

# 在興趣叢集 P4P 網路架構下以候選節點選派機制 提昇 P2P 的服務品質

王淑卿  
朝陽科技大學  
scwang@cyut.edu.tw

王順生\*  
朝陽科技大學  
sswang@cyut.edu.tw  
(聯絡人)

陳慶維  
朝陽科技大學  
s10114901@cyut.edu.tw

林泊建  
朝陽科技大學  
s10214604@cyut.edu.tw

## 摘要

由於同儕網路(Peer-to-Peer ; P2P)具有提供可擴展的網路服務特性，因此 P2P 的相關應用是現今網路服務的熱門話題之一。然而，過多的 P2P 應用程序可能導致網路資源使用效率不佳或應用程序的執行性能極低。P4P(Proactive network Provider Participation for P2P)是用於 P2P 網路優化的技術，其以合作的方式提供網際網路供應商(Internet Service Provider ; ISP)與 P2P 服務供應商之間的通訊，以減少 P2P 的流量及 ISP 的營運成本。因此在本研究中，提出一個以興趣叢集為基礎的 P4P 架構(Interest-group based P4P ; IGP4P)，可降低網際網路的流量及增加網路的健壯性。除此之外，本研究更在 IGP4P 中建置候選節點選派機制以提昇 P2P 的服務品質，當超級節點發生失效、離開或過載時，將依超級節點的狀況選派候選節點處理超級節點的問題，以維持整體網路的穩定性。

**關鍵詞：**同儕網路、P4P、服務品質、網際網路供應商、興趣叢集。

## Abstract

As Peer-to-Peer (P2P) emerges as a major paradigm for scaleable network application design, so the application of P2P services is one of the interested topics in web services. However, many P2P applications may lead to inefficient use of network resources or the execution performance of application service is very low. P4P (Proactive network Provider Participation for P2P) is a kind of P2P network optimization techniques. In order to reduce the traffic and operating costs of Internet Service Provider (ISP) and P2P service providers, P4P provides the communication between ISP and P2P service providers by cooperation. However, an Interest-group based P4P (IGP4P) is presented in this study that can reduce the network traffic. In

order to maintain the stability of whole network, when super node fails, overloads or leaves, the backup super node or candidate nodes will be enabled.

**Keywords:** Peer-to-Peer, P4P, QoS, Internet Service Provider, Interest-group

## 1. 前言

隨著P2P技術的快速發展，點對點網路運算逐漸成為分散式應用的主流，包括文件的傳送、即時通訊、及多媒體傳送等相關商業應用皆使用P2P技術。因此，如何利用P2P的網路資源達成協同合作之運算是一個重要的研究議題[8]。在P2P網路中，每個節點各具有其異質(Heterogeneous)的特性，執行工作的能力也不盡相同，因此常藉由選擇分散節點中一個能力最強的節點擔任管理者來維護整個網路架構的穩定，讓網路中的節點可以知道工作傳送的方向與目的地，且又能依據每個節點的能力，快速的將工作分配到合適的節點上執行[3]。

在傳統的P2P架構中，節點的能力與節點間的地位都平等，因此能夠操作相同的功能。然而，隨著網路規模的擴增，能力值較差的節點將會嚴重限制P2P系統的擴展性。為了解決這個問題，Yang及Hector提出超級節點(Super Node)的架構，其藉由選出能力值較好的超級節點維護網路之架構，以減少在網路中尋找目標檔案的流量，並降低系統的負擔[11]。

由於在P2P的架構中，資料是隨機選擇節點進行傳輸，所以在傳輸資料的過程，常會經過多餘的路徑，以致產生過多的流量[7]。例如一個A區P2P的使用者，可能與鄰近B區的節點進行資料片段的交換，也可能與離A區較遠的C區內的節點進行交換，如果與C區的節點進行交換，就可能產生跨ISP的網路流量。ISP為了避免P2P服務占用太多的頻寬，因此運用流量控制機制來防止P2P過多的流量，然而卻導致

P2P軟體服務品質的下降[6]。隨著P2P技術的快速發展，各種商業應用大量使用P2P技術，使得ISP的營運成本增加，導致ISP及P2P服務供應商間發生衝突。由於在P2P網路中，資料資源分佈在各個獨立的節點(Peer)上，因此如何高效率的進行資料之存取，降低ISP的營運成本及P2P應用服務所需占用的頻寬是一個需要關注的重要問題。

由於P4P是用於P2P網路優化的技術，具有高靈活度且輕量級的框架，並以合作的方式提供ISP與P2P服務供應商之間的通訊，減少P2P的流量以及ISP的營運成本[10]。因此本研究將在以P4P框架為基礎的架構下，探討以候選節點選派機制來提昇P4P的服務品質。本研究首先利用能力函數、興趣叢集結合P4P建立一個P2P的網路拓樸。接著，在各個叢集內選出能力值最好的節點作為超級節點，能力值次好的節點為超級節點的備援節點。當一般節點搜尋檔案時，使用超級節點作為索引的伺服器，以減少網路的流量。

由於一個叢集內的超級節點需要花費巨大的網路頻寬來連接同一叢集內的子節點，以及與其他叢集的超級節點進行溝通，因此可能導致單一超級節點產生熱點的問題[9]。當單一的超級節點死亡或離開P2P系統時，將導致整個叢集內的節點被隔離在系統外[2]。因此，為了增強系統的可靠性，本研究提出候選節點選派機制。當超級節點發生錯誤或離開時，為了避免叢集內的節點無法運行，候選節點選派機制會選出一個備援超級節點取代超級節點的工作。或當超級節點負載過重時，候選節點選派機制會選出一個協同節點協助超級節點執行工作，等到超級節點負載降低時，再將後續的工作交還給超級節點處理。

本文在第2節中將說明點對點網路拓樸、P4P的概念及興趣叢集；第3節說明本研究所建構的IGP4P及其運作階段；第4節說明候選節點機制的運作流程；第5節則是總結及未來的工作。

## 2. 文獻探討

在本節中將說明點對點網路拓樸、P4P的概念及興趣叢集。

### 2.1 點對點網路拓樸

P2P的網路拓樸可分為中央集權式

(Centralized)及分散式(Distributed)架構，分散式架構又可分為結構化以及非結構化兩種架構[12]。中央集權式架構將所有加入的節點之資料集中在單一伺服器中，而在中央伺服器中則儲存所有分享資料的節點索引，以提供使用者進行資料的存取[8]，例如Napster。在中央集權式架構下除了伺服器外，任何節點的加入與離開對架構的影響不大。中央集權式架構的優點是管理方便、搜尋快速，但所有節點的查詢都需透過中央伺服器，因此當大量的服務請求湧入時，可能會成為服務的瓶頸，且如果有駭客入侵伺服器，系統將無法提供安全的服務。

在結構化的分散式架構中，利用DHT(Distributed Hash Table)將檔案利用關鍵字映射到某個節點[7]。在非結構化的分散式架構中，透過TTL(Time To Live)以泛播(Flooding)的方式進行資料查詢，因此系統不會產生瓶頸，如Gnutella。在基於Gnutella的搜尋中，搜尋的訊息將給予一個存活時間TTL，並指定搜尋訊息的跳站數。當一個節點接受到搜尋訊息時，TTL會減少，如果TTL大於0，搜尋訊息將會繼續被轉發到節點的所有鄰居節點[11]。

### 2.2 P4P 的概念

P4P是用於P2P網路優化的技術，由Xie等學者於2008年提出的理論[9,10]。P4P是一個具有高靈活度且輕量級的框架，允許ISP明確地提供更多的訊息、政策及能力。P4P以合作的方式提供ISP與P2P服務供應商間的通訊，目的在減少P2P的流量及ISP的營運成本。

P4P的框架主要由資料面(Data Plane)、管理面(Management Plane)及控制面(Control Plane)所組成[9]。資料面用來區分P2P應用服務流量的優先等級，管理面則在監控控制面的行為。P4P中最重要組成控制面，可細分為三個元件，分別為iTracker(ISP Tracker)、appTracker以及Peer。P4P使用iTracker提供接口以連接P2P與ISP的通訊；appTracker是P2P技術中用來保存分享檔案節點的列表之伺服器；Peer則為P2P的使用者。P4P中iTracker的介面與資訊流如圖1所示。整體而言，透過P4P的框架能在ISP中設置一個iTracker的元件，透過iTracker元件可提供ISP的三種資訊，分別為網路拓樸狀態、網際網路提供商的政策或指導方針、及Peer的網路能力[10]。

由於在傳統的P2P架構中，資料節點與傳輸路徑的選擇是採取隨機的方式進行。透過圖

1 所示的 P4P 框架, 可以利用 iTracker 中的 info 接口所收集的網路拓樸資料計算出虛擬成本 (p-distance); 接著透過 policy 接口提供參考決策給 appTracker 以選擇合適的資料節點; 而 capability 接口能使 P2P 提供商透過 appTracker 得知網際網路提供商的能力, 從而提高網路的路由效率、減少 ISP 骨幹網路的壓力以及營運的成本。

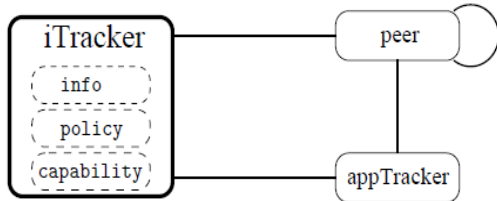


圖 1 iTracker 介面與資訊流[9]

### 2.3 興趣叢集

P2P 的使用者在短時間內, 通常只會對特定的幾個主題感到有興趣, 並且對這些主題進行詢問及搜尋, 而當這些使用者下載檔案後, 也會在網路上分享他們所下載的檔案。由於量測使用者之興趣常用的方式就是透過下載樣本(Download Pattern)來進行分類, 或是經由使用者的快取內容(Cache Contents)中重複的地方來進行分類。將使用者的興趣進行分群, 主要是希望減少 P2P 分散式非結構化系統在進行詢問時需花費過高的成本與搜尋效率低落的問題[12]。圖 2(a)為尚未以興趣分群的網路, 當 TTL 為 2 時, 中心節點 A 的興趣節點僅能找到一個相同興趣的節點。圖 2(b)為依興趣分群後的網路, 當 TTL 為 1 時, 即可找到附近相同興趣的節點。

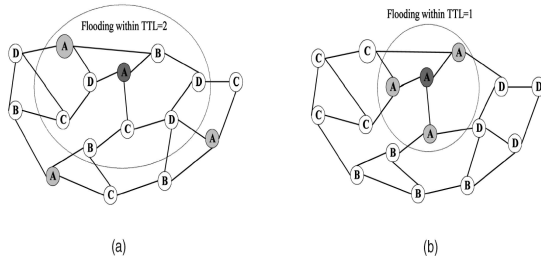


圖 2 將使用者依興趣分群圖[12]

由於在 P2P 系統中, 資料搜尋的方法將影響搜尋的效率, 因此將使用者依據其興趣進行分群, 使擁有相同興趣的節點可以在相同或鄰近的叢集中。這些依興趣進行分群而獲得的叢集, 稱之為興趣叢集 (Interest-group)。由於興趣

叢集是以使用者的興趣進行分群, 因此可以快速地找到所需的資訊, 並降低資料搜尋的時間和提高搜尋的效率。

在本研究中將建構一個以興趣叢集為基礎的 P4P 架構 (Interest-group based P4P; IGP4P), 藉以提昇 P2P 網路之服務效能, 加強 ISP 與 P2P 之間的通訊, 降低骨幹網路的壓力及 ISP 的營運成本, 並且提高 P2P 的品質。IGP4P 藉由將擁有相同興趣的叢集及將鄰近地區的節點結合在一起, 利用 P4P 框架與 Hypercube 架構, 以更有效率的搜尋方式與減少所需繞徑的 hop 數, 來降低 ISP 的營運成本及 P2P 應用服務所需占用的頻寬。除此之外, 為提升 IGP4P 的穩定性, 本研究提出候選節點選派機制, 當一個叢集的超級節點死亡或離開叢集時, 將透過候選節點選派機制選派一個備援超級節點取代超級節點的工作。或是當超級節點負載過重時, 透過候選節點選派機制選派一個協同節點接替超級節點的工作, 等待超級節點負載降低, 再將後續的工作交還超級節點繼續執行。

### 3. IGP4P 架構

在本節中將分別說明 IGP4P 的建立及 IGP4P 的三階段運作。

#### 3.1 IGP4P 的建立

本研究建構一個以興趣叢集為基礎的 P4P 架構 (Interest-group based P4P; IGP4P), IGP4P 結合興趣叢集與 P4P 框架建立一個三階層式的架構。在 IGP4P 網路形成及運作的過程中, 本研究將之分成三個階段, 分別為初始階段 (Inactive Phase)、一般階段 (Active Phase) 及過載階段 (Overload Phase)。在初始階段, 網路中尚未建構興趣叢集及尚未選出超級節點的階段, 此時將運用 iTracker 所提供的資訊及興趣叢集開始建立階層式分群架構。在一般階段, 網路拓樸中已完成叢集的建立, 並開始正常運作。而過載階段, 則是叢集中的超級節點負載量已超過預設的門檻值。在過載階段, 本研究將藉由候選節點選派機制來處理超級節點過載的情況, 避免因超級節點過載而影響整體網路的穩定性。

在本研究所設計的 IGP4P 架構中, 節點分為三種角色, 分別為一般節點 (Node)、超級節點 (Super Node) 及候選節點 (Candidate Node),

其中候選節點又分為備援超級節點(Backup Super Node)與協同節點(Collaborative Node)。節點的各種角色說明如下：

1. **一般節點**：為同一興趣叢集內被超級節點管理的節點。
2. **超級節點**：在初始階段，藉由能力函數找出叢集中能力值最好的節點擔任叢集的超級節點，負責轉發叢集中一般節點的檔案搜尋請求。選擇超級節點時，需考慮叢集內節點的各項能力因子，包括 CPU 的處理能力(c)、記憶體的大小(m)、網路頻寬(b)、及傳輸速率(t)、...等。依不同的應用，各能力因子有不同的重要程度，因此分別給予不同的權重值  $w_1$ 、 $w_2$ 、 $w_3$ 、 $w_4$ 、...等。若以一個 P2P 應用服務僅需考慮 CPU 的處理能力(c)、記憶體的大小(m)、網路頻寬(b)、及傳輸速率(t)為例，則節點的能力值(V)可以以公式(1)呈現。

$$V = w_1 * (c) + w_2 * (m) + w_3 * (b) + w_4 * (t); \sum_{i=1}^4 w_i = 1 \quad ..(1)$$

### 3. 候選節點：

- 備援超級節點：將同一叢集中能力值次好的節點視為備援超級節點，當超級節點失效或離開叢集時，備援超級節點負責接替超級節點的工作。
- 協同節點：除了超級節點與備援超級節點外，其他節點則為協同節點，協同節點將依能力值依遞減的順序排序。當超級節點的工作負載量大於門檻值時，會將後面進來的工作交由排序在最前面的協同節點進行處理。待超級節點的工作負載量小於門檻值時，再將後續的工作交還超級節點進行接續的處理。

IGP4P 三個階段運作狀況及節點三種角色轉換的關係如圖 3 所示。

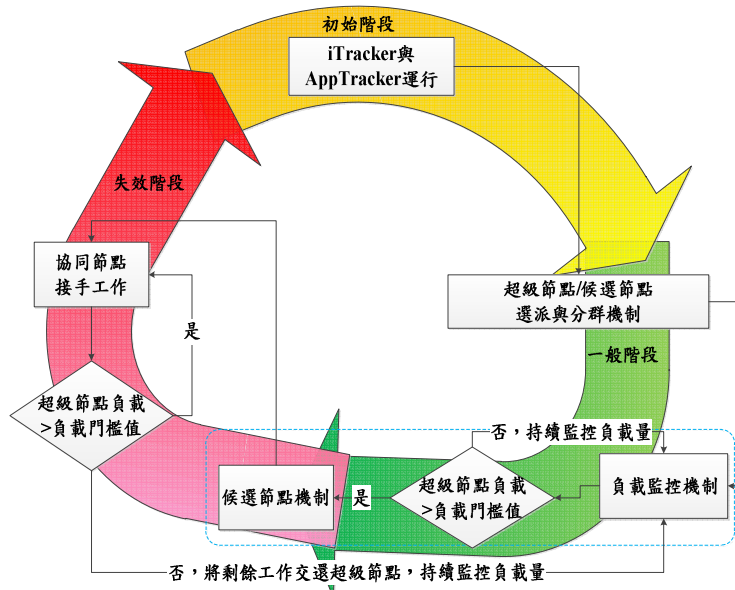


圖 3 IGP4P 運作狀況示意圖

## 3.2 IGP4P 的三階段運作

IGP4P 分三階段運作，包括初始階段、一般階段及過載階段，以下分別說明。

### 3.2.1 初始階段(Inactive Phase)

在初始階段本研究利用 iTracker 收集各節點的區域位置及各節點所儲存的主題檔案，並依這些資訊建立興趣叢集，接著建立 IGP4P 的

架構。IGP4P 架構建立的步驟如圖 4 所示，IGP4P 架構圖如圖 5 所示。

在 IGP4P 中，第一層 Cluster 層的節點依據 iTracker 記錄的資訊，將節點依興趣及區域進行叢集，並從各興趣叢集之各區域中選出能力值最好的節點作為超級節點，負責相同興趣的檔案查詢。第二層 Hypercube 層的節點是由第一層之超級節點所組成，以 Hypercube 的方式連結，負責不同興趣相同區域的檔案查詢，並從各 Hypercube 中，選出一個能力值最好的

節點，作為第三層跨 Hypercube 管理層的節點。第三層的節點負責與 iTracker 連接，並轉發不同興趣不同區域的檔案查詢需求。

### 3.2.2 一般階段(Active Phase)

在完成初始階段選出超級節點後，能力次好的節點將被指派為備援超級節點，其他節點將成為協同節點，並以能力值進行遞減排序成為協同節點序列。在一般階段，由於節點可能頻繁加入或離開叢集，因此當新節點加入叢集時，先判斷新節點的能力值是否大於備援超級節點的能力值。如果符合，新節點將取代原備援超級節點成為新的備援超級節點，原備援超級節點則加入協同節點序列成為協同節點排序第一的協同節點。如果未符合，則新加入的節點將成為協同節點，並依其能力值排入協同節點序列中。

在一般階段中，同時也使用負載監控機制監視各興趣叢集內超級節點的負載狀況。當超級節點的工作負載大於門檻值時，立刻啟動候選節點選派機制。候選節點選派機制選派位於協同節點序列中的第一個協同節點接替超級節點執行尚未處理的工作，直到超級節點的工作負載小於門檻值時，再將後續的工作交還給超級節點處理。

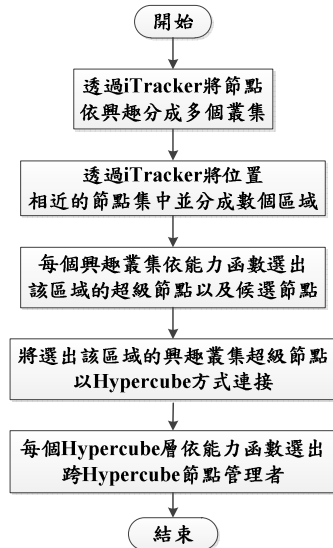


圖 4 IGP4P 架構建立流程圖

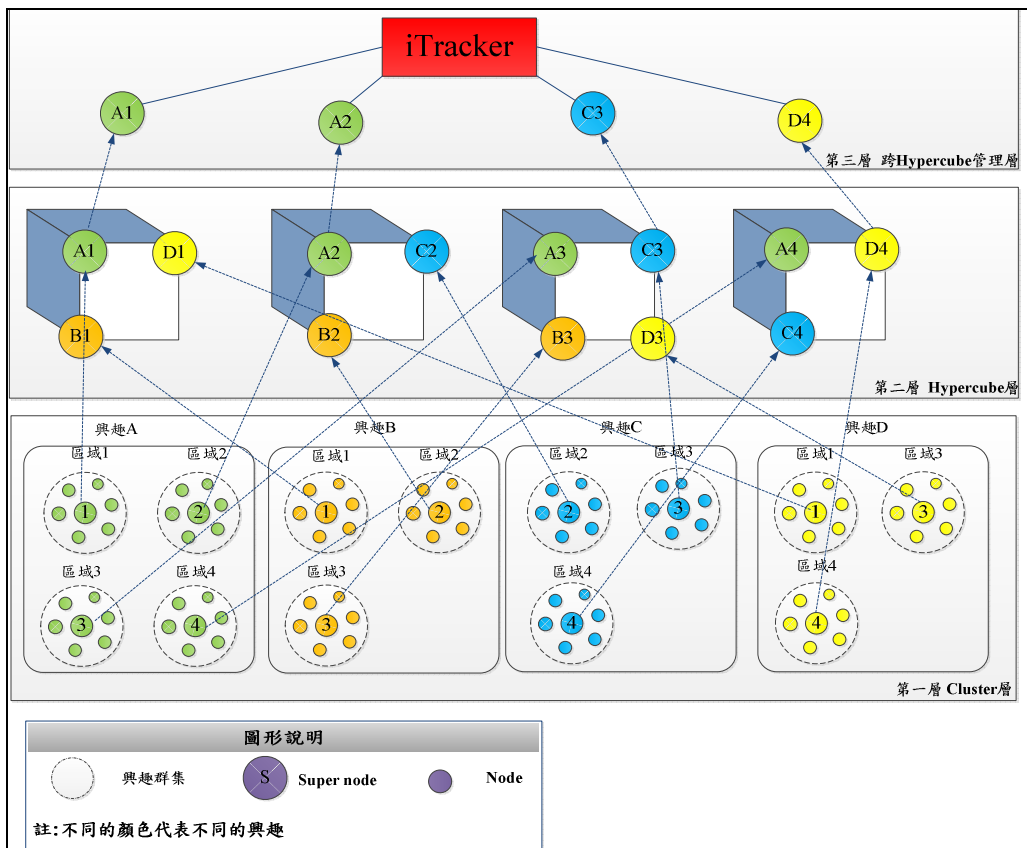


圖 5 IGP4P 分群示意圖[1]



### 3.2.3 過載階段(Overload Phase)

當超級節點的工作負載量( $L_{SN}$ )超過門檻值時，候選節點選派機制會從依能力值排序的協同節點序列中，選出能力值最佳的協同節點來執行超級節點尚未處理的工作。本研究中，工作負載門檻值的設定參考陳榮昌等學者所提出的方法，如圖 6 所示[4]。其中，將 CPU 忙碌程度(b)分成三等份，而 0.8 將視為協同節點啟動的門檻值。

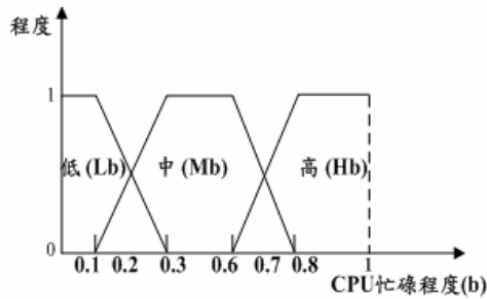


圖 6 忙碌程度的模糊切割[4]

當超級節點的 CPU 忙碌程度(b)門檻值達到 80%時，立刻啟動協同節點接手超級節點尚未處理的工作；待超級節點忙碌程度降為 70%時，協同節點再將後續進入的工作交給超級節點處理[5]。超級節點過載判斷函數如圖 7 所示。

```

Function SN_Load(SNi)
  LSN = CPU(b); //超級節點的工作負載等於 CPU 忙碌程度
  If LSN is higher than 80%; //如果超級節點的 CPU 忙碌程度高於 80%
  Then
    SN call Candidate Node Select Mechanism; //呼叫候選節點選派機制
  Else
    SN is still working; //超級節點持續工作
  End if
End Function
    
```

圖 7 超級節點過載判斷函數

## 4 候選節點機制的運作流程

在 P2P 網路中，每個節點有不同的頻寬、CPU 能力、在線時間、分享檔案和興趣等[6]。因此本研究在選派超級節點時，將每個節點經公式(1)後，以能力值最好的節點選派為超級節點。由於在 P2P 網路中，使用者的數量會隨著

時間而增加，因此當達到一定數量的使用者後，超級節點的工作負載將會增加，例如：傳送檔案或搜尋檔案等資訊的傳遞。因此容易造成超級節點過於忙碌，而產生錯誤甚至失效，造成叢集內的超級節點頻繁更換，使得整個 P2P 系統發生不穩定的狀況。因此，必須考慮當超級節點失效及超級節點過於忙碌而導致效能不彰的問題。在本研究所提出的候選節點選派機制，當超級節點失效或離開叢集時，候選節點選派機制會選派一個備援超級節點接替超級節點之工作。如果是超級節點工作過載時，則選擇協同節點協助超級節點處理尚未處理的工作，以免超級節點負載過重。在本節中將說明候選節點選派機制的運作流程，包括：超級節點離開或失效時的處理、及超級節點過載時的處理。

### 4.1 超級節點離開或失效

在 IGP4P 運作的初始階段，選派叢集中節點能力值最好的節點擔任超級節點，同時指派能力值次好的節點當作備援超級節點，其他的節點則視為協同節點。在叢集中，當節點發生錯誤或離開時，超級節點會將這些節點視為無效節點，不再接收這些節點所發送的訊號。如果是超級節點本身發生錯誤或離開時，將使用超級節點失效調整流程。首先備援超級節點會成為新的超級節點，並由協同節點序列中重選出一個新的備援超級節點。超級節點失效調整流程如圖 8 所示。

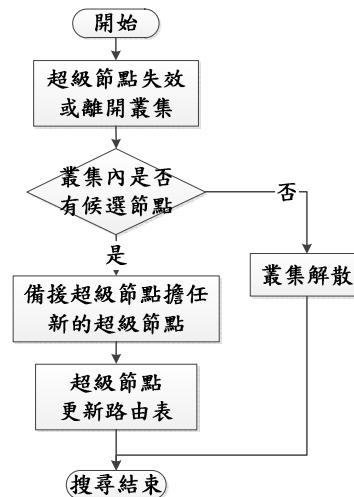


圖 8 超級節點失效調整流程圖

在超級節點失效調整的程序中，當超級節點發生失效或離開叢集時，系統先判斷叢集內

是否還有候選節點。如果有，則選派備援超級節點擔任新的超級節點，並更新其路由表以接替原超級節點的工作。如果叢集內沒有候選節點，表示原超級節點為叢集內的最後一個節點，因此解散整個叢集。

圖 9(a)是一個興趣叢集，興趣叢集內會有一個超級節點及一個備援超級節點。

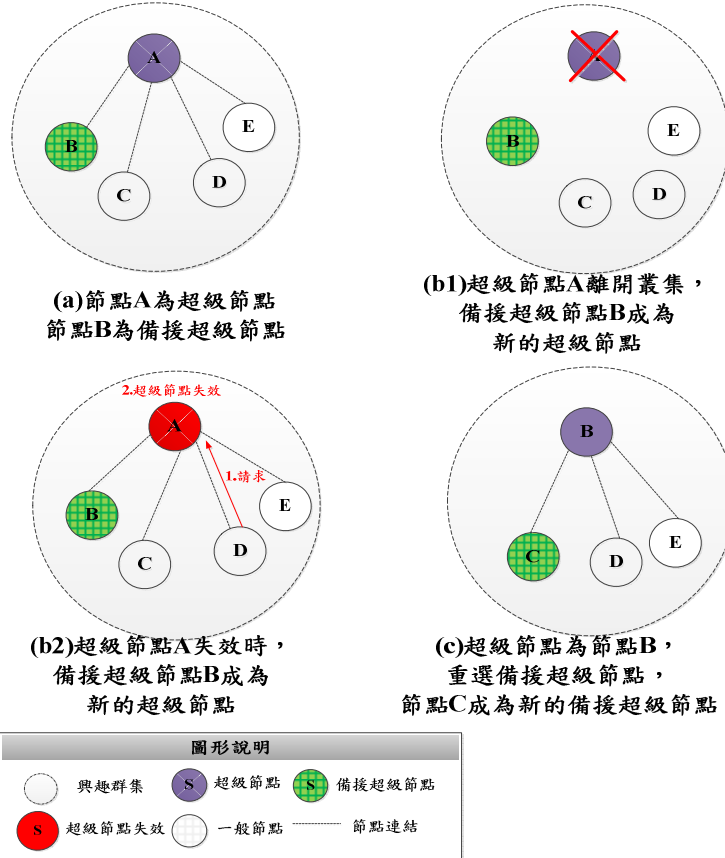


圖 9 超級節點離開或失效之處理示意圖

## 4.2 超級節點過載

當超級節點工作負載過大時，本研究在興趣叢集中透過協同節點分擔超級節點的工作，以避免超級節點因過於忙碌而影響效能。研究中使用監控機制，隨時監控超級節點的狀況。當超級節點發生過載時，為了避免超級節點因發生超載而導致系統的不穩定，所以在超級節點忙碌不暇的狀態，利用協同節點提供協同運作的機制，讓協同節點分擔超級節點的工作，避免超級節點因忙碌負載過大導致損壞，更可藉由協同節點的替換增加系統的穩定度。

當超級節點的能力值低於門檻值時，將使

當超級節點離開叢集時，如圖 9(b1)所示；或超級節點失效時，如圖 9(b2)所示，備援超級節點 B 會成為新的超級節點，並重選出一個新的備援超級節點 C，如圖 9(c)所示。

用協同節點機制，將超級節點未執行的工作交給協同節點接手處理，藉此減少超級節點的負擔，待超級節點的能力回復到大於門檻值時，超級節點才繼續處理工作。

圖 10(a)是一個興趣叢集，興趣叢集內有一個超級節點及若干個協同節點依能力值由大而小排序的協同節點序列。當超級節點的工作負載大於門檻值 80% 時，會將搜尋檔案的請求交給協同節點序列中排序第一個的協同節點 B，如圖 10(b)所示。協同節點 B 接替超級節點尚未處理的工作，如圖 10(c)所示。等超級節點工作負載回到 70% 時，再將後續的工作交還給超級節點，如圖 10(d)所示。

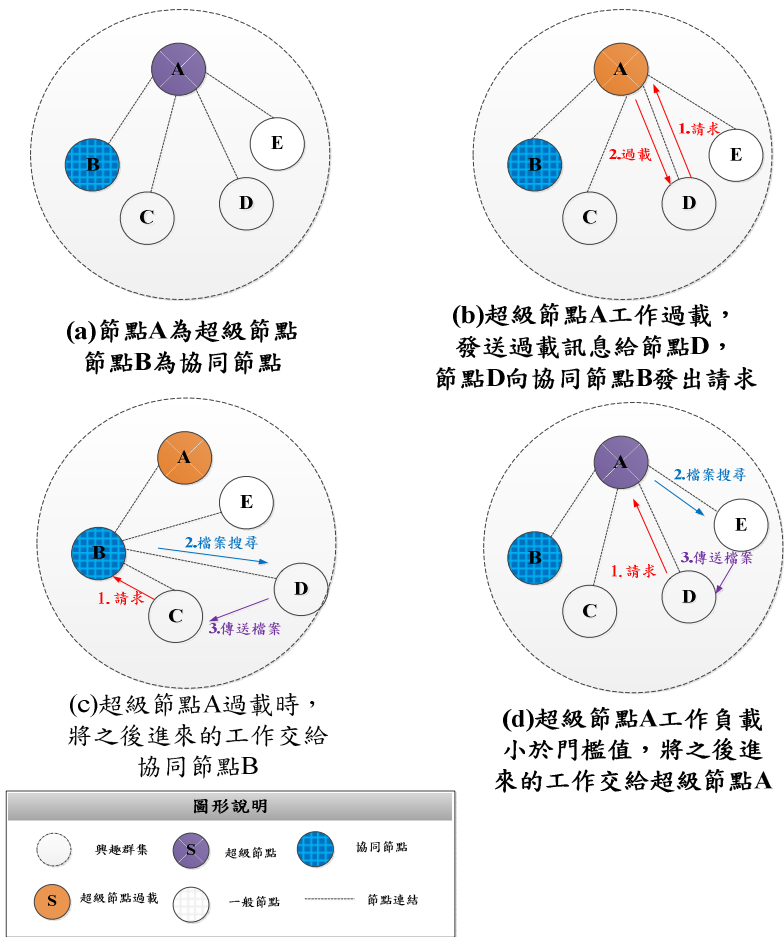


圖 10 超級節點過載之處理示意圖

## 5. 結論與未來工作

在本研究中，藉由將擁有相同興趣及鄰近地區的節點結合在一起，並利用 P4P 框架與 Hypercube 架構，建構以興趣叢集為基礎的 P4P 架構 IGP4P。IGP4P 使用 P4P 的框架可以減少跨區域的流量產生，並利用 hypercube 結構減少路徑的 hop 數以及只需少量的空間即可記錄節點的位址。除此之外，研究中也探討了 IGP4P 的三階段的運作，分別說明節點在各個階段的運作。為提昇 P2P 的服務品質，研究中以候選節點選派機制，當超級節點失效或離開叢集時，候選節點選派機制會選派一個備援超級節點接替超級節點之工作。如果是超級節點工作過載時，則選擇協同節點幫助超級節點處理尚未處理的工作，使系統能維持一定效能及保持網路穩定。

在未來的研究中，將探討依超級節點的能力制定連接節點的數量及考慮更多候選機制啟動的因子，期能舒緩超級節點的工作負載。

## 致謝

這篇論文是國科會計畫 NSC102-2221-E-324 -008 研究成果的一部份，在此我們感謝國科會經費支持這個計畫的研究。

## 參考文獻

- [1] 王淑卿、嚴國慶、林泊建，“建構以興趣叢集為基礎的 P4P 架構提昇同儕網路之服務效能，”*第十九屆資訊管理暨實務研討會*，pp. 806-820，2013。
- [2] 林宗翰，*M-Ring：在超級節點網路上能提供負載平衡的分散且自我組織的通訊連結方法*，碩士論文，資訊系統與應用研究所，新竹市，2007。
- [3] 陳秀芳，*在階層式點對點的網路架構下以負載平衡為導向之排程機制*，碩士論文，



- 朝陽科技大學資訊管理系碩士班，台中市，2008。
- [4] 陳榮昌、洪澄瑜，“應用模糊理論於隨意式網路的管理者選派機制，”**2007年資訊科技國際研討會**，2007。
- [5] 董育萍，**階層式無線感測網路中以負載平衡為考量的群組拓撲建置機制**，碩士論文，朝陽科技大學資訊管理系碩士班，台中市，2008。
- [6] Li, X., Zhuang, Z. and Liu Y., “Dynamic Layer Management in Superpeer Architectures,” *IEEE Transactions on Parallel and Distributed Systems*, pp. 1078-1091, 2005.
- [7] Lin, J.W., Yang, M.F. and Tsai J., “Fault Tolerance for Super-Peer of P2P Systems,” *Proceedings of the 13th IEEE International Symposium on Pacific Rim Dependable Computing*, pp. 107-114, 2007.
- [8] Liu, H., Luo, P. and Zeng, Z., “A Structured Hierarchical P2P Model based on a Rigorous Binary Tree Code Algorithm,” *Future Generation Computer Systems-Special Section: Information Engineering and Enterprise Architecture in Distributed Computing Environments*, pp. 201-208, 2007.
- [9] Xie, H., Krishnamurthy, A., Silberschatz, A. and Yang, Y.R., “P4P: Explicit Communications for Cooperative Control Between P2P and Network Providers,” *P4PWG Whitepaper*, pp. 1-7, 2007.
- [10] Xie, H., Krishnamurthy, A., Silberschatz, A. and Yang, Y.R., “P4P: Provider Portal for Applications,” *Proceedings of the ACM SIGCOMM 2008 conference on Data communication*, pp. 351-362, 2008.
- [11] Yang, B. and Hector, G.M., “Designing a Super-Peer Network,” *19th International Conference on Data Engineering Proceedings*, pp. 49-60, 2003.
- [12] Yang, J., Zhong, Y. and Zhang, S., “An Efficient Interest-Group based Search Mechanism in Unstructured Peer-to-Peer Networks,” *Proceedings of the International Conference on Computer Networks and Mobile Computing*, pp. 247-252, 2003.