pp. 501–506, isbn: 978-1-4577-1376-7. doi: 10.1109/THS.2011.6107919.
19. Y.-S. Chiu, C.-S. Shih, and S.-H. Hung, "Pipeline Schedule Synthesis for Real-Time Streaming Tasks with Inter/Intra-instance Precedence," in *Conference for Design, Automation, and Test in Europe (DATE)*, 2011, pp. 1–6.

20. K.-C. Chuang, C.-S. Shih, and S.-H. Hung, "User behavior augmented software testing for user-centered GUI," in *Proceedings of the 2011 ACM Symposium on Research in Applied Computation*, ser. RACS '11, Miami, Florida: ACM, 2011, pp. 200–208, isbn: 978-1-4503-1087-1. doi: 10.1145/2103380.2103421. .
21. S.-H. Hung, P.-H. Chiu, and C.-S. Shih, "Building a Scalable and Portable Message-Passing Library for Embedded Multicore Systems," in *Proceedings of the 2011 ACM Symposium on Research in Applied Computation*, ser. RACS '11, Miami, Florida: ACM, 2011, isbn: 978-1-4503-1087-1. doi: 10.1145/2103380.2103421. .
22. S.-H. Hung, C.-S. Shih, J.-P. Shieh, C.-P. Lee, and Y.-H. Huang, "An online migration environment for executing mobile applications on the cloud," in *Innovative Mobile and Internet Services in Ubiquitous Computing (IMIS), 2011 Fifth International Conference on*, 30 2011-july 2 2011, pp. 20–27. doi: 10.1109/IMIS.2011.77.
23. N. Reijers, Y.-C. Wang, C.-S. Shih, J. Y. Hsu, and K.-J. Lin, "Building intelligent middleware for large scale CPS systems," in *2011 IEEE International Conference on Service-Oriented Computing and Applications (SOCA)*, IEEE, Dec. 2011, pp. 1–4, isbn: 978-1-4673-0319-4. doi: 10.1109/SOCA.2011.6166238.
24. S.-H. Hung, T.-W. Kuo, C.-S. Shih, and C.-H. Tu, "System-wide profiling and optimization with virtual machines," English, in *17th Asia and South Pacific Design Automation Conference*, IEEE, Jan. 2012, pp. 395–400, isbn: 978-1-4673-0772-7. doi: 10.1109/ASPDAC.2012.6164980.
25. S.-H. Hung, C.-S. Shih, T.-W. Kuo, C.-H. Tu, and C.-W. Chang, "A real-time, energy-efficient system software suite for heterogeneous multicore platforms," in *Proceedings of the eighth IEEE/ACM/IFIP international conference on Hardware/software codesign and system synthesis*, ser. CODES+ISSS '12, ACM, 2012, pp. 23–32. doi: 10.1145/2380445.2380456.
26. C.-S. Shih, L.-J. Chen, K. C.-J. Lin, and W.-H. Chung, "Open Information Gateway for Disaster Management," in *IEEE ICC2012 Workshop on Re-think ICT infrastructure designs and operations*, 2012.
27. C.-S. Shih, J.-W. Wei, S.-H. Hung, N. Chang, and J. Chen, "A VM-aware Fairness Scheduler on Heterogonous Multi-Core Platforms," in *The 2012 Research in Applied Computation Symposium (RACS 2012)*, 2012, pp. 409–418.
28. N. Reijers, K.-J. Lin, Y.-C. Wang, C.-S. Shih, and J. Y. Hsu, "Design of an Intelligent Middleware for Flexible Sensor Configuration in M2M Systems," in *the 2nd International Conference on Sensor Networks (SENSORNETS 2013)*, IEEE, Dec. 2013, pp. 1–6.
29. C.-S. Shih, Y.-K. Chen, and N. Chang, "Virtual cloud core: openc1 workload sharing framework for connected devices," in *IEEE MobileCloud 2013*, Mar. 2013.
30. C.-S. Shih and H.-Y. Lai, " μ Kernel: MicroKernel for multi-core DSP SoCs with load sharing and priority interrupts," in *The 28th Symposium On Applied Computing (SAC 2013)*, 2013.

<input type="checkbox"/> 主持人		<input checked="" type="checkbox"/> 協同主持人		<input type="checkbox"/> 專任研究人員			
姓名：林風		姓別：男		籍貫：台南縣			
				出生年：民國 62 年			
學 歷		(擇期重要者填寫)		科 技 專 長			
學 校 名 稱	學 位	起 訖 年 月	1. Design and Analysis of PCS Networks				
國立交通大學	資訊工程學士	81/09 ~ 85/08	2. Wireless Internet				
國立交通大學	資訊工程碩士	85/09 ~ 86/08	3. Mobile Computing				
國立交通大學	資訊工程博士	86/09 ~ 90/01	4. PCS Radio Resource Allocation				
經歷(1)(務請詳細填寫，俾為有關權益審核之依據)(2)請按服務時間先後順序填繕，與現提計畫有關者尤請詳填)							
服務單位		職稱	專任或兼任	工作性質	起訖年月	曾 參 與 之 研 究 計 畫	
						計畫名稱	計畫內職務及工作
現任	台灣大學	教授	專任		97/08~	(※請參考附表 A)	
曾任	台灣大學	助理教授	專任		90/08~93/07		
	台灣大學	副教授	專任		93/08~97/07		
計畫主持人最近二年主持政府委託研究計畫情形： (本欄請確實填寫)		年度	計畫名稱		執行金額	執行期限	
		98~100	“WiMAX 網路 MBS 之研究：MAC，Networking，以及其應用” (NSC 98-2221-E-002-071-MY2)		1,795,000	98 年 8 月起至 100 年 7 月止	
		98~99	“第四代合作式網路移動管理之研究”， (NSC 98-2221-E-002-069)		999,000	98 年 8 月起至 99 年 7 月止	
		95~98	UMTS 多媒體廣播群播服務之研究 (NSC95-2221-E-002-091-MY3)		2,826,000	95 年 8 月起至 98 年 7 月止	
		97~98	TWAREN GigaPOP 維運委辦計畫		820,000	97 年 8 月起至 98 年 7 月止	
		96~98	無線網狀網路無線電資源與具安全性之使用者行動管理之研究 (NSC96-2628-E-002-002-MY2)		1,232,000	96 年 8 月起至 98 年 7 月止	
		96~97	延攬客座科技人才:UMTS 多媒體廣播群播服務之研究 (NSC-096-2811-E-002-010-)		1,330,000	96 年 8 月起至 97 年 7 月止	
附送之近五年著作及研究報告名稱：							
(※請參考附表 B)							

主持人簽章：

填表日期： 年 月 日第 頁

附表 A

計 畫 名 稱	職務	經費(萬)	執行期間	委託單位	論文發表
1. 3GPP LTE 無線通訊系統關鍵技術開發(II)	共同主持	842.6	2010/01~2010/12	行政院國家科學委員會	執行中
2. WiMAX 網路 MBS 之研究：MAC，Networking，以及其應用	主持人	179.5	2009/08~2011/07	行政院國家科學委員會	執行中
3. 第四代合作式網路移動管理之研究	主持人	99.9	2009/08~2010/07	行政院國家科學委員會	執行中
4. 3GPP LTE 無線通訊系統關鍵技術開發(I)	共同主持	830.9	2008/12~2010/03	行政院國家科學委員會	執行中
5. 誘導式減碳與節能(2/3)	共同主持	774.9	2009/11~2010/10	行政院國家科學委員會	執行中
6. 誘導式減碳與節能(1/3)	共同主持	783.4	2008/11~2009/10	行政院國家科學委員會	執行中
7. 在分散式協同執行環境中確保服務連續性與資料完整性之方法研究	共同主持	98.0	2008/11/1~2009/10	中華電信研究所	否
8. 無線網狀網路無線電資源與具安全性之使用者行動管理之研究(NSC96-2628-E-002-002-MY2)	主持人	123.2	2007/08~2009/07	行政院國家科學委員會	是
9. UMTS 多媒體廣播群播服務之研究(NSC95-2221-E-002-091-MY3)	主持人	282.6	2006/08~2009/07	行政院國家科學委員會	是
10. TWAREN GigaPOP 維運委辦計畫	主持人	82.0	2008/08~2009/07	行政院國科會高速電腦中心	否
11. Resource, Mobility Management and Its Applications for WiMAX Network	主持人	150.0	2008/03~2008/12	中華電信研究所	是
12. WiMAX 網路之快速換手策略之研究與評估	主持人	40.0	2007/02~2007/11	財團法人工業研究院電通所	是
13. TWAREN GigaPOP 維運委辦計畫	主持人	90.0	2007/08~2008/07	行政院國科會高速電腦中心	是
14. 延攬客座科技人才:UMTS 多媒體廣播群播服務之研究(NSC-096-2811-E-002-010-)	主持人	133.0	2007/08~2008/07	行政院國家科學委員會	是
15. 臺灣學術網路臺北區域網路中心管理及運作計劃	主持人	175.0	2007/01~2007/12	教育部	否
16. 九十六年度我國 IPv6 建置發展計畫-應用推廣子計畫三-VoIPv6 於校園網路之延伸建置計畫	共同主持	420.0	2007/01~2007/12	財團法人台灣網路資訊中心	是
17. 行動 All IP 網路 Charging Protocol 與 Real Time Charging 機制之建立(延續案)	主持人	195.6	2006/05~2007/04	中華電信研究所	是
18. 自動建立 IPv6 Tunnel 連線機制之 VoIPv6 系統建置	共同主持	61.2	2006/01~2006/12	財團法人台灣網路資訊中心	是
19. 行動 All IP 網路 Charging Protocol 與 Real Time Charging 機制之建立	主持人	98.0	2005/02~2006/02	中華電信研究所	是
20. 異質網路群播通道之研究	主持人	39.9	2005/01~2005/12	財團法人工業研究院電通所	是
21. 參加麻省理工學院媒體實驗室成果展示計畫(NSC94-2217-E-002-010)	主持人	15.9	2005/10~2005/11	行政院國家科學委員會	否
22. 行動通訊網路金鑰快取機制之研究及其效能評估(NSC94-2213-E-002-083)	主持人	110.4	2005/08~2006/07	行政院國家科學委員會	是
23. 第四代隨身智慧型整合式多媒體訊息服務平台之研究設計與實做 (NSC94-2213-E-002-090)	主持人	54.3	2005/08~2006/07	行政院國家科學委員會	是

24. 具服務保證的 UMTS 高速下傳封包擷取(HSDPA)技術之研究 (NSC93-2213-E-002-095)	主持人	69.0	2004/08 ~ 2005/07	行政院國家科學委員會	是
25. 教育部通訊科技教育改進計畫 “個人通訊服務軟體發展環境”課程	共同主持	266.0	2004/01 ~ 2004/12	教育部	是
26. Radio Resource Management of ODMA for WCDMA System	主持人	60.0	2004/03 ~ 2004/12	中山科學研究院	是
27. Deployment and Promotion of TANET IPv6 SIP VoIP	共同主持	333.1	2004/01 ~ 2004/12	財團法人台灣網路資訊中心	是
28. A Study on the Intelligent Gateway Environment for Heterogeneous Networks	主持人	50.0	2004/01 ~ 2004/12	微軟股份有限公司	是
29. Instant MMS Gateway Architecture Procedures and 計費機制之研究	主持人	50.0	2004/01 ~ 2004/12	財團法人工業研究院電通所	是
30. Security and Resource Management for Wireless Call Agent	主持人	60.0	2004/01 ~ 2004/12	財團法人工業研究院電通所	是
31. 虛擬家網路環境：即時行動交談-子計畫一:虛擬家網路環境之異質網路交談管理機制(I) (NSC92-2213-E-002-094)	主持人	55.2	2003/08 ~ 2004/07	行政院國家科學委員會	是
32. 以資訊基礎建設為標的之資訊確保計畫	共同主持	7.2	2003/06 ~ 2003/12	財團法人資訊策進會	否
33. Research of UTRAN Radio Resource Control Mechanism	主持人	72.0	2003/03 ~ 2003/12	財團法人資訊策進會	是
34. A Study on Mobile IP or SIP Extension for Macro Mobility	主持人	60.0	2003/01 ~ 2003/12	財團法人工業研究院電通所	參與競賽
35. 企業內部用之 Core Network 與 Operator 之 Core Network 的運作機制之研究	主持人	60.0	2003/01 ~ 2003/12	財團法人工業研究院電通所	是
36. 教育部通訊科技教育改進計畫 “個人通訊服務軟體發展環境”課程	共同主持	123.5	2003/01 ~ 2003/12	教育部	是
37. 國家實驗網路 VoIP 應用研究與測試 (NSC91-2219-E-002-048)	共同主持	370.0	2002/10 ~ 2003/09	行政院國家科學委員會	是
38. Wireless Conference Meeting with QoS Support, Subproject 3: The Design and Implementation of Conference Servers	共同主持	387.4	2002/09 ~ 2003/08	微軟股份有限公司	是
39. 設計與實作 UMTS ALL IP 網路應用服務中心之研究 (NSC91-2213-E-002-065)	主持人	56.6	2002/08 ~ 2003/07	行政院國家科學委員會	是
40. iSMS 系統平台之發展	主持人	24.0	2002/01 ~ 2002/12	遠傳電信	是
41. NGN 多媒體子網路/3G 軟體交換機	主持人	58.7	2002/01 ~ 2002/12	財團法人工業研究院電通所	是
42. OVSF Code 分配法則技術研究	主持人	58.8	2002/01 ~ 2002/11	中山科學研究院	是
43. UTRA High Speed Downlink Packet Access 之研究與設計	共同主持	72.0	2001/08 ~ 2002/07	達宙 BenQ 通訊系統	是
44. GPRS 系統與 GSM 整合效能之研究 (NSC90-2213-E-002-148)	主持人	51.4	2001/08 ~ 2002/07	行政院國家科學委員會	是

附表 B、發表之國際期刊論文(*為論文之通訊作者)

- [12] Chuang, C.-H. and *Lin, Phone. Performance Study for HARQ-ARQ Interaction of LTE. Published Online *Journal of Wireless Communications and Mobile Computing* (WCMC) by John Wiley & Sons, July 2009.
- [13] Gan, C.-H., *Lin, Phone, and Chen, C.-M. A Novel Prebuffering Scheme for IPTV Service. *Computer Networks*, 53(11): 1956-1966, July 2009.
- [14] *Lin, Phone, Cheng, S.-M., and Liao, W.-J. Modeling Key Caching for Mobile IP Authentication, Authorization, and Accounting (AAA) Services. *IEEE Transactions on Vehicular Technology*, 58(7): 3596-3608, September 2009.
- [15] Lai, Y.-C., *Lin, Phone, and Cheng, S.-M. Performance Modeling for Application-level Integration of Heterogeneous Wireless Networks. *IEEE Transactions on Vehicular Technology*, 58(5):2426-2434, June 2009
- [16] Yang, S.-R., *Lin, Phone, and Huang, P.-T. Modeling Power Saving for GAN and UMTS Interworking. *IEEE Transactions on Wireless Communications*, 7(12):5326-5335, December 2008.
- [17] Lai, Y.-C., *Lin, Phone, Lin, Y.-B., and Chang, L.-T. A File Repair Scheme for UMTS MBMS Service. *IEEE Transactions on Vehicular Technology*, 57(6):3746-3756, November 2008.
- [18] *Guizani, M., Lin, Phone, Cheng, S.-M., Huang, D.-W., and Fu, H.-L. Performance Evaluation for Minislot Allocation for Wireless Mesh Network. *IEEE Transactions on Vehicular Technology*, 57(6):3732-3745, November 2008.
- [19] Lai, Y.-C., *Lin, Phone, Fang, Y., and Chen, W.-H. Channel Allocation for UMTS Multimedia Broadcasting and Multicasting. *IEEE Transactions on Wireless Communications*, 7(11):4375-4383, November 2008.
- [20] Cheng, S.-M., Lai, W.-R., *Lin, Phone, and Chen, K.-C. Key Management for UMTS MBMS. *IEEE Transactions on Wireless Communications*, 7(9):3619-3628, September 2008.
- [21] Huang, D.-W., *Lin, Phone, Gan, C.-H. Design and Performance Study for A Mobility Management Mechanism (WMM) using Location Cache for Wireless Mesh Networks. *IEEE Transactions on Mobile Computing*, 7(5):546-556, May 2008.
- [22] Lin, Phone, Chen, H.-Y., *Fang, Y., Jeng, J.-Y., and Lu, F.-S. A Secure Mobile Electronic Payment Architecture Platform for Wireless Mobile Networks. *IEEE Transactions on Wireless Communications*, 7(7):2705-2713, July 2008.
- [23] Li, P., Huang, X., *Fang, Y., and Lin, Phone. Optimal Placement of Gateways in Vehicular Networks. *IEEE Transactions on Vehicular Technology*, 56(6): 3421-3430, November 2007.
- [24] Gan, C.-H., Perng, N.-C., *Lin, Phone, Kuo, T.-W. Time-Division-Based Cyclic Scheduling for UMTS High-Speed Downlink Shared-Channels. *IEEE Transactions on Vehicular Technology*, 56(4):2086-2094, July 2007.
- [25] Gan, C.-H., *Lin, Phone, Perng, N.-C., Kuo, T.-W., Hsu, C.-C. Scheduling for Time-Division Based Shared Channel Allocation for UMTS. *ACM/Springer Wireless Networks*, 13(2):189-202, April 2007.

- [26] *Lin, Phone, Wu, S.-H., Chen, C.-M., and Liang, C.-F. Implementation and Performance Evaluation for A Ubiquitous and Unified Multimedia Messaging Platform. Published Online *ACM/Springer Wireless Networks*, February 2007.
- [27] Ma, W., *Fang, Y., and Lin, Phone. Mobility Management Strategy Based on User Mobility Patterns in Wireless Networks. *IEEE Transactions on Vehicular Technology*, 56(1):322-330, January 2007.
- [28] *Cheng, R.-G., Cheng, S.-M., and Lin, Phone. Power-Efficient Routing (PER) Mechanism for ODMA Systems. *IEEE Transactions on Vehicular Technology*, 55(4):1311-1319, July 2006.
- [29] *Kuo, C.-F., Chen, Y.-S., Kuo, T.-W., Lin, Phone, and Chang, C. Component-Oriented Radars with Probabilistic Timing Guarantees. *IEEE Transactions on Parallel and Distributed Systems*, 17(7):723-735, July 2006.
- [30] Lin, Phone, Chang, H.-M., *Fang, Y., and Cheng, S.-M. HISNs: Distributed Gateways for Application-level Integration of Heterogeneous Wireless Networks. *ACM/Springer Wireless Networks*, 14(1):71-85, February 2008.
- [31] Lai, Y.-C., *Lin, Phone, and Huang, Y.-T. Design and Implementation of a Wireless Internet Remote Access Platform. *Journal of Wireless Communications and Mobile Computing (WCMC)* by John Wiley & Sons, 6(4):413-429, June 2006.
- [32] *Lin, Phone and Tu, G.-H. An Improved GGSN Failure Restoration Mechanism for UMTS. *ACM/Springer Wireless Networks*, 12(1):91-103, February 2006.
- [33] *Lin, Phone, Lin, Y.-B., Gan, C.-H., and Jeng, J.-Y. Credit Allocation for UMTS Prepaid Service. *IEEE Transactions on Vehicular Technology*, 55(1):306-316, January 2006.
- [34] *Lin, Phone, Tsai, C.-Y., and Lai, Y.-C. A SIP-Based Mobility Management Platform for WLAN Location-Aware Broadcasting and Multicasting Applications. *Journal of Wireless Communications and Mobile Computing (WCMC)* by John Wiley & Sons, 5(6):647-663, September 2005.
- [35] Cheng, S.-M., *Lin, Phone, Tu, G.-H., Fu, L.-C., and Liang, C.-F. An Intelligent GGSN Dispatching Mechanism for UMTS. *Computer Communications*, 28(8): 947-955, May 2005.
- [36] *Lin, Phone, Gan, C.-H., and Hsu, C.-C. OVFSF Code Channel Assignment with Dynamic Code Set and Buffering Adjustment for UMTS. *IEEE Transactions on Vehicular Technology*, 54(2): 591-602, March 2005.
- [37] *Lin, Phone, Lai, W.-R., and Gan, C.-H. Modeling Opportunity Driven Multiple Access in UMTS. *IEEE Transactions on Wireless Communications*, 3(5):1669-1677, September 2004.
- [38] Lin, Phone, *Lin, Y.-B., Feng, V., and Lai, Y.-C. GPRS-Based WLAN Authentication and Auto-Configuration. *Computer Communications*, 7(8):739-742, May 2004.
- [39] *Lin, Phone, Lin, Y.-B., and Chlamtac, I. Module Count-Based Overflow Control Scheme for UMTS High-Speed Downlink Packet Access. *IEEE Transactions on Vehicular Technology*, 53(2):425-432, March 2004.
- [40] *Lin, Phone, Lin, Y.-B., and Chlamtac, I. Overflow Control for UMTS High-Speed Downlink Packet Access. *IEEE Transactions on Wireless Communications*, 3(2):524-532, March 2004.
- [41] *Lin, Phone. Channel Allocation for GPRS with Buffering Mechanisms. *ACM/Springer Wireless*

Networks, 9(5):431-441, September 2003.

- [42] *Lin, Phone, Lin, Y.-B., and Chlamtac, I. Modeling Frame Synchronization for UMTS High-Speed Downlink Packet Access. *IEEE Transactions on Vehicular Technology*, 50(1):132-141, January 2003.
- [43] Lin, Phone and *Lin, Y.-B. Implementation and Performance Evaluation for Mobility Management of a Wireless PBX Network. *IEEE Journal on Selected Areas in Communications*, 19(6):1138-1146, June 2001.
- [44] Lin, Phone and *Lin, Y.-B. Channel Allocation for GPRS. *IEEE Transactions on Vehicular Technology*, 50(2):375-387, March 2001.
- [45] Pang, A.-C., Lin, Phone, and *Lin, Y.-B. Modeling Mis-routing Calls Due to User Mobility in Wireless VoIP. *IEEE Communications Letter*, 4(12):394-397, December 2000.
- [46] *Lin, Y.-B., Lin, Phone, and Chuang, Y.-M. Modeling CDPD Channel Holding Times. *IEICE Transactions on Communications*, E83-B(9):2051-2055, September 2000.
- [47] Lin, Phone and *Lin, Y.-B. Channel Assignment for GSM Half-Rate and Full-Rate Traffic. *Computer Communications*, 23(5-6):476-482, 2000.
- [48] Lin, Phone, *Lin, Y.-B. and Jeng, J.-Y. Improving GSM Call Completion by Call Re-Establishment. *IEEE Journal on Selected Areas in Communications*, 17(7):1305-1317, July 1999.
- [49] *Lin, Y.-B. and Lin, Phone. Performance Modeling of Location Tracking Systems. *ACM Mobile Computing and Communications Review*, 2(3):24-27, July-August 1998.
- [50] *Shen, X., Lin, Phone, Lin, Y.-B., and Hou, Y. T. Editorial Board, Special Issue on Next Generation Wireless Technologies. *ACM/Springer Mobile Networks and Applications*, 12(1):1-3, February 2007.
- [40] *Fang, Y., Lin, Phone, and Lin, Y.-B. Editorial Board, Special Issue on Mobility Management and Resource Management, *IEEE Wireless Communications Magazine*, 11(4):4-5, August 2004.

七、 經費

(一) 人事費用：【填寫說明：詳請參考「中華電信研究所委託研究計畫經費審核標準」】					
職務	姓名	在本計畫內 工作月數	月支薪金額(含 補充保費 2%) (元)	薪金總額 (元)	備 註
主持人	劉邦鋒教授	12	9,000	108,000	
協同主 持人	逢愛君教授	12	9,000	108,000	
協同主 持人	施吉昇副 教授	12	9,000	108,000	
協同主 持人	林風教授	12	9,000	108,000	
碩士生 助理 1	待聘	12	6,000	72,000	
碩士生 助理 2	待聘	12	6,000	72,000	
碩士生 助理 3	待聘	12	6,000	72,000	
共 計				648,000	

已註解 [b1]: 含補充保費,是否需調整金額

(附註：如篇幅不足，請另紙繕附)

(二) 一般消耗性器材費用：【填寫說明：適用填寫電腦使用及維護費、文具紙張、影印及印刷費、研究所需之特殊設備、耗材等，詳請參考「中華電信研究所委託研究計畫經費審核標準」】				
編號	項目名稱	說明及用途	金額	備註
	電腦資料儲存耗材 (包括磁片、光碟片、磁帶)		35,230	
共 計			35,230	

(三) 其他研究有關費用：【填寫說明：適用填寫差旅及郵電費、國外旅費、調查訪問、資料蒐集費、論文發表、出版費、管理費等，詳請參考「中華電信研究所委託研究計畫經費審核標準」】				
編號	項目名稱	用途及說明	金額	備註
	業務費	印刷費、調查訪問費、維護費、論文發表費		
	管理費		136,646	
	技轉金		122,981	
	營業稅		47,143	
共 計			306,770	