國立政治大學資訊管理研究所

碩士學位論文

指導教授：楊建民博士

以語意網建構人才推薦與信任推論機制之研究—以某國立大學 EMBA 人才庫為例

研究生：蔡承翰

中華民國九十九年七月十六日

摘要

「人」是公司中最重要的資產，而在知識密集的行業中，這樣的資產更顯得重要。由於網路技術的出現，網路人力銀行也成為另外一種人才招募的新興管道，但透過網路人力銀行所召募的人才素質並沒有傳統上透過公司員工推薦進來的人才可更進一步瞭解的好處。因此本研究透過一網路人才推薦信任制度，來加強線上人力銀行之人才篩選能力，希望透過此制度能繼續保有網路人力銀行在人才招募速度上的優勢，並能加強其篩選的能力。

本研究針對人才招募管道進行了文獻的探討，提出一人才推薦制度，以某國立大學 EMBA 之人才庫，透過成員間的學經歷背景相似度，推薦出擁有相同顯性工作能力的人才。讓人才招募單位可以得到推薦的人才，並可對其作信任評價的推論。接著利用實驗來求出雛型系統的一些關鍵參數，讓雛型系統運作得更完善以及更符合使用者的需求。

本雛型系統結合了網路人力銀行人才招募方式可快速地招募到大量員工的特點，及員工推薦人才招募方式可招募到更適切員工的特點。並透過 FOAF 格式的使用，將線上社會網絡的資料格式統一，有助於縮短整個人才信任推薦系統的建立時間。

關鍵詞：招募管道、語意網、人才推薦系統、信任、社會網絡

國立政治大學 National Chengchi University

Abstract

"Human Resource" is one of the most important assets of company, especially in knowledge-intensive industries. As network technologies developed, commercial job site has also become another kind of recruitment channel. But through this kind of channel, companies don't have better chance to know new employee than traditional way. Therefore this study filters new employees by a Recommendation & Trust Inference mechanism. Hope that commercial job site would continue to keep the advantages of high efficiency in recruitment, and enhance its filtering capability at the same time.

First, this study surveys literatures in recruitment channels. And it proposes a Recommendation & Trust Inference mechanism using a national university EMBA program member data as an example. The Recommendation mechanism recommend candidates having the same specialty by comparing their similarity of education and work experience. Furthermore, recruitment unit could use Trust Inference mechanism to get suitable candidates. Third, we conduct experiments to find the key parameters for the prototype system. Make the system able to work better and meet users' needs.

The prototype system combines the benefit of commercial job site which can quickly recruit a large number of employees and the feature providing more appropriate candidates for the company recommended by staff. Simultaneously by taking use of the FOAF format, we can unify the data format in online social network. The way mentioned above will effectively reduce the system set-up time.

Keywords：recruitment channel, semantic web, human source recommendation system, trust, social network

目錄

第一章、緒論 1

第一節、研究動機 1

第二節、研究目的 3

第三節、論文章節闡述 4

第二章、文獻探討 5

第一節、招募管道 5

第二節、語意網及本體論 7

第三節、社會網路 11

第四節、網際網路中的推薦與信任 11

2.4.1 網際網路中的推薦 11

2.4.2 網際網路中的信任 13

第五節、小結 15

第三章、研究方法 15

第一節、研究流程 16

3.1.1 資料蒐集 16

3.1.2 資料整理 17

3.1.3 統計及實驗 19

3.1.4 系統建置 20

第二節、推薦機制 20

3.2.1 推薦網絡的建立 20

3.2.2 顯性工作能力推論機 21

3.2.2.1 顯性工作能力相似度推論機制中的角色 21

3.2.2.2 顯性工作能力相似度推論架構 22

第三節、信任推論機制 27

3.3.1 信任推論機制中的角色 28

國立政治大學 National Chengchi University

3.3.2 信任的種類及等級.....28
3.3.3 信任推論機制所需要儲存的資料以及使用的變數.....30
3.3.4 信任推論機制之運作.....31
第四節、資料模型.....33
第五節、雛型系統架構.....39
第六節、工具及語言.....40
3.6.1 PHP 語言的 RDF 應用程式界面(RDF API for PHP).....40
第四章、資料統計及實驗.....40
第一節、資料統計分析.....40
第二節、實驗.....42
4.2.1 實驗設計.....43
4.2.2 實驗結果.....45
第五章、雛型系統展示.....54
第六章、結論與未來研究方向.....61
第一節、結論.....61
第二節、未來研究方向.....61
第七章、參考文獻.....62

國立政治大學 National Chengchi University

圖目錄

圖 1、信任面向圖 2
圖 2、The Semantic Web “Layer Cake” 8
圖 3、推薦系統工作流程 12
圖 4、研究流程圖 16
圖 5、舊有資料欄位圖 17
圖 6、新增欄位後之資料欄位圖 19
圖 7、專業能力評價遞移性示意圖 21
圖 8、顯性工作能力推論機制中各個角色 22
圖 9、顯性工作能力的推論架構圖 23
圖 10、學歷、工作經歷資料權重樹 24
圖 11、組織－顯性工作能力等級矩陣 25
圖 12、圖形化的範例信任資料模型 39
圖 13、雛型系統架構 40
圖 14、學生擁有學歷資料的人數分配以及學生擁有工作經歷資料的人數分配圖 43
圖 15、產業分布狀況圖 45
圖 16、在「電子資訊/軟體/半導體相關業」網絡覆蓋率之變化圖 50
圖 17、在「大眾傳播相關業」網絡覆蓋率之變化圖 51
圖 18、在「農林漁牧水電資源業」網絡覆蓋率之變化圖 51
圖 19、網絡形成時間成本效益圖 54
圖 20、系統操作畫面－登入頁面 56
圖 21、系統操作畫面－使用者相關資訊頁面 56
圖 22、系統操作畫面－顯性工作能力評價人才搜尋結果頁面 57
圖 23、系統操作畫面－信任評價人才搜尋結果頁面 58
圖 24、系統操作畫面－人才搜尋結果頁面 59

國立政治大學 National Chengchi University

圖 25、系統操作畫面－使用結果滿意度調查頁面 60

國立政治大學
National Chengchi University

表目錄

表 1、學群分類表 18
表 2、產業分類表 18
表 3、功能別分類表 19
表 4、顯性工作能力評價等級 23
表 5、信任評價等級 30
表 6、Recommender Trust 與權重之對應表 32
表 7、Inferred Trust 等級與對應分數之對應表 32
表 8、範例人才資料模型的 triple data 36
表 9、資料庫統計表 42
表 10、各產業別擁有工作經歷資料個數表 44
表 11、網絡覆蓋率實驗結果表 46
表 12、網絡覆蓋率時間效益實驗結果表 52
表 13、推薦結果整理 60

國立政治大學
National Chengchi University

第一章、緒論

第一節、研究動機

「人」是公司中最重要的資產，而在知識密集的行業中，這樣的資產更顯得重要 (Pamenter, 1999)。一項研究指出，在2000年，人力資源管理最優先考慮的議題分別為招募 (Recruiting)、甄選 (Selecting) 與安置 (Placing)員工。而在這些議題當中，招募新員工的質與量將會影響到人力資源之後各功能的成功與否，如在甄選、訓練以及薪資制度。

近年來，網路的出現，影響到的層面逐漸的擴大。人力銀行的興起，形成另外一種新興的招募管道。而且其使用狀況，從 1996 年國內並無任何企業採用此種招募方式，到 1999 年台北市勞工局就業服務中心指出，企業運用網路招募管道，占所有招募方式的 10.65%，僅次於報章雜誌、同仁與親友介紹和現場徵才活動，為第四大招募管道，同時網際網路也是求職者尋找工作的第三大管道。到了 2001 年，企業運用網路徵才管道來招募員工已取代了報章雜誌，成為第一大的管道，其招募比例成長至 18.62%。而對於大學畢業的新鮮人，網路招募已成為最熱門之應徵管道，比率高達 86.52%。有鑑於以上的情況，網路招募管道已經深深影響到企業在人力資源管理的後續工作，所以透過其所招募到新員工的質與量，是極需得到企業的重視的（簡士評，2001）。下個段落會針對網路招募管道的一些成效不足的狀況加以討論，希望透過這樣的討論，能找出網路招募管道的改善方向。

雖然透過網路招募可快速地招募到大量的員工，但有研究指出所招募員工的工作表現卻不如其他召募管道（簡士評，2001）。另外一種人才招募管道－員工推薦－也是公司常用來招募人才的方法。透過公司員工來推薦應徵者，其所招募到之人才往往具有較好的工作表現，是一個相當有效的招募管道。其部分原因來

自於具有特殊技能的員工，較有可能認識相同技能的人才；另一個原因則是因為公司員工與該位被推薦者擁有較多的相處時間、空間，因此將更加了解該位人才的工作態度，以及一些隱性的工作能力（簡士評，2001）。簡單來說，就是公司員工對於該被推薦者會有一信任的評價，此信任評價包含了：一、顯性的工作能力評價(專業的能力)，二、隱性的公作能力評價(工作態度、團隊合作能力等...)。進一步來看，這些擁有相同顯性工作能力的人，可能是該員工畢業於同一個學校的同學系，或者曾經跟該位員工在同一家公司共事過。透過這樣的推斷，我們可以說，擁有越相似的學歷以及工作經歷背景，其顯性工作能力（專業的能力）越相像，或者是越擁有相似的工作技能。更深入的分析，在本研究當中所提及的信任有兩個面向，一為對其顯性工作能力（專業能力）的評價，一為對其隱性工作能力（工作態度、團隊合作能力等...）的評價，如圖 1 所示，當一個人要信任另外一位人在某領域下的工作表現很好的話，除了依照其專業能力來判斷，另外一項判斷的指標，就是比較偏向心理層面的。因為若只有好的專業能力，工作態度不好的話，在工作上也不會有好的表現的，因此當一個人對他人作信任評價時，同時是對顯性工作能力以及隱性工作能力做評價。

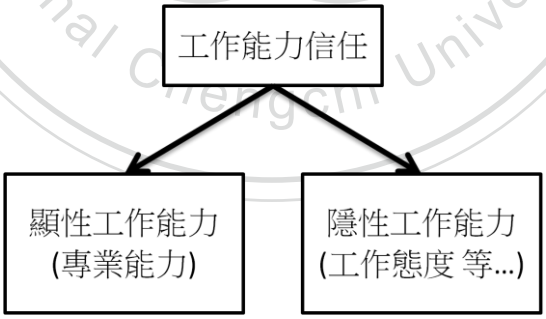


圖 1、信任面向圖

資料來源：本研究整理

透過員工推薦這樣的招募管道，雖然可招募到較優質的人力，但所花的時間相較於網路招募管道是較長的（簡士評，2001）。現今經濟逐漸發展，廠商規模漸增，員工推薦的招募管道無法充分滿足大量的人力需求的狀況。

此外，在目前的網路招募模式當中，每個人若要加入某間網路人力銀行的招募管道，就必須在該網路人力銀行中維護一份履歷表；當加入越多的網路人力銀行，其所需維護的履歷也越來越多。在這樣的狀況下，使用者為了要讓更多的求才廠商能看到自己的履歷，往往都需要在許多的網站留下並維護自己的履歷資料；若求才廠商沒加入該網路人力銀行，則沒辦法得到在該人力銀行中的相關人才資訊。在上述的狀況下，求職人才及求才廠商的資訊沒有辦法很有效率地在其間流通，因此也影響到了網路招募管道的成效。

綜合言之，網路招募管道為現今最重要且最主要企業用來招募人才的管道。因此透過網路人力銀行的網路招募管道的招募成效，也成為各界討論的重點。本研究主要針對網路招募管道所招募到人才的素質問題，以及求職人才與求才廠商之間的資訊流通問題加以討論，希望透過本研究所提出的方法，能改善網路招募管道的招募成效。

第二節、研究目的

為了要能解決研究動機中所提出來網路招募管道的兩項成效問題，透過文獻的探討，本研究期望達到以下幾項目標：

(1) 以 FOAF 實現一人才資料模型

語意網這項技術將會開創下一代人工智慧的發展，並讓不同系統間的資料交換變得更為便利。透過語意網的發展，電腦開始「讀得懂」人類在網頁上所表達的資訊，並可以幫助人類自動去處理很多事情。Finin et al. (2005) 的研究顯示，語意網目前最大的發展方向就是人脈網絡，大量的人脈網絡的語意網頁已存在網際網路當中，用來表達虛擬社群中個人以及與他人關係的資訊，其中以 FOAF 格式最為盛行。

透過統一描述人才相關資料的格式，我們將可以加強求職人才及求才廠商間的資訊流通效率，並整合網路上既有資源，快速的建立並擴大人脈網絡，以支持人才推薦及信任推論的機制。

(2) 顯性工作能力的人才推薦機制

透過可以找出相同顯性工作能力人才的推薦機制，我們可以以使用者過往評價其他使用者的評價資料，從系統中找出與被評價者有相似工作能力（有相似學經歷背景）的成員，來推薦給使用者。

(3) 信任（隱性工作能力）推論機制

當系統找出推薦人選後，接著就需要信任推論機制的幫忙。透過這信任推論機制的支持，我們可以了解該位人選的隱性工作能力。上述「顯性工作能力的人才推薦機制」、「信任推論機制」可模擬在員工推薦招募管道中，員工會推薦其信任的人給公司。在這所提之信任包含了兩個面向，一為顯性的工作能力（專業能力），二為隱性的工作能力（工作態度、團隊合作能力等…）。透過這樣的模擬，可改善網路招募管道中人才素質較不適切的問題，以加強網路招募管道的成效。

待達到上述目標之後，我們將實際建立一線上人才推薦與信任推論系統來做概念的可行性驗證。期望能透過以上三個目標，改善網路招募管道的成效。

第三節、論文章節闡述

在說明本論文之動機及目的之後，在第二章便會對招募管道、語意網及本體論、社會網絡及網際網路中的推薦與信任的相關文獻進行探討；了解這些領域中研究的發展狀況，以發展本研究之研究目標。在文章中的第三章會說明本研究的流程，以及如何達到本研究的三項研究目標；第四章、第五章，主要是透過對資料庫中學員資料的分析及實驗來求出雛形系統的相關參數，並說明雛型系統的操

國立政治大學 National Chengchi University

作流程，以一實際的範例來驗證本研究所提出之推薦與信任推論機制。最後我們將結論及未來研究方向放在第六章的地方。

第二章、文獻探討

第一節、招募管道

首先定義「招募」到底是什麼？所謂的招募是組織為了職務空缺而吸引求職應徵者的管道。一般而言，招募管道可分為兩種，一為正式管道，另一則為非正式管道。正式管道的定義是雇主與應徵者的接觸，是經由外界組織或仲介機構的安排，主要包含公、私營職業介紹所、校園招募、駐校辦事處、廣播、電視及報紙或專業雜誌的招募管道…等等；非正式管道的定義為雇主與應徵者的接觸，並非經由外界組織或仲介的安排，主要為員工推薦、親屬或朋友推薦、自薦、雇用離職員工…等等所組成（簡士評，2001）。正式管道擁有資訊傳遞快速且廣大的特性，因此可以快速的招募到大量的員工；非正式管道雖然招募的速度較慢，但透過推薦者對於公司以及被推薦者的了解，可以替該職缺找到較適合的人才。

有許多學者在其研究中針對正式管道以及非正式管道的有效性進行討論，到底哪種招募管道會必較適合組織呢？Rees (1966) 認為傳統上經濟學者對非正式招募管道採取較懷疑的態度，這是因為這些經濟學者認為勞動市場資訊是容易隨著時間而消逝地，舉例如言，當A取得一公司的職缺資訊，若此職缺適合A，A會隱藏這項資訊，以避免過多的競爭者；若此職缺並不適合他，則此項職缺的資訊也會因此而消逝，並不會傳遞到他人。這時若此職缺資訊是由一些公私立輔導就業機構來蒐集的話，職缺資訊對於A沒用，但或許對B或者是C是有用的。簡而言之，此項職缺資訊不會快速的消逝而被浪費掉，因此傳統上的經濟學者會認為

正式招募管道會優於非正式的招募管道（李誠、簡士評，2001）。但李誠則認為這些管道的有效性與經濟發展的程度有相當的關聯，當經濟發展初期時，失業以及未充分就業的人口數很多，且廠商需求的職缺數較少。透過親友或者是員工推薦的非正式管道其成本低廉且有效，因此也成為多數企業主愛用的方式。這樣循環的結果，讓經濟發展初期時大部分的求職者，多是透過非正式招募管道來得到工作；但是當經濟逐漸地發展起來，廠商的規模倍增，對於職缺供給量大量的增加，此時傳統上非正式的招募管道，已無法滿足這樣的需求。這時透過正式招募管道大量且資料傳遞快速的特性，將可滿足需求，也因此大多數的企業便會採取這樣的招募管道。但是Rees (1966) 也認為非正式招募管道還是有其特殊的優點與效用，例如，利用員工推薦的管道，員工較了解職缺的內容以及被推薦者是否適合該職缺，因此提供了雇主一個很好的篩選工具。除此之外，非正式管道成本低，非正式管道也傾向找到鄰近地區的應徵者，如此會降低員工因交通因素所造成的遲到、曠職，甚至是離職。Taylor and Schmidt (1983) 也認為非正式招募管道較正式招募管道可以透露出更多的職缺資訊。這樣的結果降低了離職率，透過以上的討論，簡士評 (2001) 認為就資訊傳播的角度來說，正式管道優於非正式管道。透過正式管道可以將職缺傳播的範圍擴大、取得資訊的人更多，因而會找到更多的應徵者，並且會有更多的應徵者經由正式管道進入公司內部；但若以工作結果表現來說，非正式管道將會優於正式管道。

現今，網際網路的快速發展，更出現了網路招募的這種新興招募管道，網路招募是屬於正式招募管道的一種方式。相較其他的推薦管道而言，這樣的管道來的更加便宜，也因此逐漸成為各企業招募人才的主流管道之一。就台灣而言，目前最常使用的招募管道為網路人力銀行與報紙或雜誌的廣告，以平均成本來計算，經由網路人力銀行僱用一人的費用約為新台幣三千五百元，而經由報紙或雜誌僱用一人的平均費用約為新台幣一萬三千元左右。而以網路快速傳遞資料的特性，更加快了人才招募的流程。在人才招募量已達到期望的結果之下，企業更將注意

力放在，招募人才之質上面。在這樣的一個期望之下，網路招募並不能完全滿足企業的需求。根據Kuhlen (2001) 的調查研究指出，在歐洲約有33%的受訪公司認為經由網際網路招募的員工會有較高的離職率，有44%認為很難找到非常合適的人才。透過以上對於網路招募管道的討論，也導出本研究的其中一項動機。

第二節、語意網及本體論

自 1969 年網際網路的發展至今，已經有太多的資訊充斥在網際網路上。在這資訊爆炸的時代，若只單單靠人的眼睛來篩選所需要的網路資訊，恐怕會很快的就被這些資料所淹沒。目前的網際網路技術多是把文件化的資訊數位化，使得人們可以自由去使用，但它並沒有辦法幫人類有效地去過濾及處理這些資訊。這是為什麼呢？就是因為電腦沒有辦法看得懂這些資訊。

有鑑於此，Berners-Lee and Fischetti (1999)提出新一代的網路資訊架構—「語意網」。他主張將線上的資訊結構化，也就是將全球資訊網上的網頁，改成電腦能夠看得懂的型態。透過這樣的方式，機器可以自動化得幫人類處理事情及分類資訊。而這樣的一個網路架構，並不是捨棄掉目前網際網路的架構，而是延伸目前的架構，並將意義的註解加在裡面。

下圖為 Berners-Lee and Fischetti (1999) 所提出的語意網架構。透過這張圖，我們可以發現語意網是透過好幾層的技術（語言），一層一層加上去而達成的。

國立政治大學 National Chengchi University

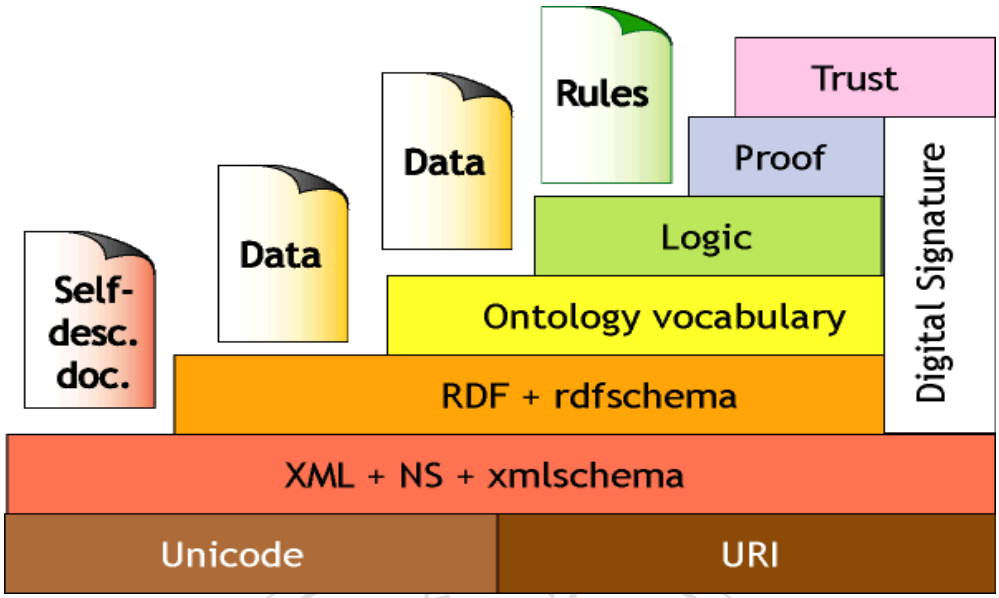


圖 2、The Semantic Web “Layer Cake”

資料來源：Berners-Lee & Fischetti (1999)

本體論原本是哲學領域的一支，其探討的就是物體的本質，也就是說「這到底是什麼？」。現今在電腦科學的領域當中，本體論所代表的是一個領域中的正式概念，也就說它描述了在一個領域中的各種物體其種類的關係。舉個例來說，在生物這一個領域當中，各種生物可以分為各個界，每個界底下又有某些門，每個門的生物又可分為好幾個綱，每個綱又可繼續分類下去。透過這樣的一個描述，我們可以了解各種生物間的關係。現今 W3C [h]也定義了一些本體論的描述語言，用來描述網頁中內容，包括了 RDF 及 OWL。透過這些語言的描述，電腦可自動化處理網頁的內容，不再受限於自然語言複雜的解析及 Relational Database 的表達限制 (Antoniou and Harmelon, 2008; Finin et al., 2005)。豐富的知識表達方式，讓原先透過 Relational Database 很難表達的知識都被電腦讀取且被處理，這樣一來，電腦便可處理更複雜的事情。在何丁武等 (2006) 的文章中，作者利用本體論來描述電子音樂的知識，其中包括了類別以及關係屬性。透過這樣的描述，我們依照電子音樂的類別，或者是類別與類別間的關係來進行更複雜的音樂推薦。另外楊永芳 (2002) 也利用了本體論來描述知識，透過知識節點間的關係聯結，可以找到相關聯的知識節點，有助於一個概念的知識擴展。簡單來說，當現在有

個字彙 ”eBay” 出現，透過本體論，我們可以找出與 eBay 知識節點有相關聯的知識節點，例如：網購，並加入此知識節點，讓整個知識概念更完善。

目前語意網的發展領域相當廣泛，各行各業都有自己的本體論，例如都柏林核心集 (Dublin Core) …等，更有本體論的搜尋引擎應運而生（Swoogle）[e]。而為了因應整個線上社會網路的發展，有關社會網路的本體論也被提出，例：The Friend of a Friend Ontology (FOAF)。FOAF 這項計畫開始於 2000 年，由 Dan Brickley & Libby Miller 所創造，此計畫主要是希望能提供一個線上的社會網絡，而這樣的社會網絡是由許多機器可讀的頁面所組成的。這些頁面描述了這社會網絡中每個節點的個人資料，例如：姓名、個人網頁、曾經讀過的學校等…，除此之外 FOAF 更可以表達出此節點認識該網絡中的哪些結點。

透過 FOAF，線上社群網站的使用者不必再擔心因為其朋友使用不同網站的服務而斷絕的聯絡，FOAF 可以連結來自不同來源的使用者資料，讓全世界的線上網絡可以串連在一起 [a]。

FOAF 是一以 RDF 為基底的模型，其透過一些已預先設定的詞彙來描述人的屬性以及與其他人之間的關係 [b]，以下為一 FOAF 格式的範例。

```
<foaf:Person>
    <foaf:name>Dan Brickley</foaf:name>
    <foaf:mbox_sha1sum>241021fb0e6289f92815fc210f9e9137262c252e</foaf:mbox_sha1sum>
    <foaf:homepage rdf:resource="http://rdfweb.org/people/danbri/" />
    <foaf:img rdf:resource="http://rdfweb.org/people/danbri/mugshot/danbri-small.jpeg"/>
</foaf:Person>
```

以上的 FOAF 範例可以以下幾句語句來表達，「這裡有一位人，他的名字叫 Dan Brickley。他的電子郵件信箱 hash 編碼為 24102… 。他的個人網頁為 http://rdfweb.org/people/danbri/...」，除了以上這些字彙之外，FOAF 更可以利用 foaf:knows 的屬性來建立人與人之間的連結。

透過 FOAF 的使用，可以將線上社會網絡的資料格式統一，統一的格式將有助於縮短整個人才推薦與信任推論系統的建立時間。另外，也由於 FOAF 為目前世界上發展最為廣泛的本體論 (Finin et al., 2005)，許多著名的社群網站也採用 FOAF 來描述該網站的使用者，例如：Live Journal [g]。所以若系統能讀取 FOAF 格式的資料，將可立刻利用到目前網路上已有的社會網絡資料，加速整個線上信任網絡的形成。透過 FOAF 本體論，機器能夠自動處理、推論社會網路中個人的基本資料以及人與人之間的關係，實現了以往只有在封閉式網站才有的運算能力。本研究中每位成員的履歷資料便是利用 FOAF 本體論來儲存。

除了自動化處理及推論網頁的功能之外，語意網另外一項最大的幫助就是可以支援整合不同來源的資訊。透過某領域下統一的本體論，該領域下各個組織可以在語意網上共享資料，幫助該領域下知識的整合。游卓凡 (2007)提出目前國內廣告公關業界中諸多問題的源頭都是在於資訊不交流，不透明的生態，而造成了一連串的惡性循環，導致整個業界每況愈下。考慮了上述的問題，該研究便為國內廣告公關業設計了一知識本體，透過這樣的本體，廣告公關公司便可在之中，建立、及分享相關的知識，打破同業公司間的隔閡。在本研究當中，透過 FOAF 格式的延伸，不僅可以讓這些資料是可以被分享的，不必再為了要加入不同的網路人力銀行，而又再維護一份新的履歷資料，加強求職者以及招募單位之間的資訊流通。更進一步地可以利用目前網際網路中已經建好的 FOAF 文件，加快整個人脈網絡的形成。

第三節、社會網路

社會網路的發展已經有一段時間了，其中有一很著名的理論「Six degrees of Separation」，其由 Stanley Milgram 在 1960 年代所提出(Milgram, 1967)，這理論指出在這世界上的任一兩個人之前，可以透過最多不超過六個人連結得到。社會網絡的研究範圍相當的廣泛，更包括了疾病的傳播 (Golbeck et al., 2003) 以及工作的找尋；在 Marmaros and Sacerdote (2002) 當中也證實了不同網絡對於找工作的結果有極大的相關，要找到好的工作跟你所位於的社群是互相連結的。到了最近，網際網路上社群網站的蓬勃發展，更將原先在現實生活中的社會網路，移植到網路上。許多原本在現實生活中的社會網路功能，也都在網際網路上展現，其中包括了，人員的招募及工作職缺的介紹 [d]。透過網路使用者之間的連結，我們可將資訊透過一條一條的人脈路徑傳遞出去，不僅加快了資訊的傳遞，也利用了人脈的特性，判斷資訊的可靠度。

在 Golbeck (2009) 的研究中更進一步地探討，目前線上社群網絡中的公共資料通常只包括網絡中的結構（誰是誰的朋友等...），許多使用者與使用者間的互動紀錄，以及使用者與系統間的互動紀錄都是隱密的。因此許多以此開發的應用受到了相當大的限制，如果在設計相關的演算法時，也應該要考量到資料現有欄位的問題。以本研究為例，因為目前所擁有某國立大學 EMBA 學員的資料只包含了其相關的學經歷背景，為了要能讓人才推薦機制能夠順利的運作，本研究便利用同學及同事的關係來達到網絡的建立。接著再利用成員間學經歷背景的相似度，來推算出其顯性工作能力相似的程度，最後再以此向招募單位推薦相關的人才。

第四節、網際網路中的推薦與信任

2.4.1 網際網路中的推薦

在網際網路蓬勃發展的今天，網路上充斥的許多資訊，包含了商品、電影、部落格文章、網頁等資訊。為了要在有限的時間內得到有用且符合自己需求的資訊，網際網路中的推薦機制便扮演了相當重要的角色。推薦系統工作流程主要分為三個步驟，第一個步驟是蒐集使用者資訊，並且加以存檔；第二個步驟是根據使用者資訊進行資料的篩選與推薦；第三個步驟是使用者對於推薦結果進行評估後回饋給系統（何丁武等，2006），如圖 3 所示。

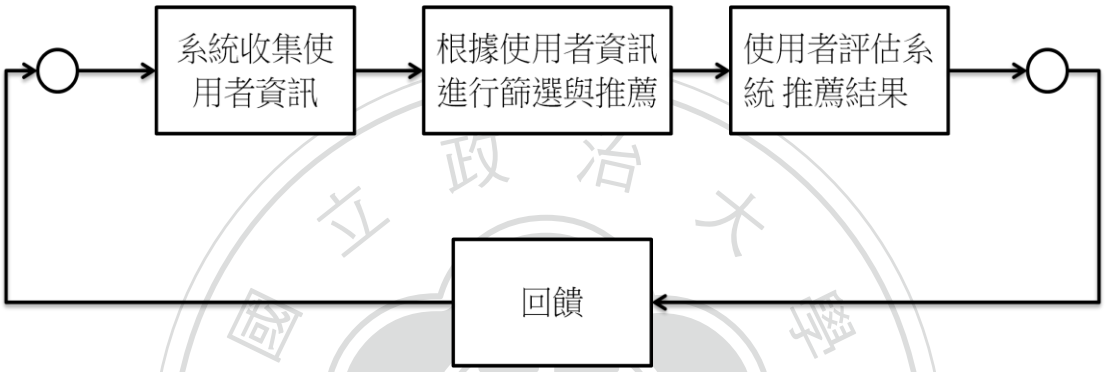


圖 3、推薦系統工作流程

資料來源：何丁武、邱耀漢、楊建民(2006)

進一步地我們可以將網際網路中的推薦機制進行分類，分別為內容式過濾、協同式過濾與連結導向 (McDonald, 2003)，分別說明如下：

(1) 內容式過濾 (Content-Based Filtering)

內容式過濾推薦方式主要比較使用者的喜好與其他資訊，或者是商品間的相似度（相關度）。相似度（相關度）越高的資訊，商品越會被推薦給使用者。

(2) 協同式過濾 (Collaborative Filtering)

協同式過濾推薦的方式，主要是比較使用者本身對商品或是資訊評價的相似度。在這裡我們可以稱使用者對商品或資訊的評價資訊為「使用者輪廓」，使用協同式過濾的推薦系統，會推薦使用者輪廓與使用者相似的系統中其他成員所評

國立政治大學 National Chengchi University

價的資訊，或者是商品，給該使用者。

(3) 連結導向 (Link-Based)

此種方式主要是利用圖論演算法，找尋整個圖中，最多人參照到的節點，並將此節點推薦給使用者。

本研究中的人才推薦，主要是採用 Content-Based Filtering 的推薦方式，此種方式主要是透過商品或資訊本身間的相似度，來推薦相似的物品給使用者。在本研究中，首先會請使用者對數個認識的成員作顯性工作能力評價，透過計算成員與成員間學經歷背景的相似度，來找出擁有相似顯性工作能力的成員，並把這些成員們推薦給使用者。

2.4.2 網際網路中的信任

除了上節所述的那些傳統的推薦方式，有學者便將現實生活中，朋友對朋友的推薦方式，引用至網際網路當中。現今所發展的網際網路中的信任應用相當廣泛，其應用像是電影的推薦、電子郵件的篩選、部落格推薦等等(李永銘等，2007；李永銘等，2006；Golbeck et al., 2003；Golbeck, 2006)。信任的發展在目前這種資訊爆炸的狀況之下，尤其重要。最近，許多信任相關地研究大多著重在「信任推論」上面，這種信任值預測的模型，多在利用信任值在信任網絡（利用信任關係所串起的人脈網絡）中的傳播，來預測對於一未曾碰面過網絡中成員的信任度(Abdul-Rahman and Hailes, 2000；Golbeck, 2003)，透過這樣的推論，便可對一未曾謀面的人得到信任的評價。Sinha and Sewaringen (2001) 發現使用者較喜歡從他們認識，或是信任的人那裡收到推薦，例：朋友、家人等…，勝過於從線上推薦系統那收到相關推薦資訊。於是有研究便開始利用”信任”來支援或者是取代傳統上的推薦方式。在 Papagelis et al. (2005) 中便利用兩使用者間評價物品的紀錄來計算其中的品味相似度，當相似度越高時，便可以說兩使用者間存在越大的信

任。透過這些信任值的建立，雖然兩使用者之間並沒有相同的商品評價記錄，但透過信任的推論，系統便可利用推論的結果來支援 Collaborative Filtering 的推薦方式，擴大 Collaborative Filtering 的推薦範圍。Kim et al. (2008) 便利用信任來取代傳統的 Collaborative Filtering 推薦方式，直接利用 Global Trust 來做推薦；Cosley (2003)、Ziegler and Golbeck (2005)、Bonhard et al. (2006)、Golbeck (2009) 等人也透過實驗的方式，來找出傳統上 filtering 中的相似度跟信任是否有關係。實驗發現當使用者越相似的時候，其越信任對方或者其間的合作也越愉快。不過在上述研究中的相似度，多半侷限在商品評價的紀錄，或者是使用者的基本資料（年齡、性別等），而且其所探討信任的領域多半是某種品味上的信任，例：電影、音樂及部落格文章等，跟本研究所論及之學經歷背景相似度及在某產業別中的工作表現信任有相當大的差別。因為在上述研究中，實驗顯示當使用者越相似的話，其對對方的在品味的信任度越高，這是合理的，因為當你跟其他使用者越相似的話，同時也代表你與他的品味越雷同，因此合理的推斷你會越信任其品味。但是若此信任是指在某產業別下工作表現的信任，當使用者之間學經歷背景越相似時，並不代表其越相信其工作能力，我們只能推斷說使用者們在該產業別下的顯性工作表現會一致。

更進一步的來討論信任的種類，有研究提出信任可分成兩種 (Kim et al., 2008)，一為 Global Trust（信譽），另一為 Local Trust（信任推論）。在 Global Trust 信任度計算方式之下，因為信任度的值是綜合網路整體的意見而來，因此每項資訊都有一固定的信任度，而不會因為之於不同的人而有所改變。這樣的狀況，與現實生活中的狀況不是那麼的相同。就現實而言，每個人對於同樣的資訊都有不同的信任度，所以這樣的機制實在不足以反映現實。這樣看起來 Local Trust 似乎是比較滿足現實的狀況，但 Local Trust 信任度計算方式，有一缺點，那就是每個人都必須要維護一份朋友的信任清單。以現今的狀況之下，這樣的信任資訊是缺少的，必須要重頭建立，所以透過 Global 以及 Local Trust 的結合，將是一較可

行的方式。

第五節、小結

由文獻中我們可以看出，在目前網路招募管道上也存有人才推薦以及信任推論的需求。而為了能結合員工推薦招募管道中的好處，本研究採用了 Content-Based Filtering 之人才推薦模型，找出擁有相同顯性工作能力的人才，接著再進一步地透過信任推論模型，推論出該人才的信任度，以解決網路招募管道缺乏推薦以及信任評價的現況。另外透過語意網的技術，我們將 FOAF 格式作延伸，可以讓這些成員的履歷資料是可以被分享的，不必再為了要加入不同的網路人力銀行，而又再維護一份新的履歷資料，加強求職者以及招募單位之間的資訊流通。更進一步，可以利用目前網際網路中已經建好的 FOAF 文件，加快整個人脈網絡的形成。希望能透過以上的作法，讓網路招募管道可擁有原先資料傳遞上的優勢，更能擁有非正式管道中的種種好處。

國立政治大學
National Chengchi University

第三章、研究方法

本研究探討了社會網路上之信任機制以及人才招募之相關文獻，期望能夠找出：

(1) 以 FOAF 實現的人才資料模型

(2) 顯性工作能力的人才推薦機制

(3) 信任（隱性工作能力）推論機制

最後利用某國立大學 EMBA 學員資料，將其轉換為本研究所設計出之人才資料模型。透過實驗來找出推薦系統的相關參數，並利用這些參數實做一線上人

才推薦與信任推論系統來做驗證。

第一節、研究流程

整個研究的流程包括了以下幾個步驟如：資料蒐集、資料整理、統計及實驗、系統建置。如圖 4 所示，在文章後面會對各個步驟加以描述。

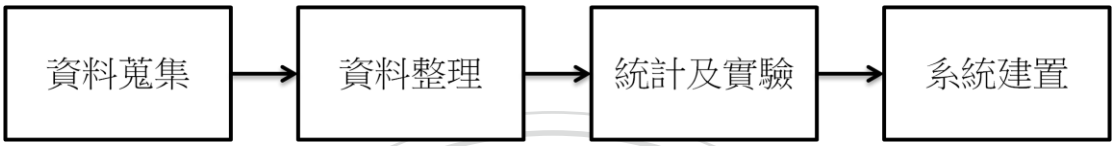


圖 4、研究流程圖

資料來源：本研究整理

3.1.1 資料蒐集

本研究針對的是網路人力銀行人才的招募，因此資料蒐集的目標為具有個人基本資料、最高學歷以及過往工作經歷等欄位的資料。考量資料需求屬性，最後決定以某國立大學 EMBA 學程的學員資料，當作本研究的資料來源。因為國內 EMBA 學程的錄取要求需要多年的工作經驗，因此這類學程中學員的資料擁有基本資料、最高學歷以及豐富過往工作經歷等資料，正好符合本研究的需求。

本研究整理該學程內 87 至 99 學年入學之學員資料，擷取出與本研究相關的資料欄位，並對資料作保密處理（修改學員姓名、畢業學校名稱、工作經歷公司名稱），資料筆數共計 2354 筆，資料欄位顯示如下：

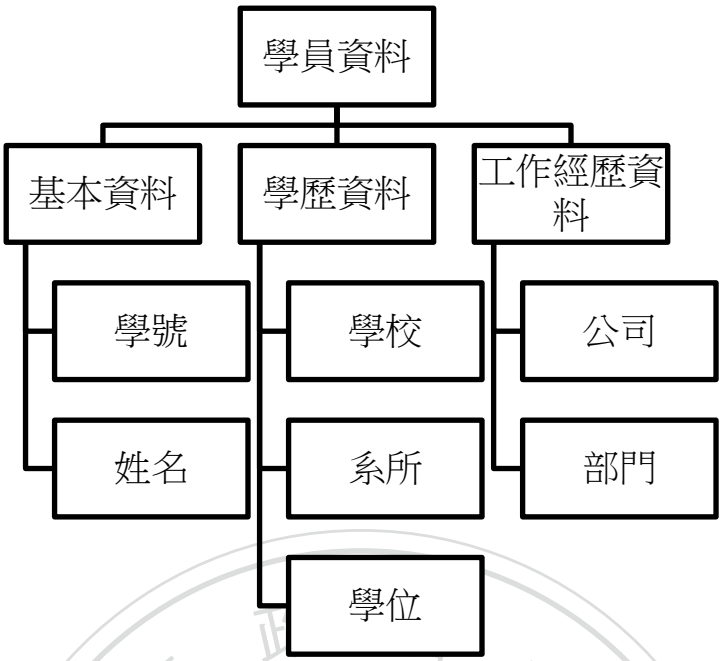


圖 5、舊有資料欄位圖

資料來源：本研究整理

3.1.2 資料整理

為了要讓這些資料更符合研究的需求，首先對學歷資料內的學校做校名的統一。校名的統一包括將校名簡稱改為全名，如：臺大→臺灣大學，以及將改制前的校名改成改制後的校名，如：台北工專→台北科技大學。原來資料庫中的學校筆數為 232 筆，經過整合後的學校筆數變為 220 筆。接著在對工作經歷資料內的公司名稱作統一。公司名稱的統一包括將公司的簡稱改為全名，如：台積電→台灣積體電路股份有限公司，以及將公司的英文名稱改成中文名稱，如：HTC→宏達國際電子股份有限公司。透過這樣的整合，公司名稱由原來的 3434 筆減為 2542 筆。

除了作上述學校、公司名稱的統一，本研究也對這些資料做了欄位上的新增。新增的欄位包括了學群（系所的分類）、產業別（公司的分類）以及部門別（部門的分類）。學群分類考量到與工作的相關性，因此是以國內最大的網路人力銀行－104 網路人力銀行裡對系所的分類而定，總計分為 18 類，如表 1 所示。

表 1、學群分類表

教育學科類	藝術學科類	語文及人文學科類	經濟社會及心理學科類	法律學科類
商業及管理學科類	自然科學學科類	數學及電算機科學學科類	醫藥衛生學科類	工業技藝及機械學科類
工程學科類	建築及都市規劃學科類	農林漁牧學科類	家政相關學科類	運輸通信學科類
觀光服務學科類	大眾傳播學科類	軍警體育及其他學科類		

資料來源：(104 網路人力銀行)

考量到業界對於產業別的分類，本研究中的產業別分類以國內最大的網路人力銀行－104 網路銀行裡對產業的分類而定，總計分為 17 類，如表 2 所示。

表 2、產業分類表

批發/零售/傳直銷業	文教相關業	大眾傳播相關業	旅遊/休閒/運動業	一般服務業
電子資訊/軟體/半導體相關業	一般製造業	農林漁牧水電資源業	運輸物流及倉儲	政治宗教及社福相關業
金融投顧及保險業	法律/會計/顧問/研發/設計業	建築營造及不動產相關業	醫療保健及環境衛生業	礦業及土石採取業
住宿/餐飲服務業	其他			

資料來源：(104 網路人力銀行)

另外參考呂等人 (2009) 文中所提之功能別分類定義，將部門分類成 12 類，如表 3 所示。

表 3、功能別分類表

生產	行銷	人力資源管理	資訊管理	研發
法政服務	經營管理	教育	專案管理	財務管理
傳播	醫療服務			

資料來源： 104 網路人力銀行

新增後的資料欄位，顯示如下（新增的欄位以紅框表示）。

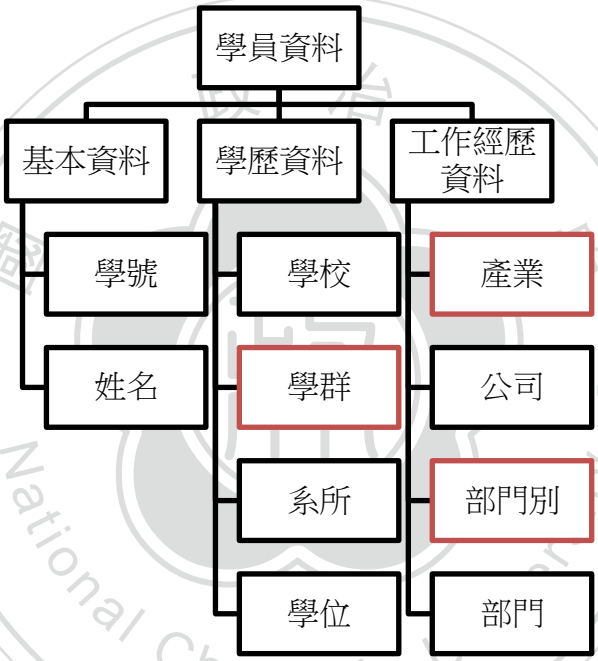


圖 6、新增欄位後之資料欄位圖

資料來源：本研究整理

3.1.3 統計及實驗

在本研究的推薦模型當中，有兩項重要的參數分別為「向外尋訪階層數」、「初始所需輸入顯性工作能力評價人數」。為了要找出相關系統參數，首先統計出各項學員資料的資訊，並設計了一項實驗，以找出在哪些參數下可以建構出一較完整的推薦網絡。

3.1.4 系統建置

在研究的最後,將建立一線上人才推薦與信任推論系統,透過此系統的建置,以驗證在一分散式資料架構下，實行推薦以及信任推論的可行性。

第二節、推薦機制

3.2.1 推薦網絡的建立

在網路招募管道當中，其組成的成員包含了兩種角色：一為工作需求者，二為工作供應者，每個工作需求者都擁有一份應徵工作的履歷表。一份最基本的履歷表，內容包含了個人資料、工作經歷、學歷資料以及自傳。有研究指出，人對於人的評價，部分來自於人對於該人所在系統的評價而來 (Huang and FOX, 2006)。這裡所指的系統包括某個組織或者是團體，舉例而言，A 對政治大學商學院有極高的顯性工作能力評價，而 B 為畢業於政大商學院的校友，因此 A 也會相信 B 在某領域下的顯性工作能力。這裡所指的顯性工作能力指的是對於專業的能力，進一步分析這樣「專業能力評價遞移」，大家對於組織的顯性工作能力評價來自於組織中所有成員表現的累積。也就是說當大家評價該組織中某成員的表現很好的話，也會對於該組織產生相同的印象，間接的也對於該組織中其他的成員產生相似的顯性工作能力評價。透過這樣的「專業能力評價遞移性」，便可建立起一推薦網絡，如圖 7 所示。

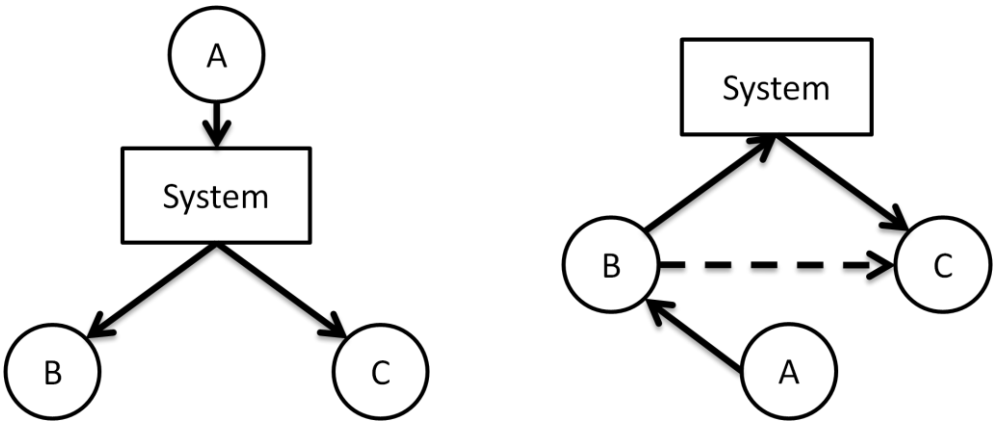


圖 7、專業能力評價遞移性示意圖

資料來源：本研究整理

以這樣的概念作出發，本研究利用網絡中成員的學歷以及工作經歷等資料來做人與人之間的聯結，透過學歷資料中的學校、學群，工作經歷資料中的產業、公司來做人於人的關係聯結。舉例而言，假設 B 畢業於政治大學的商業及管理學科類，且曾經在兆豐銀行工作過，當 A 評價 B 在金融投顧及保險業中的表現是很好的，間接著也可假設 A 認同 B 在政大的同學以及 B 在兆豐銀行同事的顯性工作能力（專業能力）表現。

3.2.2 顯性工作能力推論機制

整個推薦推論的機制的基礎是來自於「顯性工作能力相似度」的一個特性－遞移性，本研究所提出的顯性工作能力推論機制主要是基於 Huang and FOX (2006) 所提出之人對於系統的信任加以延伸而成，透過相似度的遞移，更可以人才的推薦擴及整個網絡。

3.2.2.1 顯性工作能力相似度推論機制中的角色

在本研究的顯性工作能力推論機制當中，所參與的角色有三種，分述如下：

(1) Source：在此推論機制中，要求進行顯性工作能力相似度推論的節點，即稱之為 Source 節點。

(2) Sink：在此推論機制中，被進行顯性工作能力相似度推論的目標節點，即稱之為 Sink 節點。

(3) Recommender：在此推論機制中，Source 節點與 Sink 節點之間所有人脈推薦路徑中的節點，即稱之為 Recommender 節點。

圖 8 為各角色在顯性工作能力推論機制中的示意圖，在圖中的 Source 節點到 Sink 節點之間有兩條人脈路徑，而在這兩條路徑上則有三個 Recommender 節點分別為 R1、R2、R3。在本研究的顯性工作能力推論機制當中，Source 節點與 Sink 節點之間並沒有直接的連結，因此需要透過第一條人脈路徑 (Sink→R1→R2→Source)，將 R1 對 Sink 的顯性工作能力相似度透過 R2 傳回，並與第二條人脈路徑 (Sink→R3→Source) 中，R3 對 Sink 的顯性工作能力相似度作結合，得到最後推論出 Source 到 Sink 的顯性工作能力相似度。

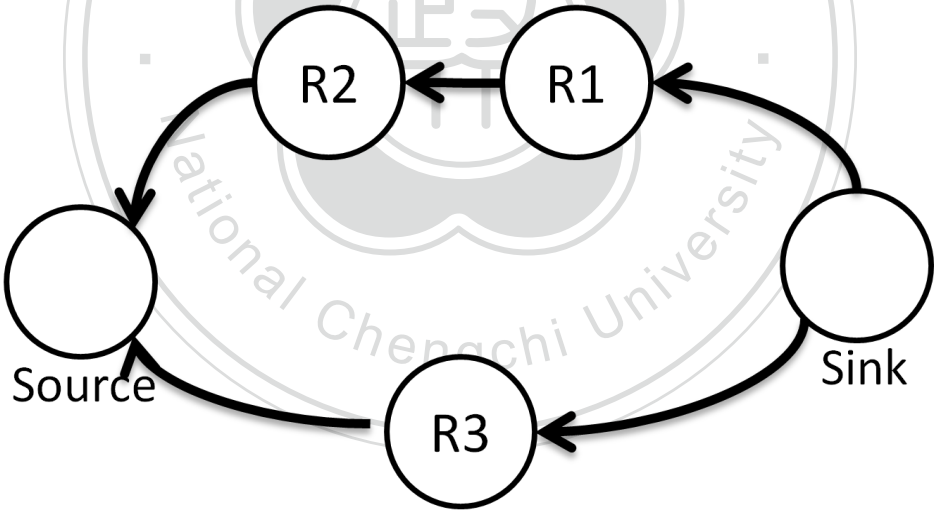


圖 8、顯性工作能力推論機制中各個角色

資料來源：本研究整理

3.2.2.2 顯性工作能力相似度推論架構

進一步繼續解釋本顯性工作能力相似度的推論架構，圖 9 為本研究所提之顯性工作能力的推論架構圖。

圖 9、顯性工作能力的推論架構圖

資料來源：本研究整理

Step A 填寫顯性工作能力評價資料

推論機制開始於這個步驟，一開始推薦與信任推論系統會要求使用者為數個網絡中的成員來作領域下的顯性工作能力評價。在此所提出之領域即為產業別，這項評價將會作為推薦機制，判別該被評價成員在某產業別下的顯性工作能力。這項步驟除了對被評價成員評價其顯性工作能力，而此評價也會被延伸至對該位被評價成員曾經待過組織（畢業學校學群、工作經歷公司）在某產業別下的顯性工作能力評價，評價等級如下表所示。

表 4、顯性工作能力評價等級

顯性工作能力評價等級
VG (Very Good)
G (Good)
B (Bad)
VB (Very Bad)

資料來源：本研究整理

Step B 推薦路徑搜尋

Step B 開始於推薦網絡中搜尋所有 Source 節點至 Sink 節點的推薦路徑，並將此路徑儲存下來，以利後續成員顯性工作能力相似度的計算與推論。

Step C 成員顯性工作能力相似度計算

在這步驟當中，推薦機制便會對所有推薦路徑當中的相鄰成員，倆倆來作顯性工作能力相似度 (WAS) 的計算。關於 A、B 兩位成員間的顯性工作能力相似度主要是由兩部分所組成，一為成員 A 對成員 B 的學經歷相似度 (BS)，一為成員 A 對自己和成員 B 所待過組織的顯性工作能力等級信賴度 (WLC_O)。首先對學經歷相似度 (BS) 作描述，在相似度上的計算本研究首先將成員的每筆學歷、工作經歷資料轉換為樹狀結構，每筆學歷或者是工作經歷資料都會被轉換成一顆樹，接著在對每棵樹的節點加上權重，如圖 10 所示。

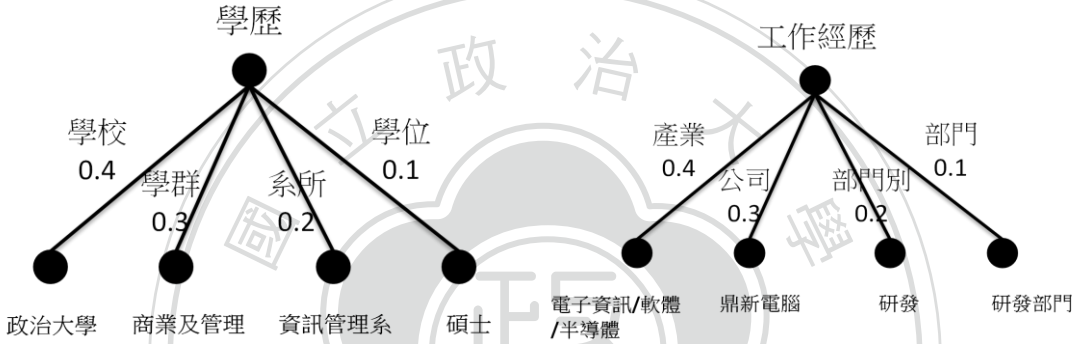


圖 10、學歷、工作經歷資料權重樹

資料來源：本研究整理

參考 Bhavsar et al. (2003) 中對於加權樹的相似度計算演算法，接著開始對學歷資料中的每筆學歷資料兩兩比對計算其相似度，如以下式子所示。

$$\text{weightes Tree Similarity} = \frac{\sum(s_i(w_i + w'_i)/2)}{\sum(w_i + w'_i)/2}$$

s_i：節點間資料的相似度，若兩節點值一樣的話則為 1，反之為 0

w_i、w'_i：相同名稱弧線的權重值

計算完兩兩的相似度過後，將其作平均，接著對工作經歷資料作一樣的操作，最後將兩筆平均值再去作平均，所得到之值稱為學經歷相似度 (BS)。

接下來繼續說明成員 A 對自己和成員 B 所待過組織的顯性工作能力等級信

賴度 (WLS_O) 計算方式。在 Step A 中有提到，當成員 A 對成員 B 作評價時，同時該評價也會被延伸至成員 B 曾經待過的組織(畢業學校學群、工作經歷公司)。在本研究當中，組織（畢業學校學群、工作經歷公司）和每個顯性工作能力評價等級在每個產業別當中會組成一”組織－顯性工作能力等級矩陣”，如下圖所示。矩陣中的值即為該組織所累積的顯性工作能力等級評比次數，每當使用者對某位成員作信任評價時，系統便會記錄在相對應的欄位。

	台積電	台達電	兆豐銀行	……			
Very Good	C_{11}	C_{12}	C_{13}	C_{14}	……		
Good	C_{21}						
Bad	C_{31}						
Very Bad	C_{41}						

圖 11、組織－顯性工作能力等級矩陣

資料來源：本研究整理

舉例來說，當 A 給 B 一個在「金融投顧及保險業」顯性工作能力評價－Very Good 時，這時系統就會自動修改該產業別的組織－顯性工作能力等級矩陣，將 B 所有待過的組織在相對應欄位中的值加上 1。透過這樣的矩陣我們可以求出在某產業下各個顯性工作能力等級的組織的顯性工作能力等級信賴度。首先我們先求出該產業下某等級評比次數的百分位數，而該組織在該產業下某顯性工作能力等級信賴度的計算公式如下。

$$WLS_O = \begin{cases} r/100 & \text{當該組織的評比累積次數之位置正好位於百分位 r 上} \\ 2r + 1/2\,00 & \text{當該組織的評比累積次數之位置介於百分位 r 及 r + 1 間} \end{cases}$$

當計算完 BS 及 WLS_O 之後，則可求出 WAS，式子如下。

$$WAS = \frac{1}{2} \times WLS_O + \frac{1}{2} \times BS$$

Step D 成員顯性工作能力相似度推論

當推薦路徑中，相鄰成員間的顯性工作能力相似度得到之後，便需要透過推薦路徑上成員間 WAS 的傳遞，來得到被使用者評價的成員 (Source 節點) 至 Sink 節點間的顯性工作能力相似度 (WAS)。另外當使用者節點與 Sink 節點間存在有多條路徑時，也需要整合每條推薦路徑以得到最後的 WAS。本論文參考了 Golbeck (2006) 裡所提出之信任推論公式，來計算最後整合的顯性工作能力相似度，節點 i 至節點 s 的 WAS 計算請見下式。

$$WAS_{is} = \frac{\sum_{j=0}^{n} \begin{pmatrix} (WAS_{js} \times WAS_{ij}) & ,\text{if } WAS_{ij} \geq WAS \\ (TC_{ij} \times TC_{ij}) & ,\text{if } WAS_{ij} < WAS \end{pmatrix}}{\sum_{j=0}^{n} WAS_{ij}}$$

n：與 i 節點在推薦路徑中相鄰節點的個數

Step E 依相似度決定顯性工作能力評價

當被使用者評價後的節點 (Source 節點) 到 Sink 節點之間的顯性工作能力相似度都算好之後，最後一個步驟就是觀察哪一個信任等級的信賴度最高，選出擁有最高相似度的顯性工作能力等級即為使用者節點對 Sink 節點的顯性工作能力評價推論值，公式如下：

$$WAS_a = (WAS_{1\rightarrow sink}, WAS_{2\rightarrow sink}, WAS, \ldots\ldots)$$

$$WAS_{max} = \max(WAS_a)$$

顯性工作能力評價推論值 ＝ 擁有WAS_{max}的顯性工作能力等級

WAS_a：被使用者信任評價的節點至 Sink 節點的 WAS 集合向量

綜合以上對於人才推薦的討論，我們可以看出，本研究所提出的推薦機制包含了以下幾個特性：

(1) 顯性工作能力是分領域的

(2) 當 A、B 兩成員學歷或者是工作經歷背景越相似者，系統有越大的信心（越高的相似度）說 B 的顯性工作能力近似於 A

(3) 顯性工作能力評價決定於擁有最高 WAS 的顯性工作能力評價等級

(4) 顯性工作能力評價會隨著使用者對於系統中其他成員的評價資料的增加而有所改變

第三節、信任推論機制

在人才被推薦出來之後，我們只能說該位人才具備有某領域下某等級的顯性工作能力（專業能力）。為了要得知該位人才在該領域下的工作表現是否值得信任，這時我們就必須要對其作信任推論。透過推論出來的信任值，我們不僅能確定該位人才擁有該職缺所需要的專業技能，更能確信該人才在整體的表現上會是值得信任的。整個信任推論的機制的基礎是來自於信任的一個特性－遞移性，在 Huang and FOX (2006) 的研究中，便指出不同種類的信任，其遞移的特性也不同；因此本研究也針對這樣的問題來設計出不同種類的信任 (Direct Trust 以及 Recommender Trust)，透過這些信任的結合才能有效的來做信任的推論。本研究所提出的信任推論機制主要是基於 Abdul-Rahmanand and Hailes (2000)、Golbeck and Hendler (2003) 所提出之 Trust Model 加以改良而成。透過本研究的修改，讓這樣的信任推論機制更符合信任在現實生活中所扮演的角色，所提出的信任推論機制包含了以下幾個特性：

(1) 信任是分領域的

(2) 信任是基於以往與該人才的合作經驗

(3) 該合作經驗可以來自於自己或者是透過推薦來得知別人與該人才的合作經驗

(4) 每個人對於同樣人才的信任是不一樣的，端看其與該人才之間的合作經驗而定

(5) 信任會依經驗的增加而有所改變

在討論本研究所設計之信任推論機制之前，先來討論在信任推論中的一些概念。

3.3.1 信任推論機制中的角色

在本研究的信任推論機制當中，所參與的角色以及其間的互動關係跟推薦機制相似，只是其推論傳遞的值由顯性工作能力相似度轉換成信任度而已。詳細的說明請參考 3.2.2.1。

3.3.2 信任的種類及等級

在本研究中參考 Abdul-Rahman and Hailes (2000) 中所提出了信任的分類，將信任分為兩種，分別為 Direct Trust 以及 Recommender Trust。Direct Trust 所代表的是在某個領域之下，Source 節點對一曾經合作過之 Sink 節點（也就是說，在某個領域之下，Source 節點對於 Sink 節點有一直接的連結）表現之信任度。

而 Recommender Trust 所代表的則是在某領域之下，Source 節點對於一曾經推薦過他之 Recommender 節點（也就是說，在某個領域之下，與 Source 節點有直接連結的 Recommender 節點）推薦結果之信任度。

舉個例子來說明上述信任的種類，對於 Direct Trust 我們可以說 Mary 對於

Andy 在修車領域中擁有一個非常高的 Direct Trust；這句話也可以說成 Mary 對於 Andy 在修車這領域的表現十分的信任。另外對於 Recommender Trust 我們可以說 Mary 對於 Andy 在推薦修車領域的人才擁有非常高的 Recommender Trust；這句話也可以說成 Mary 對於 Andy 在推薦修車領域中人才的評價非常的信任。

另外為了要能達到信任的推論，我們要能先區分出何種信任是能夠遞移的。用 Huang and FOX (2006)的研究對應到本研究所提出的信任種類，Direct Trust 是不具遞移性，而 Recommender Trust 是具有遞移性的，因此透過 Recommender Trust 的幫忙，我們將可以推論出 Source 節點對於 Sink 節點的信任度。

對於信任評價的等級有許多的研究有提出不同的看法，Golbeck et al. (2003)在研究中所提出的信任模型包含了有 1~9 ，九個等級的信任等級；而 Ding 在其論文當中比較了布林值(boolean)等級與數值(numerical)等級的優劣，其指出布林值等級在信任度的處理上較為方便，而數值等級的優點則是可以充分表現出信任度模糊的概念（李永銘等，2007）。

下表為本研究中所提出的信任評價等級，因為考量到使用者對於信任的感覺通常並不是那麼的敏感，如果利用 numerical 的表達方式的話，會造成使用者衡量的困擾。而 Golbeck 所提出的九個信任等級也略顯精細，因此本研究直接將信任評價分為四個等級，分別為 VT、T、U、VU，讓使用者可以以更直覺的方式去衡量信任的程度，其評價等級如表 5 所示。

表 5、信任評價等級

信任評價等級
VT (Very Trustworthy)
T (Trustworthy)
U (Untrustworthy)
VU (Very Untrustworthy)

資料來源：本研究整理

3.3.3 信任推論機制所需要儲存的資料以及使用的變數

本研究所提出的信任推論機制，會隨著使用者的使用經驗增加而不斷的去做校正。所以在研究中必須要儲存以下幾項資料，分別為 Direct Trust、推薦校正值集合向量。另外在信任度 (Inferred Trust) 推算的同時，本研究所提出之機制會自動產生以下幾項變數，分別為推薦校正值集中度向量、語意距離、Recommender Trust，以下便對這些資料以及變數分別表述。

(1) Direct Trust

每個 Source 節點對於每個合作過之 Sink 節點在該合作領域下有一 Direct Trust 值。此值是在 Source 節點與 Sink 節點實際合作過後，由 Source 節點給 Sink 節點之信任評價。在本研究中以 DT 來表示該值，則 DT 的定義域為 {VT,T,U,VU}。

(2) 推薦校正值集合向量

每個 Source 節點對於每個推薦過他之 Recommender 節點在該推薦領域有一推薦校正值集合向量。此集合向量是由系統自動記錄 Source 節點對於該 Recommender 在該領域下每次推薦結果的校正值，在本研究中以 RA 來表示該向量，則 RA 的定義域為{-3,-2,-1,0,1,2,3}。

(3) 推薦校正值集中度向量

每個 Source 節點對於每個推薦過他之 Recommender 節點在該推薦領域下有一推薦校正值集中度向量，以 ND 來表示該向量，則

$$\mathrm{ND}(\mathrm{nd}_{-3}, \mathrm{nd}_{-2}, \mathrm{nd}_{-1}, \mathrm{nd}_{0}, \mathrm{nd}_{1}, \mathrm{nd}_{2}, \mathrm{nd}_{3})$$

$$\mathrm{nd}_{\mathrm{i}} = \frac{1}{\sqrt{\sum_{\mathrm{n}=1}^{\mathrm{N}} (\mathrm{x}_{\mathrm{n}} - \mathrm{i})^2 / \mathrm{N}}} \quad , \mathrm{N} = \mathrm{num}(\mathrm{RA}), \mathrm{x}_{\mathrm{n}} \in \mathrm{RA}$$

(4) 語意距離

每個 Source 節點對於每個推薦過他之 Recommender 節點在該推薦領域有語意距離值。語意距離的涵意指的是，該 Source 節點對於某個 Recommender 結點在該推薦領域下的推薦結果與親身體驗後之落差值，在本研究以 SD 變數來表示，則

$$\mathrm{nd}_{\mathrm{e}} = \max(\mathrm{ND})$$

$$\mathrm{SD} = \mathrm{e}$$

(5) Recommender Trust

每個 Source 節點對於每個推薦過他之 Recommender 節點在該推薦領域有一 Recommender Trust 值，在本研究中以 RT 變數來表示，則

$$\mathrm{RT} = \mathrm{mod}(\{\forall \mathrm{x} \in \mathrm{RA} \mid |\mathrm{x}|\})$$

3.3.4 信任推論機制之運作

整個信任推算機制運作之後的結果會對該 Source 節點產生一對該 Sink 節點

在某領域下的 Inferred Trust。其值域為{VT,T,U,VU}，在本研究中以 IT 變數來表示，則

$$IT = RD \oplus SD$$

RD 為 recomender 推薦 Sink 之信任等級，

IT 為推論後的信任等級

※ ⊕運算代表依等級增加

若 Source 節點與 Sink 節點之間同時存在著至少兩條以上之人脈路徑，這時就必須要將各路徑上所得到 IT 依不同 Recommender Trust 所代表的權重進行合併。所產生之結果即為 Source 節點在該領域下對 Sink 節點之 IT，表 6、表 7 分別為 Recommender Trust 與權重的對應表以及 IT 等級與對應分數之對應表格。

表 6 、Recommender Trust 與權重之對應表

RT	0	1	2	3	Unknow
Weight	9	5	3	1	0

資料來源：本研究整理

表 7 、Inferred Trust 等級與對應分數之對應表

IT	VT	T	U	VU
Corresponding Degree	4	3	2	1

資料來源：本研究整理

$$IT = ROUND\left(\sum_{i=1}^{n} w_i \times CD_i \Big/ \sum_{i=1}^{n} w_i\right)$$

w_i 為推薦者 i 之推薦權重，

CD_i 為推薦者 i 之推薦等級對應分數，

n 為推薦者的個數

第四節、資料模型

由文章第三章第二節的部分，我們可以得知，要讓人才推薦機制運作得非常順利的話，需要的是網絡中每位成員的學歷以及工作經歷等資料，才有辦法達到的最完善的狀況。所以為了要讓整個人才推薦機制能夠以最快的速度正常地運作，最好的方法就是利用現今已有的檔案規格加以延伸來設計出本研究任資料模型。透過現今已廣泛發展的檔案規格有以下兩點好處：

(1) 目前已有大量的人採用該統一規格，因此若我們採用這樣的規格的話，將可以利用目前眾多已發展的人脈資料，以快速的拓展整個線上社會網絡。

(2) 若採用一已廣泛發展之規格，有更大的機會，此規格會成為主流標準，因此也可以確保後續節點資料加入的速度。

本研究中所設計的人才資料模型，參考了 Golbeck et al. (2003) 中所提出的信任模型，加以變化而成。此資料模型主要是以 FOAF 為基底延伸而成，主要可以分為三個部分：

(1) 個人資料區塊

利用 FOAF 所提供的字彙來描述個人的一些基本資料，包括：姓名、綽號、電子郵件地址…等等 [b]。

(2) 學歷資料區塊

本資料區塊利用本研究所創造的字彙來描述該節點的學歷資料。

(3) 工作經歷資料區塊

此資料區塊則記錄著此節點曾經工作過的工作經歷資料。

下列程式碼即為本研究所提出之人才資料模型的範例。透過資料裡面學歷資料區塊、工作經歷資料區塊，經過本研究所提出之推薦機制，將可迅速地建立起推薦網絡。透過這樣的一個人才資料模型，讓本研究可以完全支持在本文章中

3.2 所提之推薦機制。

```
<rdf:RDF

xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
     xmlns:rdfs="http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#"
     xmlns:foaf="http://xmlns.com/foaf/0.1/"
     xmlns:admin="http://webns.net/mvcb/"
     xmlns:tt="http://140.119.19.130/trust/">
<foaf:PersonalProfileDocument rdf:about="">
  <foaf:maker rdf:resource="#me"/>
  <foaf:primaryTopic rdf:resource="#me"/>
  <admin:generatorAgent
rdf:resource="http://www.ldodds.com/foaf/foaf-a-matic"/>
  <admin:errorReportsTo
rdf:resource="mailto:leigh@ldodds.com"/>
</foaf:PersonalProfileDocument>
<foaf:Person rdf:ID="me">


<!-- 個人資料區塊的開始-->
    <foaf:name>Todd Tsai</foaf:name>
    <foaf:mbox_sha1sum>151704d6433d8e7cd515de77e8c9a8dcf81
7f5cc</foaf:mbox_sha1sum>
<!-- 個人資料區塊的結束-->
<!–學歷資料區塊的開始-->
    <tt:hasEducationExperience>
        <foaf:schoolHomepage
rdf:resource="www.nccu.edu.tw">
            <foaf:schoolName>NCCU</foaf: schoolName>
            <foaf:schoolDepartmentType>
                商業及管理學科類
            </foaf:schoolDepartmentType>
            <foaf:schoolDepartment>MIS</foaf:schoolDepartme
nt>
            <foaf:schoolDegree>碩士</foaf:schoolDegree>
```

```
        </ foaf:schoolHomepage>
    </tt: hasEducationExperience>
<!–學歷資料區塊的結束-->


<!–工作經歷資料區塊的開始-->
    <tt:hasWorkExperience>
        <foaf: workplaceHomepage
rdf:resource="www.datasystem.com.tw">
            <foaf:industry>
                電子資訊/軟體/半導體相關業
            </foaf:industry>
            <foaf:companyName>鼎新電腦股份有限公司
</foaf:companyName>
            <foaf:companyDepartmentType>
                研發
            </foaf:companyDepartmentType>
            <foaf:companyDepartment>MIS</foaf:companyDepart
ment>
        </ foaf:schoolHomepage>
    </tt:hasWorkExperience>
<!–工作經歷資料區塊的結束-->
</foaf:Person>
</rdf:RDF>
```

表 8 為本人才資料模型，經過 RDF parser 所產生出來 triple data。從下面的表格，我們可以很清楚地看到人才資料模型中所描述的各個語句。

表 8、範例人才資料模型的 triple data

Number	Subject	Predicate	Object
1	http://www.w3.org/RDF/Validator/run/1277138256559	http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#type	http://xmlns.com/foaf/0.1/PersonalProfileDocument
2	http://www.w3.org/RDF/Validator/run/1277138256559	http://xmlns.com/foaf/0.1/maker	http://www.w3.org/RDF/Validator/run/1277138256559#me
3	http://www.w3.org/RDF/Validator/run/1277138256559	http://xmlns.com/foaf/0.1/primaryTopic	http://www.w3.org/RDF/Validator/run/1277138256559#me
4	http://www.w3.org/RDF/Validator/run/1277138256559	http://webns.net/mvcb/generatorAgent	http://www.ldodds.com/foaf/foaf-a-matic
5	http://www.w3.org/RDF/Validator/run/1277138256559	http://webns.net/mvcb/errorReportsTo	mailto:leigh@ldodds.com
6	http://www.w3.org/RDF/Validator/run/1277138256559#me	http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#type	http://xmlns.com/foaf/0.1/Person
7	http://www.w3.org/RDF/Validator/run/1277138256559#me	http://xmlns.com/foaf/0.1/name	"Todd Tsai"
8	http://www.w3.org/RDF/Validator/run/1277138256559#me	http://xmlns.com/foaf/0.1/mbox_sha1sum	"151704d6433d8e7cd515de77e8c9a8dcf817f5cc"
9	genid:A23919	http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#type	http://140.119.19.130/trust/education
10	http://www.w3.org/RDF/Validator/run/1277138256559#m	http://140.119.19.130/trust/hasEducationExperience	genid:A23919

國立政治大學 National Chengchi University

	e		
11	genid:A23919	http://xmlns.com/foaf/0.1/schoolHomepage	http://www.w3.org/RDF/Validator/run/www.nccu.edu.tw
12	genid:A23919	http://140.119.19.130/trust/schoolName	"NCCU"
13	genid:A23919	http://140.119.19.130/trust/schoolDepartmentType/trust/trustDegree	"商業及管理學科類"
14	genid:A23919	http://140.119.19.130/trust/schoolDepartment	"MIS"
15	genid:A23919	http://140.119.19.130/trust/schoolDegree	"碩士"
16	genid:A23920	http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#type	http://140.119.19.130/trust/work
17	http://www.w3.org/RDF/Validator/run/1277138256559#me	http://140.119.19.130/trust/hasWorkExperience	genid:A23920
18	genid:A23920	http://xmlns.com/foaf/0.1/workplaceHomepage	http://www.w3.org/RDF/Validator/run/www.datasystem.com.tw
19	genid:A23920	http://140.119.19.130/trust/industry	"電子資訊/軟體/半導體相關業"
20	genid:A23920	http://140.119.19.130/trust/companyName	"鼎新電腦股份有限公司"
21	genid:A23920	http://140.119.19.130/trust/companyDepartmentType	"研發"
22	genid:A23920	http://140.119.19.130/trust/companyDepartment	"MIS"

資料來源：本研究整理

透過圖 12 我們更可以視覺化的圖形來了解本人才資料模型範本裡所描述的內容。

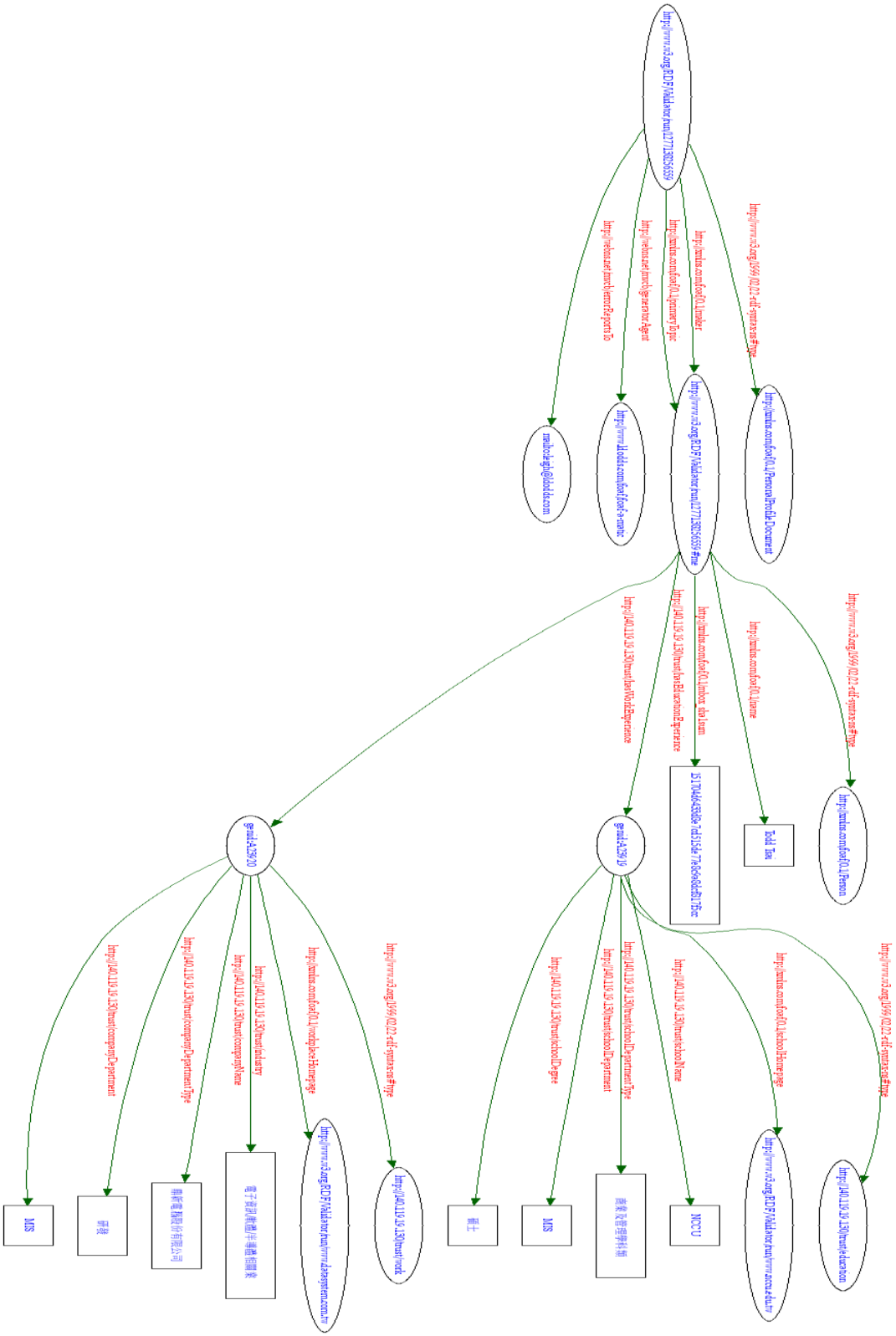


圖 12、圖形化的範例信任資料模型

資料來源：本研究整理

第五節、雛型系統架構

圖 13 為雛形系統之架構。包括了圖型化的使用者介面 (Graphic User Interface) 提供使用者簡單友善的操作介面，推薦及信任推論模組 (Recommendation and Trust Infer module) 其功能為人脈路徑規劃、顯性工作能力評價等級推論及信任推論的計算，資料操作模組 (Data Manipulation module) 主要用來讀取且截取 RDF 文件中的資訊，最後一塊即是我們資料的儲存，包括了成員履歷表 (FOAF) 以及推薦、信任評價資訊的儲存。

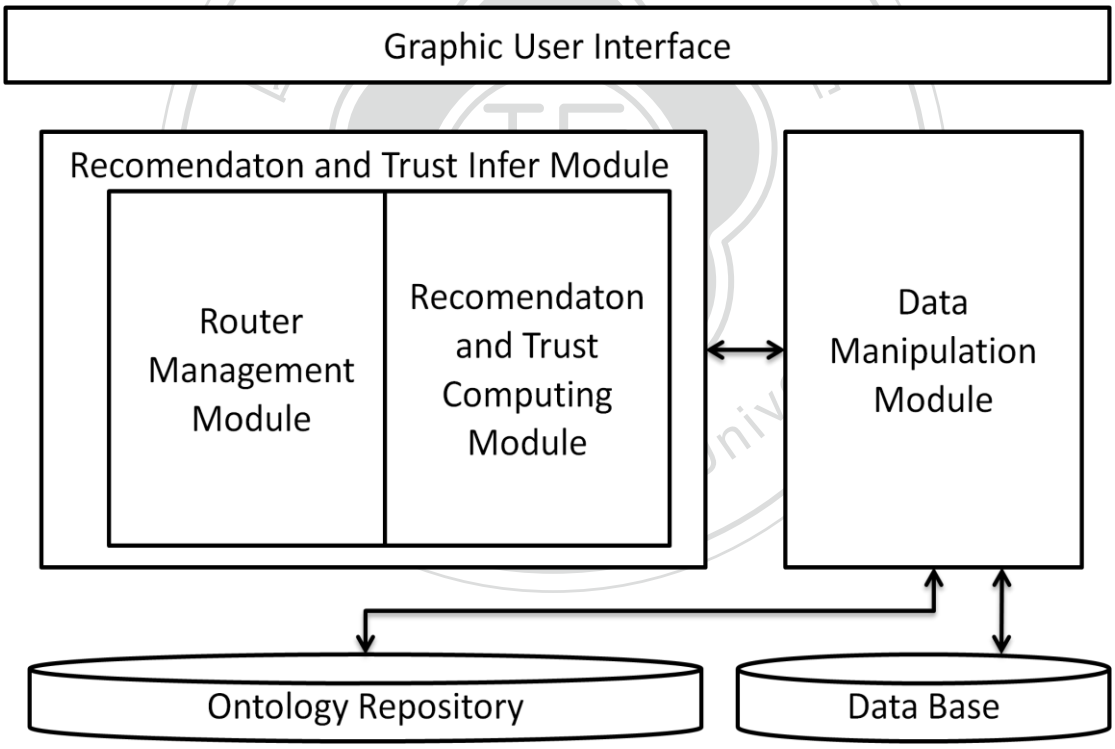


圖 13、雛型系統架構

資料來源：本研究整理

第六節、工具及語言

本研究之人才推薦系統以 PHP 語言實作整個推薦與信任推論機制，並以 FOAF 格式來儲存使用者個人的履歷資料，以利推論機制的實行，並使用 RAP (RDF API for PHP) 來作為對 FOAF (RDF) 資料的操作技術。

3.6.1 PHP 語言的 RDF 應用程式界面(RDF API for PHP)

RAP 為 RDF API for PHP 的縮寫，它是一套用於操作 RDF 文件的 PHP 開發工具。透過這套開發工具，程式撰寫者可以更容易地去新增、刪除、查詢、修改 RDF 的檔案內容。RAP 為一套開放原始碼的工具，於 2002 年在 the Freie Universität Berlin 發展 (Westphal and Bizer, 2004) [f]。由於本研究的雛型系統採用 PHP 為主要的開發語言，為了要方便 FOAF 檔案格式的新增、刪除、查詢以及修改，因此採用了 RAP 作為開發的工具。

國立政治大學 National Chengchi University

第四章、資料統計及實驗

在本研究的推薦模型當中，有兩項重要的參數分別為「向外尋訪階層數」、「初始所需輸入顯性工作能力評價人數」。為了要找出相關系統參數，首先統計出各項學員資料的資訊，找出 KPI，用以衡量推薦網絡是否有效地被建立。接著設計了一項實驗，以找出在哪些參數下可有效地建構出一完整的推薦網絡。

第一節、資料統計分析

首先，我們先對資料庫中的學員資料作一系列的統計，以分析成員擁有學經歷資料的狀況，統計結果請見表 9。

表 9、資料庫統計表

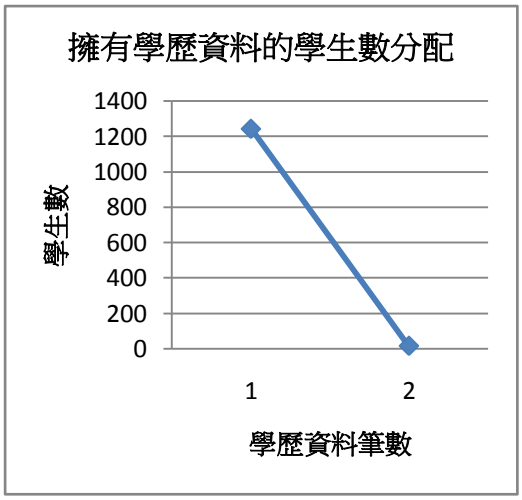
統計項目	統計結果
學生總數	2354
學歷資料總筆數	1277
擁有學歷資料的學生數	1261
工作經歷資料總筆數	3041
擁有工作經歷資料的學生數	1351
有學歷資料以及工作經歷資料的學生數	1256
有學歷資料或是工作經歷資料的學生數	1356
沒有學歷資料以及沒有工作經歷資料的學生數	998
工作經歷資料中不重複公司總數	2542
學歷資料中不重複學校總數	220

資料來源：本研究整理

從上面表格中可以發現，沒有學歷資料以及沒有工作經歷資料的學生數有 998 筆，占了總學生數約 42%。由於本研究所提出之推薦與信任推論機制的推薦網絡建立是基於學生的學歷資料以及工作經歷資料，因此這 42%將會排除在本研究的推薦網絡之外。

另外我們可以看到統計資料中「工作經歷資料中不重複公司總數」的數量遠遠大於「學歷資料中不重複學校總數」，就此我們可以大膽的推斷，學歷資料對於推薦網絡形成的幫助遠遠大於工作經歷資料。在下一節的實驗裡面，將會以「信任網絡中成員總數」所佔「學歷或是工作經歷資料的學生數」的百分比當作一 KPI，用以衡量本研究所提之推薦機制是否可以有效地建立起推薦網絡。

除了以上這些資料庫的統計數據之外，本研究更對學生擁有學歷資料的狀況以及學生擁有工作經歷資料的狀況作了更進一步的分析，請見以圖 14。



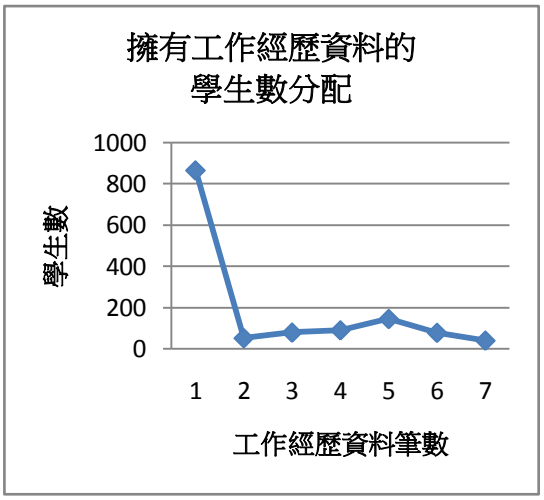


圖 14、學生擁有學歷資料的人數分配以及學生擁有工作經歷資料的人數分配圖
資料來源：本研究整理

從上圖可得知在資料庫中的擁有學歷資料的學生擁有學歷資料筆數的狀況，圖中顯示少數的學生擁有最多的學歷資料筆數兩筆，但是大部分的學生都只有一筆學歷資料，從圖上可得知資料庫中擁有工作經歷資料的學生所擁有的工作經歷資料筆數最多 7 筆，但大部分的學生只有 1 筆。

第二節、實驗

本實驗主要欲了解本研究所提出之推薦網絡建立方式是否可以有效地擴及整個網絡。此外，在整個推薦機制當中，有兩個重要的參數將影響系統的效能以及使用者使用本系統的難易度。此兩個參數分別為「向外尋訪階層數」、「初始所需輸入顯性工作能力評價人數」。當在網絡形成時，「向外尋訪階層數」如果越大，系統的計算也就越複雜，進而影響整個系統的效能，另外若「初始所需輸入顯性工作能力評價人數」愈多的話，當使用者在使用本系統時，就必須要花更多的時間來輸入其對他人的評價，此舉將會影響使用者對於本系統的接受度。

透過這實驗，最後我們將要回答以下這三個問題：

(1) 本研究所提之推薦網絡建立方法是否可以有效地擴及整個網絡？

(2) 在多少「向外尋訪節層數」下，推薦網絡的建立依然可以有效的運作？

(3) 在多少「初始所需輸入顯性工作能力評價人數」下，推薦網絡的建立依然可以有效的運作？

4.2.1 實驗設計

承上面所說，本實驗兩項重要的參數即為「向外尋訪階層數」、「初始所需輸入顯性工作能力評價人數」，但因為資料庫中工作經歷資料在產業別這維度中分配不均，有些產業別下擁有很多的工作經歷資料，而在有些產業別則相當地少，請見表 10 及下圖。

表 10、各產業別擁有工作經歷資料個數表

產業別	工作經歷資料個數	產業別	工作經歷資料個數
一般服務業	54	旅遊/休閒/運動業	13
一般製造業	387	法律/會計/顧問/研發/設計業	116
住宿/餐飲服務業	22	礦業及土石採取業	2
其他	87	農林漁牧水電資源業	7
大眾傳播相關業	98	運輸物流及倉儲	30
建築營造及不動產相關業	92	醫療保健及環境衛生業	52
批發/零售/傳直銷業	173	金融投顧及保險業	342
政治宗教及社福相關業	205	電子資訊/軟體/半導體相關業	719
文教相關業	143		

資料來源：本研究整理

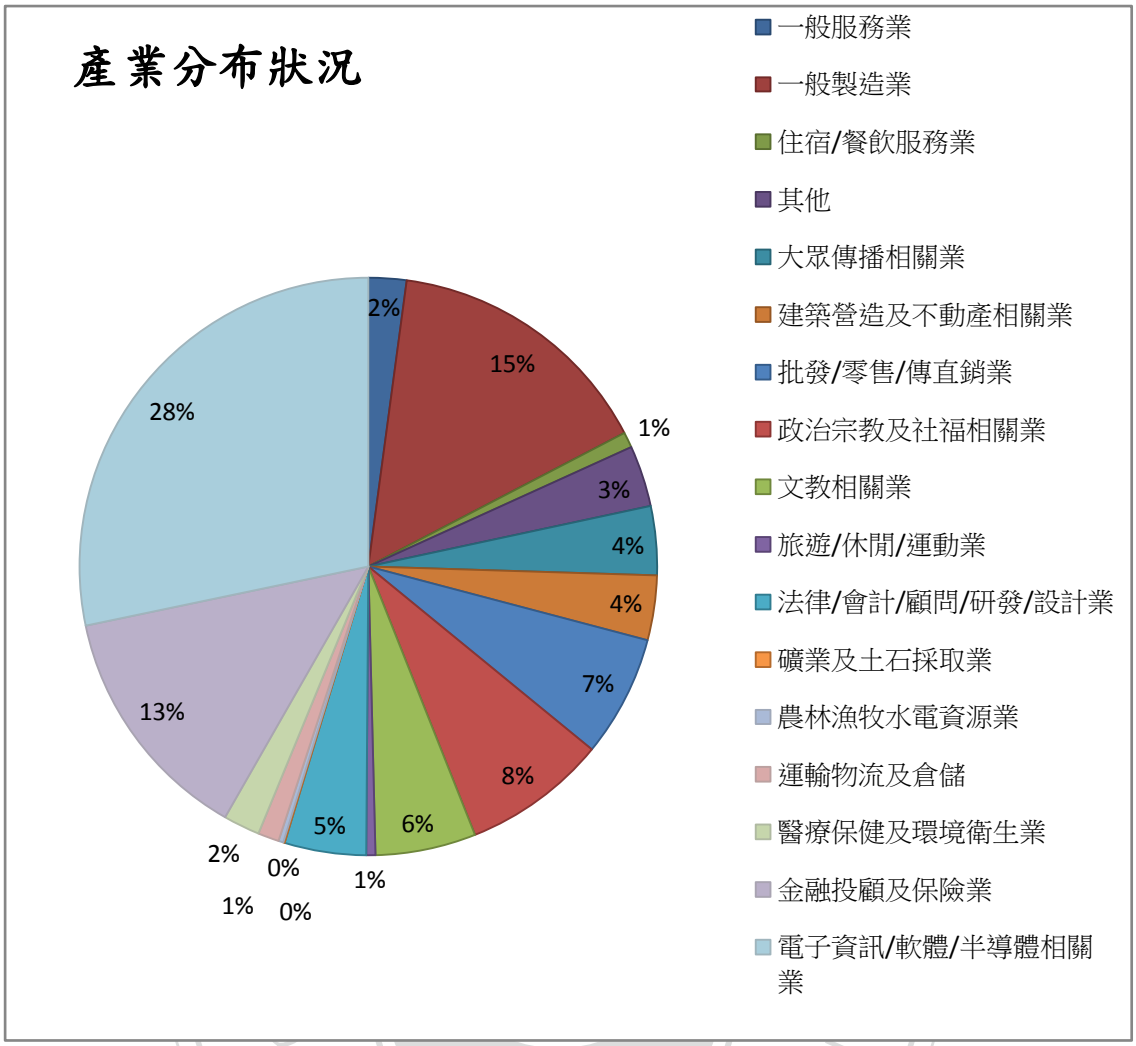


圖 15、產業分布狀況圖

資料來源：本研究整理

從上述圖表可得知電子資訊/軟體/半導體相關業，為資料庫中最大的產業別，而礦業及土石採取業為最小的產業別。為了要確保使用者在各個產業別下使用本系統都能有效的建立網絡，在此本實驗又加入了「產業別」的參數，而這參數的值分別為最大的產業別－電子資訊/軟體/半導體相關頁、中間大小的產業別－大眾傳播相關業以及第二小的產業別－農林漁牧水電資源業。簡單來說，我們想要確保，使用者在各個產業別作推薦時都可以生成有效至 Sink 節點的推薦路徑，因此分別拿資料庫中擁有大、中、小數量工作經歷資料的產業別來作試驗。

本實驗主要是有多次試驗組合而成，每次試驗都會將以上所提到的三項參數（初始所需輸入顯性能力評價人數、向外尋訪階層數、產業別）帶入，接著重複跑 100 次，並統計其所形成之推薦網絡中的平均人數及平均人數佔擁有學歷資料或是工作經歷資料學生數的百分比，在此稱這百分比為「網絡覆蓋率」，透過此數值便可得知，網絡是否被有效的建立，網絡覆蓋率越高代表著網絡中有越多人被聯結在一起，若此數值越小的話則相反，在此實驗當中，將會利用網絡覆蓋率當作衡量網絡建立結果的 KPI。

4.2.2 實驗結果

實驗結果請見表 11。

表 11、網絡覆蓋率實驗結果表

初始所需輸入信任評價人數	向外尋訪階層數	產業	平均人數	網絡覆蓋率
5	1	電子資訊/軟體/半導體相關業	5	0.003687
	2	電子資訊/軟體/半導體相關業	93.01	0.068591
	3	電子資訊/軟體/半導體相關業	449.1	0.331195
	4	電子資訊/軟體/半導體相關業	951.12	0.701416
	5	電子資訊/軟體/半導體相關業	1109.5	0.818215
	6	電子資訊/軟體/半導體相關業	1149.77	0.847913
	1	大眾傳播相關業	5	0.003687
	2	大眾傳播相關業	54.15	0.039934
	3	大眾傳播相關業	260.84	0.19236
	4	大眾傳播相關業	838.76	0.618555
	5	大眾傳播相關業	1078.49	0.795347
	6	大眾傳播相關業	1142.26	0.842375

	1	農林漁牧水電資源業	5	0.003687
	2	農林漁牧水電資源業	41.53	0.030627
	3	農林漁牧水電資源業	234.8	0.173156
	4	農林漁牧水電資源業	707.68	0.521888
	5	農林漁牧水電資源業	1036.69	0.764521
	6	農林漁牧水電資源業	1133.22	0.835708
4	1	電子資訊/軟體/半導體相關業	4	0.00295
	2	電子資訊/軟體/半導體相關業	73.53	0.054226
	3	電子資訊/軟體/半導體相關業	383.08	0.282507
	4	電子資訊/軟體/半導體相關業	893.14	0.658658
	5	電子資訊/軟體/半導體相關業	1099.2	0.810619
	6	電子資訊/軟體/半導體相關業	1146.86	0.845767
	1	大眾傳播相關業	4	0.00295
	2	大眾傳播相關業	46.55	0.034329
	3	大眾傳播相關業	225.34	0.16618
	4	大眾傳播相關業	749.83	0.552972
	5	大眾傳播相關業	1046.11	0.771468
	6	大眾傳播相關業	1137.96	0.839204
	1	農林漁牧水電資源業	4	0.00295
	2	農林漁牧水電資源業	31.06	0.022906
	3	農林漁牧水電資源業	217.11	0.160111
	4	農林漁牧水電資源業	618.18	0.455885
	5	農林漁牧水電資源業	1014.63	0.748252
	6	農林漁牧水電資源業	1125.54	0.830044
	1	電子資訊/軟體/半導體相關業	3	0.002212

國立政治大學 National Chengchi University

3	2	電子資訊/軟體/半導體相關業	52.11	0.038429
	3	電子資訊/軟體/半導體相關業	314.16	0.231681
	4	電子資訊/軟體/半導體相關業	865.09	0.637972
	5	電子資訊/軟體/半導體相關業	1080.67	0.796954
	6	電子資訊/軟體/半導體相關業	1131.02	0.834086
	1	大眾傳播相關業	3	0.002212
	2	大眾傳播相關業	31.62	0.023319
	3	大眾傳播相關業	176.24	0.129971
	4	大眾傳播相關業	645.97	0.476379
	5	大眾傳播相關業	1007.38	0.742906
	6	大眾傳播相關業	1127.67	0.831615
	1	農林漁牧水電資源業	3	0.002212
	2	農林漁牧水電資源業	22.96	0.016932
	3	農林漁牧水電資源業	158.53	0.11691
	4	農林漁牧水電資源業	535.02	0.394558
	5	農林漁牧水電資源業	968.33	0.714108
	6	農林漁牧水電資源業	1106.07	0.815686
2	1	電子資訊/軟體/半導體相關業	2	0.001475
	2	電子資訊/軟體/半導體相關業	39.07	0.028813
	3	電子資訊/軟體/半導體相關業	228.75	0.168695
	4	電子資訊/軟體/半導體相關業	731.38	0.539366
	5	電子資訊/軟體/半導體相關業	1025.57	0.75632
	6	電子資訊/軟體/半導體相關業	1133.15	0.835656
	1	大眾傳播相關業	2	0.001475
	2	大眾傳播相關業	21.2	0.015634

國立政治大學 National Chengchi University

	3	大眾傳播相關業	126.74	0.093466
	4	大眾傳播相關業	555.1	0.409366
	5	大眾傳播相關業	949.39	0.70014
	6	大眾傳播相關業	1099.04	0.810501
	1	農林漁牧水電資源業	2	0.001475
	2	農林漁牧水電資源業	18.32	0.01351
	3	農林漁牧水電資源業	129.32	0.095369
	4	農林漁牧水電資源業	410.02	0.302375
	5	農林漁牧水電資源業	853.2	0.629204
	6	農林漁牧水電資源業	1079.62	0.79618
	1	電子資訊/軟體/半導體相關業	1	0.000737
	2	電子資訊/軟體/半導體相關業	17.41	0.012839
	3	電子資訊/軟體/半導體相關業	138.54	0.102168
	4	電子資訊/軟體/半導體相關業	515.02	0.379808
	5	電子資訊/軟體/半導體相關業	872.4	0.643363
	6	電子資訊/軟體/半導體相關業	1024.18	0.755295
	1	大眾傳播相關業	1	0.000737
1	2	大眾傳播相關業	12.99	0.00958
	3	大眾傳播相關業	64.39	0.047485
	4	大眾傳播相關業	320.49	0.23635
	5	大眾傳播相關業	784.77	0.578739
	6	大眾傳播相關業	1037.05	0.764786
	1	農林漁牧水電資源業	1	0.000737
	2	農林漁牧水電資源業	8.58	0.006327
	3	農林漁牧水電資源業	67.01	0.049417

國立政治大學 National Chengchi University

	4	農林漁牧水電資源業	307.68	0.226903
	5	農林漁牧水電資源業	664.27	0.489875
	6	農林漁牧水電資源業	868.78	0.640693

資料來源：本研究整理

進一步地，我們將上述的資料繪製成圖以方便分析，首先我們會先固定「產業別」，然後來觀察在不同「初始所需輸入顯性工作能力評價人數」之下，當「向外尋訪階層數」增加時，網絡覆蓋率的變化狀況，請見下方。

當產業為「電子資訊/軟體/半導體相關業」時。

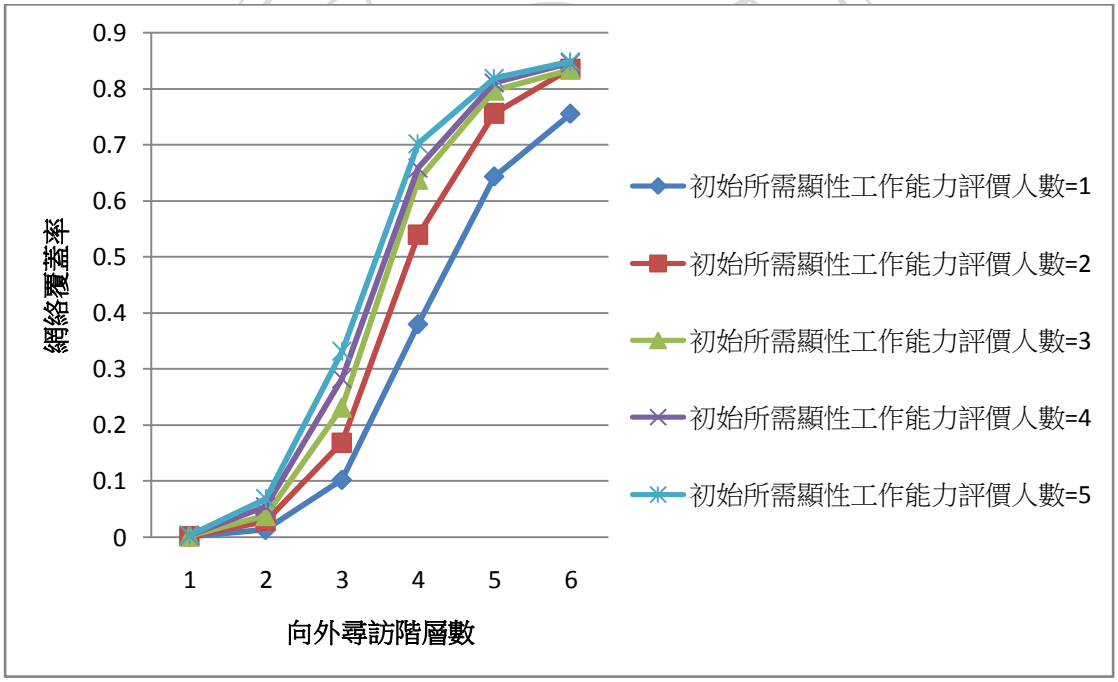


圖 16、在「電子資訊/軟體/半導體相關業」網絡覆蓋率之變化圖

資料來源：本研究整理

當產業為「大眾傳播相關業」時。

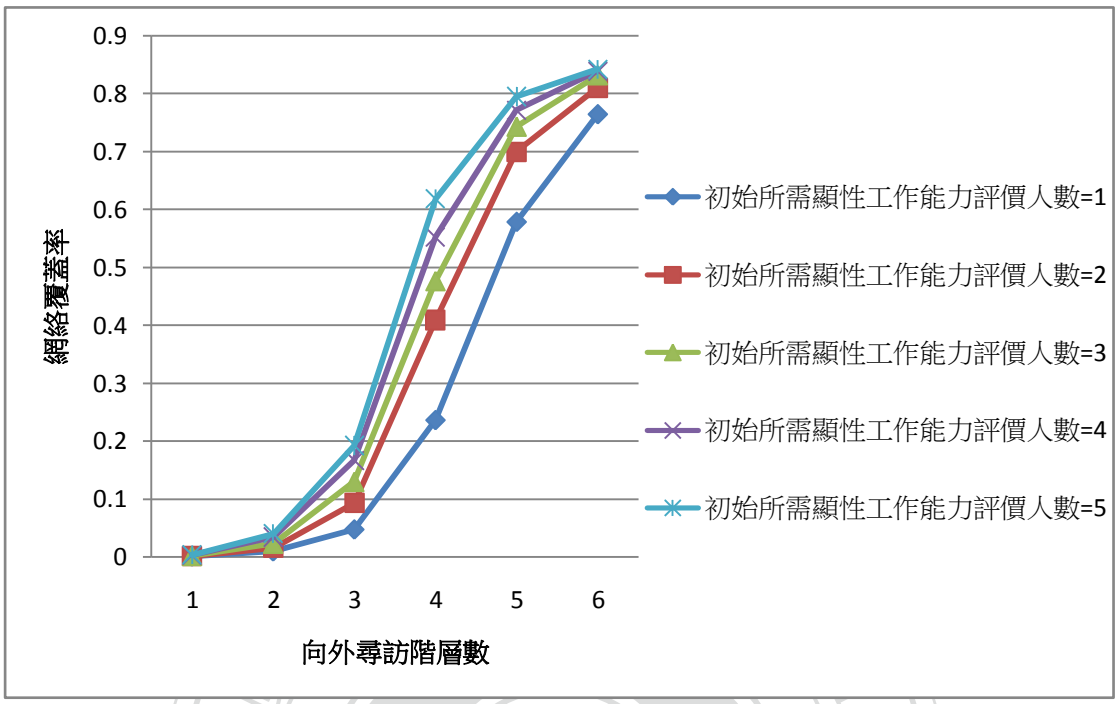


圖 17、在「大眾傳播相關業」網絡覆蓋率之變化圖

資料來源：本研究整理

當產業為「農林漁牧水電資源業」時。

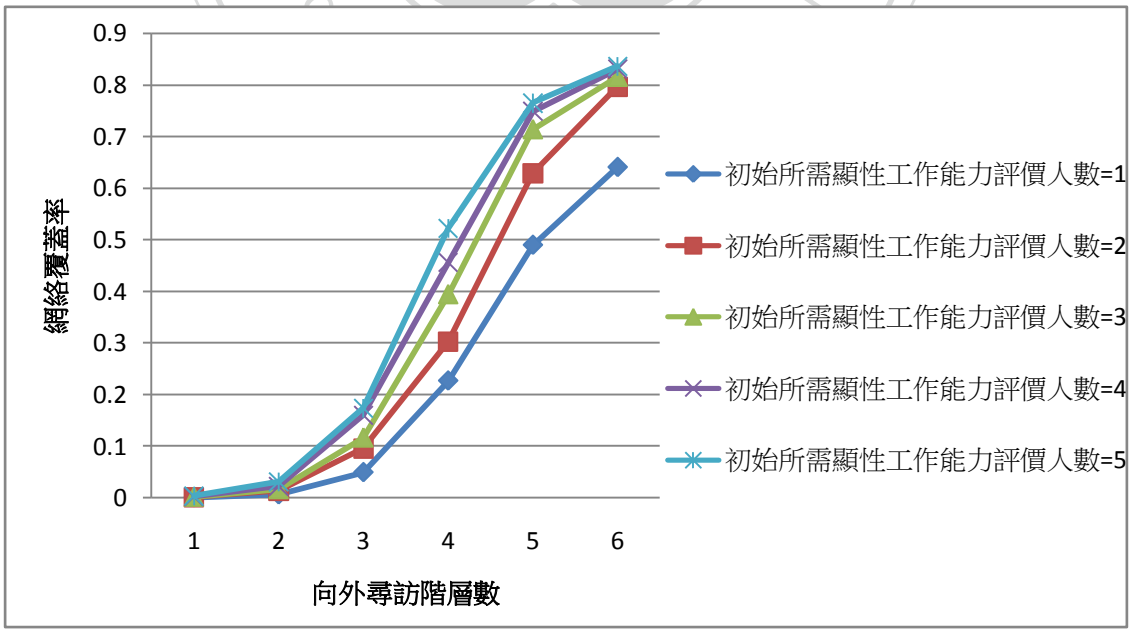


圖 18、在「農林漁牧水電資源業」網絡覆蓋率之變化圖

資料來源：本研究整理

由上面三張圖可清楚的得知，不管是在所含工作經歷數量多的產業還是在所含工作經歷數量少的狀況下，當初始所需輸入顯性工作能力評價人數大於 2、向外尋訪階層數等於 6 時，網絡的覆蓋率都在八成以上，因此可以斷定透過本研究所提之推薦網絡形成方法，可有效的建立起人際間的推薦網絡。

更進一步觀察初始所需信任評價人數以及向外尋訪階層數這兩個參數，我們可以發現當向外尋訪階層數等於 6 時，在網絡的形成趨近於一極限－80%，這樣的現象正好符合 Milgram (1967) 所提出之小世界理論，一個完善的社會網絡中任兩點平均至多只需透過六個節點即可連結至對方。另外以上三圖也顯示了，當向外尋訪階層數達到 6 時，且所需信任評價人數大於 2，網絡覆蓋率的值都趨近於 80%。因此在本研究雛型系統的一項重要參數「初始所需輸入顯性工作能力評價人數」將會建議使用者至少對兩位以上的使用者進行顯性工作能力評價。在文章前面有提到，當向外尋訪階層數越大時，系統所需要的運算時間就會越多，為了要讓系統更符合時間效益，在此我們又作了一項實驗。首先，我們將初始所需輸入顯性工作能力評價人數設定為 2，來觀察不同向外尋訪階層數下的網絡覆蓋率及每次實驗所需時間。每次實驗都含有多次試驗，分別將初始所需輸入顯性能力評價人數、向外尋訪階層數、產業別等參數帶入，接著重複跑 100 次，來觀察推薦網絡形成的狀況，表 12 為實驗的結果。

表 12、網絡覆蓋率時間效益實驗結果表

初始所需輸入顯性能力評價人數	向外尋訪階層數	產業	平均人數	網絡覆蓋率	所需時間(秒)
2	1	電子資訊/軟體/半導體相關業	2	0.001474926	4
2	2	電子資訊/軟體/半導體相關業	34.2	0.025221239	6
2	3	電子資訊/軟體/半導體相關業	232.86	0.171725664	48
2	4	電子資訊/軟體/半導體相關業	705.88	0.520560472	423
2	5	電子資訊/軟體/半導體相關業	1017.62	0.750457227	1433

2	6	電子資訊/軟體/半導體相關業	1120.96	0.826666667	1938
2	7	電子資訊/軟體/半導體相關業	1146.1	0.84520649	2071
2	8	電子資訊/軟體/半導體相關業	1149.23	0.847514749	2031
2	9	電子資訊/軟體/半導體相關業	1149.94	0.848038348	2060
2	1	大眾傳播相關業	2	0.001474926	4
2	2	大眾傳播相關業	24.62	0.018156342	7
2	3	大眾傳播相關業	122.05	0.090007375	33
2	4	大眾傳播相關業	511.64	0.377315634	202
2	5	大眾傳播相關業	911.98	0.672551622	1062
2	6	大眾傳播相關業	1104.61	0.814609145	1818
2	7	大眾傳播相關業	1138.81	0.839830383	2011
2	8	大眾傳播相關業	1148.96	0.847315634	2061
2	9	大眾傳播相關業	1150.06	0.848126844	2058
2	1	農林漁牧水電資源業	2	0.001474926	4
2	2	農林漁牧水電資源業	15.41	0.011364307	6
2	3	農林漁牧水電資源業	100	0.073746313	21
2	4	農林漁牧水電資源業	417.77	0.308089971	217
2	5	農林漁牧水電資源業	863.17	0.636556047	806
2	6	農林漁牧水電資源業	1042.5	0.76880531	1645
2	7	農林漁牧水電資源業	1125.04	0.829675516	1912
2	8	農林漁牧水電資源業	1091.48	0.804926254	1904
2	9	農林漁牧水電資源業	1127.89	0.831777286	2076

資料來源：本研究整理

國立政治大學 National Chengchi University

觀察表 12 中所需時間的欄位，可以發現，時間的成長與覆蓋率的成長有正相關性，但是進一步地分析，我們便整理出以下圖表，圖 19 所顯示的為每當增加一階層數其網絡覆蓋率的增加值與所需時間的增加值的比值，從圖中可以了解當階層數大於 6 時，此比值已趨近於 0。考慮時間成本，向外尋訪階層數設為 6 是一個理想的選擇。

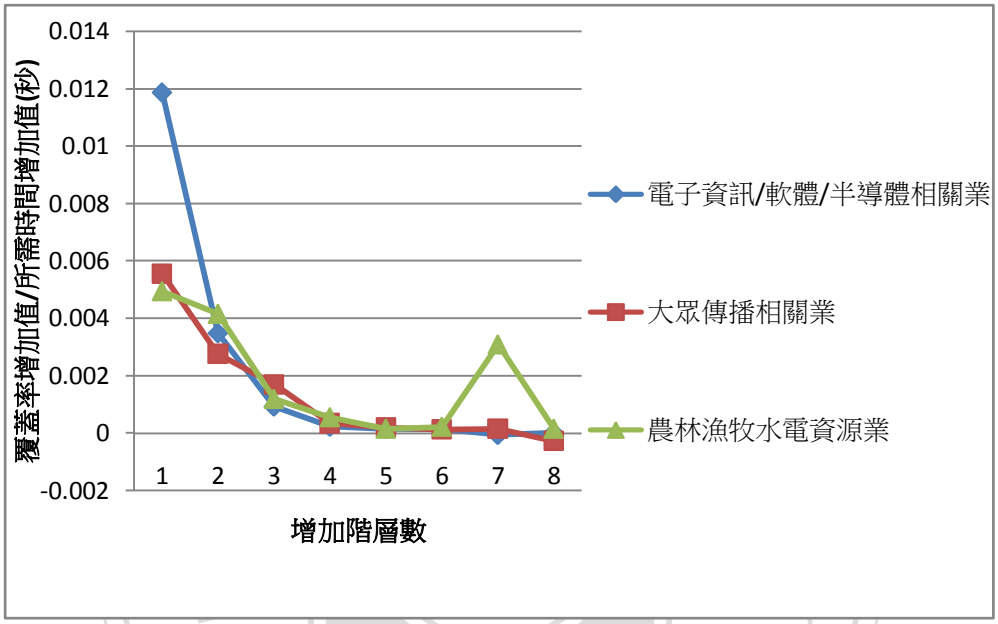


圖 19、網絡形成時間成本效益圖

資料來源：本研究整理

透過這樣實驗數據的分析，將使本研究之雛型系統運作得更完善以及更符合使用者的需求。

第五章、雛型系統展示

在本章將實際以第三章所探討之推薦制度以及信任推論制度實作一雛型系統，以驗證本研究概念之可行性。以下便針對一系統中成員實際找尋其所期望的人才為例，來進行系統的操作流程介紹，檢視本研究所提出之方法，是否真的可以滿足使用者的需求。本系統所使用的資料包含著 EMBA 學員的基本資料，以及其學經歷的背景資料，因此可滿足推薦相似顯性工作能力人才的資料需求，但是對於人才進行信任推論的部分，由於現今缺少 EMBA 中成員對成員間的信任評價，因此將會自行輸入一些資料進行模擬。雖然現今缺乏成員間信任評價的資料，但本系統會列出推薦路徑，此路徑上的人都是透過同學或同事的關係所建立的，希望能藉由此路徑的呈現，提供使用者一條可能的信任路徑。使用者可以按照路徑所提供的成員名單，一一的詢問其間的信任評價，加速信任網絡的建立。

接下來我們便進行本系統的操作流程。

Step A 使用者登入

透過圖 20 中的登入畫面，待使用者輸入登入帳號及密碼之後，即可認證使用者身分。接著系統則列出使用者相關的資訊，這些相關資訊主要包含了四塊，分別為「使用者資訊」、「顯性工作能力評價」、「信任評價」，及最後一塊則是「搜尋推薦人才」，如圖 21 所示。

「使用者資訊」區塊主要是展示一些使用者的基本資料，而「顯性工作能力評價」及「信任評價」區塊主要提供使用者搜尋並評價他人的功能，並列出以往的評價記錄，最後一塊「搜尋推薦人才」，提供使用者透過被該使用者評價人才所延伸出來的推薦網絡，來推薦在某產業別下的人才，並對該人才進行信任推論。

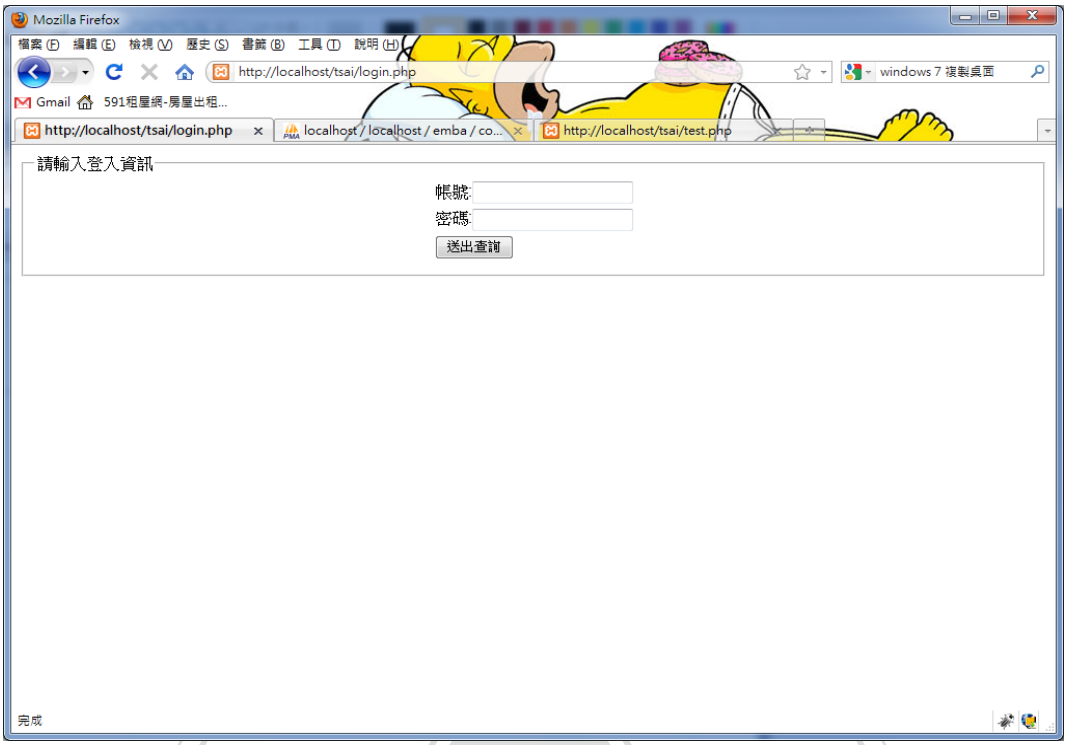


圖 20、系統操作畫面－登入頁面

資料來源：本研究整理

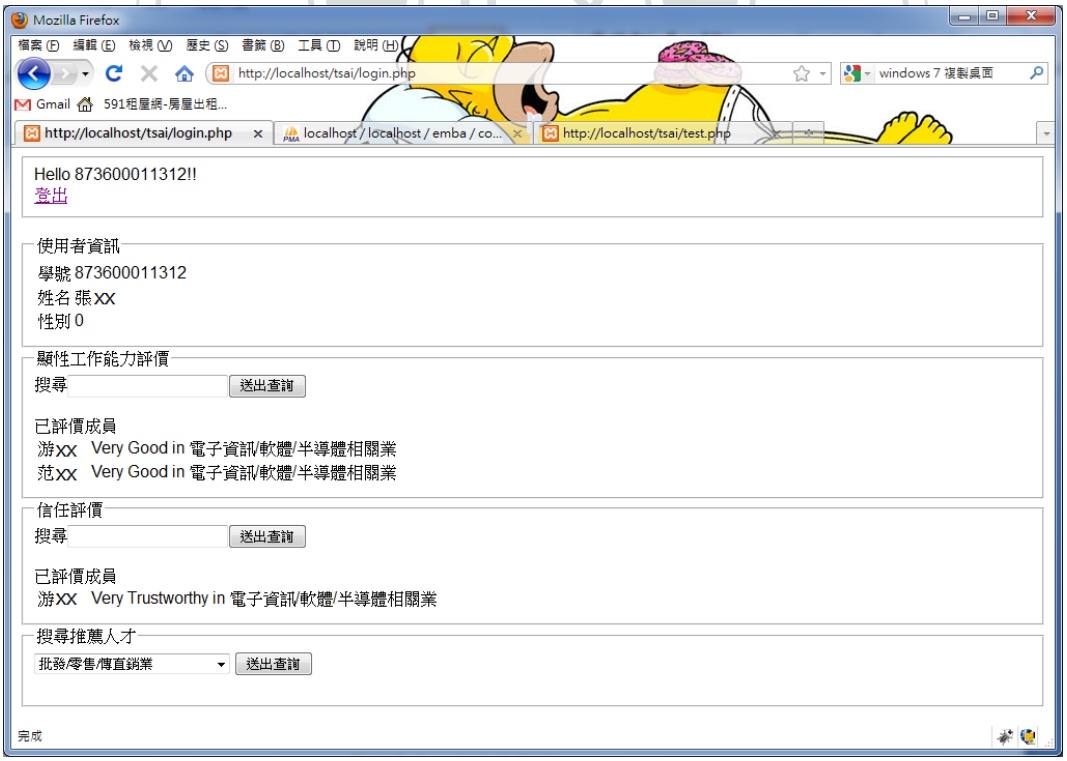


圖 21、系統操作畫面－使用者相關資訊頁面

資料來源：本研究整理

Step B 顯性工作能力評價

進一步地我們來看顯性工作能力評價區塊裡的功能，一開始系統會要求使用者至少對兩位成員進行顯性工作能力的評價。使用者可在搜尋的文字框內輸入其認識人選的姓名，搜尋結果如圖 22 所示。搜尋結果會列出該人之姓名、學歷、工作經歷，並讓使用者對人才進行在某個產業下的顯性工作能力評價。

在本範例中使用者張 XX 是一位在電子資訊/軟體/半導體相關業工作許多年的經理人。現今，他想要找一位具有電子資訊/軟體/半導體相關業工作背景的人來自己的公司工作。在他的記憶中，有幾位公司離職的員工表現得相當優秀，為了想要找到與這幾位離職員工能力相似的人才，這幾位員工畢業學校的同學及曾經共事過的同事都成為張 XX 的目標之一。於是他便在「顯性工作能力評價」區塊裡，對其中兩位離職員工進行顯性工作能力的評價，評價資料如圖 22 所示。

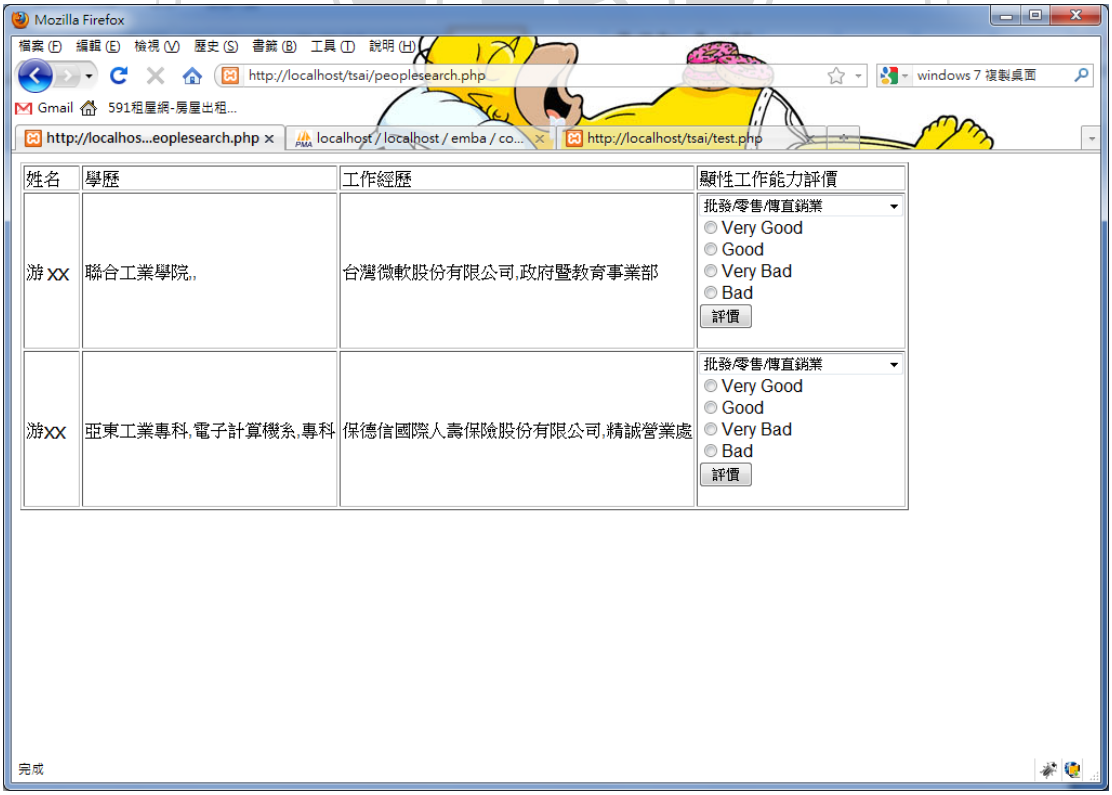


圖 22、系統操作畫面－顯性工作能力評價人才搜尋結果頁面

資料來源：本研究整理

Stpe C 信任評價

此功能與上述「顯性工作能力評價」的功能類似，如圖 23 所示。

在本範例中，基於從前與那些離職員工的共識及相處，張 XX 認為游 XX 在電子資訊/軟體/半導體相關業裡表現是值得相信的，不論是他的工作態度或者是團隊工作的能力，都是可以令人放心的。因此他便在「信任評價」區塊中，對游 XX 作出 Very Trustworthy 的評價。

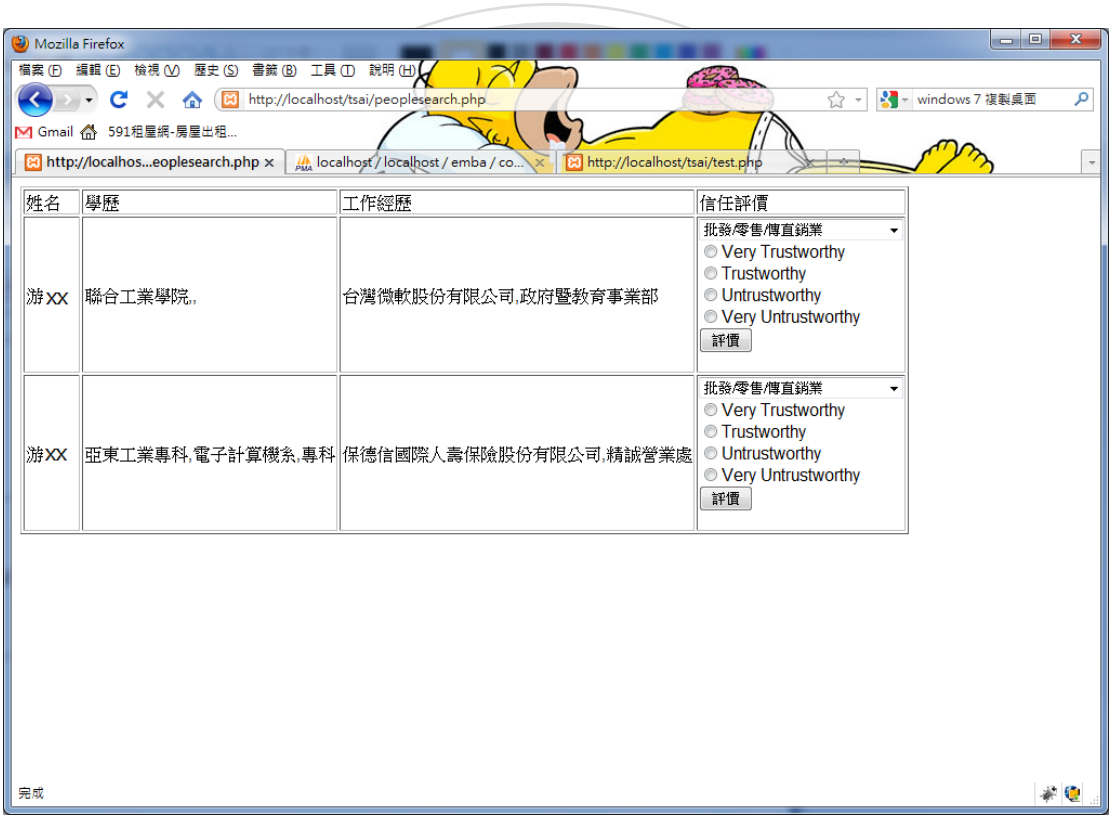


圖 23、系統操作畫面－信任評價人才搜尋結果頁面

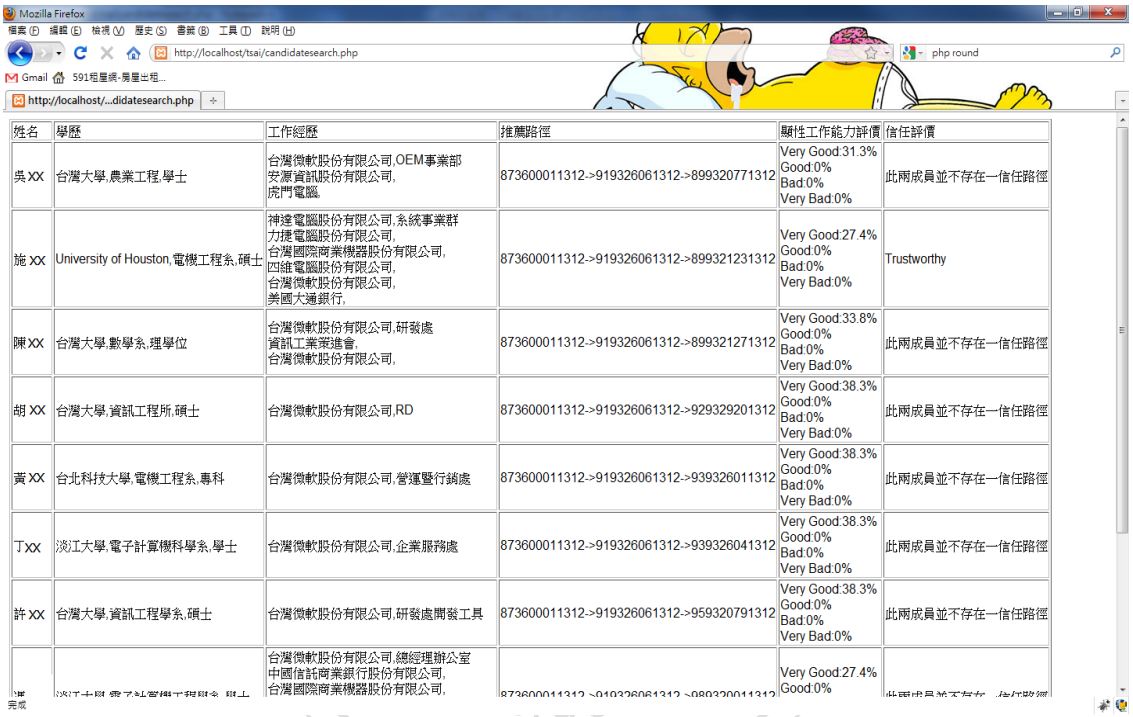
資料來源：本研究整理

Step D 搜尋推薦人才

待使用者進行完信任評價之後，使用者便可針對某產業來搜尋系統推薦之人才，如圖 24 所示。此搜尋結果顯示了推薦人才之姓名、學歷、工作經歷、推薦路徑以及顯性工作能力評價和信任評價。透過顯性工作能力評價中的百分比，我

們可以決定該位人才之顯性工作能力是否是好的，進一步地透過信任評價來判斷該位人才在隱性工作能力的表現。

在本範例中，因為張 XX 只對游 XX 及范 XX 作了顯性工作能力的評價，且張 XX 只想對這兩位離職員工的同學及同事作搜尋，因此本推薦系統只推薦了這兩位員工畢業學校的同學及曾經一起工作過的同事給張 XX，請見圖 24，另外將推薦結果整理如表 13。



姓名	學歷	工作經歷	推薦路徑	顯性工作能力評價	信任評價
吳 XX	台灣大學,農業工程,學士	台灣微軟股份有限公司,OEM事業部 安源資訊股份有限公司, 虎門電腦,	873600011312->919326061312->899320771312	Very Good:31.3% Good:0% Bad:0% Very Bad:0%	此兩成員並不存在一信任路徑
施 XX	University of Houston,電機工程系,碩士	神達電腦股份有限公司,系統事業群 力捷電腦股份有限公司, 台灣國際商業機器股份有限公司, 四維電腦股份有限公司, 台灣微軟股份有限公司, 美國大通銀行,	873600011312->919326061312->899321231312	Very Good:27.4% Good:0% Bad:0% Very Bad:0%	Trustworthy
陳 XX	台灣大學,數學系,理學位	台灣微軟股份有限公司,研發處 資訊工業策進會, 台灣微軟股份有限公司,	873600011312->919326061312->899321271312	Very Good:33.8% Good:0% Bad:0% Very Bad:0%	此兩成員並不存在一信任路徑
胡 XX	台灣大學,資訊工程所,碩士	台灣微軟股份有限公司,RD	873600011312->919326061312->929329201312	Very Good:38.3% Good:0% Bad:0% Very Bad:0%	此兩成員並不存在一信任路徑
黃 XX	台北科技大學,電機工程系,專科	台灣微軟股份有限公司,營運暨行銷處	873600011312->919326061312->939326011312	Very Good:38.3% Good:0% Bad:0% Very Bad:0%	此兩成員並不存在一信任路徑
丁XX	淡江大學,電子計算機科學系,學士	台灣微軟股份有限公司,企業服務處	873600011312->919326061312->939326041312	Very Good:38.3% Good:0% Bad:0% Very Bad:0%	此兩成員並不存在一信任路徑
許 XX	台灣大學,資訊工程學系,碩士	台灣微軟股份有限公司,研發處開發工具	873600011312->919326061312->959320791312	Very Good:38.3% Good:0% Bad:0% Very Bad:0%	此兩成員並不存在一信任路徑
[illegible]	[illegible]	台灣微軟股份有限公司,總經理辦公室 中國信託商業銀行股份有限公司, 台灣國際商業機器股份有限公司,	[illegible]	Very Good:27.4% Good:0%	[illegible]

圖 24、系統操作畫面－人才搜尋結果頁面

資料來源：本研究整理

表 13、推薦結果整理

使用者	被評價成員	第一層搜尋結果	與被評價成員關係
張 XX	游 XX	吳 XX	同事
		施 XX	同事
		陳 XX	同事
		胡 XX	同事
		黃 XX	同事
		丁 XX	同事
		許 XX	同事
		馮 XX	同事
		楊 XX	同事
	范 XX	程 XX	同學

資料來源：本研究整理

透過在推薦路徑上的顯性工作能力相似度推論，張 XX 最後可以得到對所有第一階層搜尋結果的顯性工作能力評價。從顯性工作能力評價可以發現，所有的搜尋結果其顯性工作能力評價在 Very Good 的等級中，其百分比都是最高，表示該級距的顯性工作能力評價最能代表該位成員。因此我們可以說這些搜尋結果對於張 XX 而言，其顯性工作能力評價都是 Very Good。確認完人才在顯性工作能力上的評價之後，接著張 XX 想要進一步地了解這些人才在工作態度或者是團隊合作能力上等等的能力表現，於是張 XX 便透過在信任路徑上的信任度推論，來得到對所有第一層搜尋結果的信任評價。在圖 24 中，可發現第一層搜尋結果只有一筆資料有推論後的信任評價，其他搜尋結果因為信任評價資料的不足，而造成不能推論的結果。因應這樣的狀況，本系統也提供了使用者到該搜尋結果之間的推薦路徑，由於路徑上的節點，都是透過同學與同事的關係所串連，因此我們可以推斷該推薦路徑有相當大的機會成為信任路徑。透過推薦路徑，讓使用者有更多的機會，可以詢問此路徑上成員對於路徑上相鄰節點的信任評價資料，加速信任路徑（信任網絡）的形成。

Step E 使用結果滿意度調查

待使用者得到系統推薦結果之後，本系統會給使用者填一張簡單的系統使用滿意度調查問卷。問卷填寫的資料可供後續研究作為推薦與信任推論機制有效性的驗證，問卷頁面請見圖 25。

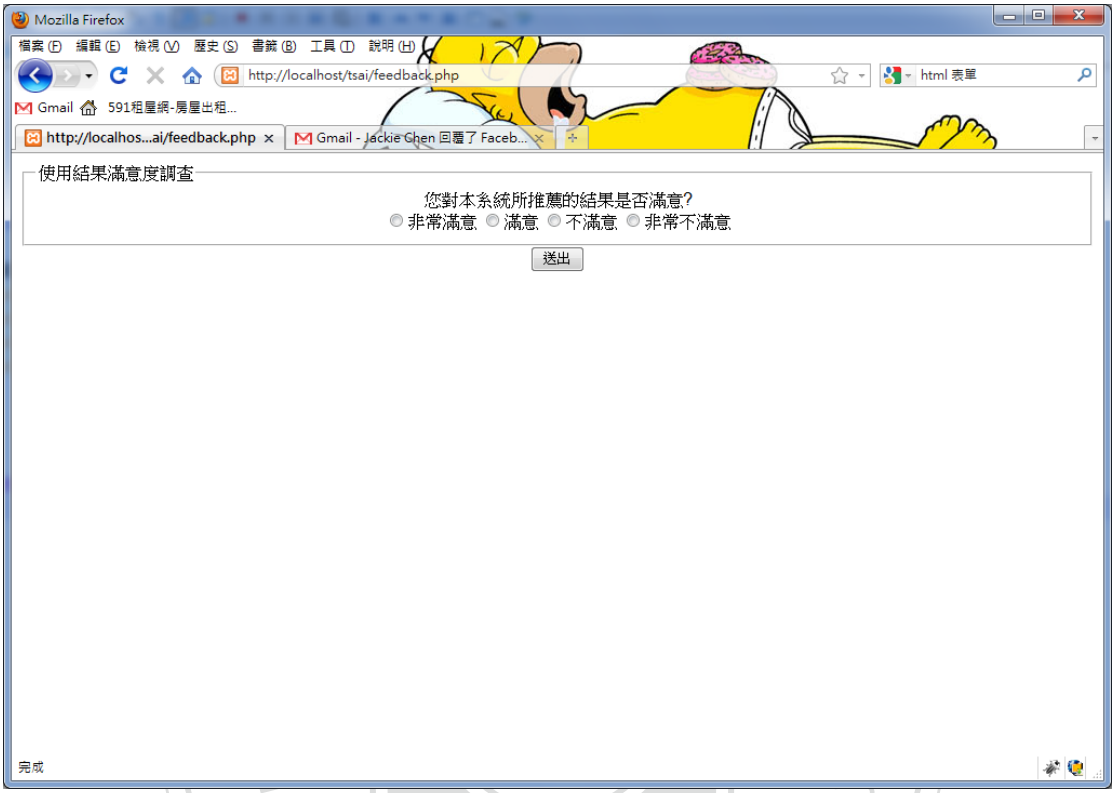


圖 25、系統操作畫面－使用結果滿意度調查頁面

資料來源：本研究整理

透過以上系統的操作步驟，使用者可快速得到可信任之人才，此信任包含了顯性工作能力以及隱性工作能力的評價。利用本研究所提出之推薦信任機制所建造出來之雛型系統將可幫助使用者找出和其所評價人才擁有相似顯性工作人力的人才，並進一步地推論其信任度，期待能達到隱性工作能力的評價，以解決網路人力銀行所招募到人才不適切的問題。

第六章、結論與未來研究方向

第一節、結論

本研究針對人才招募管道進行了文獻的探討，提出一人才推薦與信任推論制度，讓人才招募單位可以得到推薦的人才以及其信任的評價，使人才招募單位及求職者不會在缺乏資訊下盲目的摸索。結合網路招募方式可快速地招募到大量員工的特點，及員工推薦人才招募方式可招募到較適切員工的特點，讓人才招募單位可以快速地招募到大量合適的員工。

另外透過 FOAF 格式的使用，可以將線上社會網絡的資料格式統一。統一的格式將有助於縮短整個人才推薦與信任推論系統的建立時間，且可利用目前網路上已有的社會網絡資料，加速整個線上信任網絡的形成。

第二節、未來研究方向

本研究提出一架構在語意網上的人才推薦與信任推論制度。因為為初探研究，因此在某一些課題並未考慮的很深入、周延，但希望可以開啟一改善目前網路招募管道的討論空間，對於未來研究，有以下幾點建議：

(1) 本研究只對人才推薦與信任推論機制提出概念上的可行性實證，並未對其有效性多作探討。因此建議未來可以考慮進行有效性的實證，以改良推薦或者是信任推論制度的演算法，讓其可更符合現實生活的狀況。

(2) 將整個人才推薦與信任推論系統架在語意網上，其資料隱私的問題，在本研究中並未多做討論，這也是未來必須要解決的一個課題。唯有解決隱私的問題，系統使用者才可在更安全且安心的環境下，進行履歷的填寫以及對他人作信任的評價。

第七章、參考文獻

參考文章

1. 何丁武、邱耀漢、楊建民 (2006)。電子音樂知識本體論推薦機制與架構之研究。第十七屆國際資訊管理學術研討會論文集，中華民國資訊管理學會。

2. 李永銘、李宗穎、陳正乾 (2006)。信任機制為基礎之即時通訊系統。第十二屆資訊管理暨實務研討會。

3. 李永銘、陳正乾、李宗穎 (2007)。使用信任機制的部落格。第十八屆國際資訊管理學術研討會。國科會編號：NSC 94-2416-H-009-030

4. 李誠、簡士評 (2001)。網路招募管道有效性的初步分析—以某高科技企業為例。高科技產業人力問題研討會論文集，台灣經濟發展研究中心。

5. 呂春美、蔡承翰、楊建民 (2009)。建構人脈關聯社會網絡人才推薦系統之研究－以某國立大學 EMBA 人才庫為例。第十五屆資訊管理暨實務研討會。

6. 游卓凡 (2007)。以語意化同儕網路建立產業知識管理系統。大同大學資訊工程研究所碩士論文。

7. 楊永芳 (2002)。語意擴充式文件推薦方法之研究。國立中山大學資訊管理研究所碩士論文。

8. 簡士評 (2001)。招募管道成效之評估。國立中央大學人力資源管理研究所碩士論文。

9. Abdul-Rahman, A. and Hailes, S. (2000). Supporting Trust in Virtual Communities, Proceedings of the 33rd Hawaii International Conference on System Sciences.

10. Antoniou, G. and Harmelon, F. (2008). A Semantic Web Primer (2nd ed.). Cambridge, MA: MIT Press.

11. Berners-Lee, T., Hendler, J. and Lassila, O. (2001, May). The Semantic Web. Scientific American Magazine.

12. Berners-Lee, T. and Fischetti, M. (1999). Weaving the Web: The original design

and ultimate destiny of the World Wide Web by its inventor (1st editioned.), Harperbusiness .

13. Bhavsar, V. C., Boley, H. and Yang, L. (2003). A weighted-tree similarity algorithm for multi-agent systems in e-business environment. Proceedings of Business Agents and the Semantic Web (BASeWEB) Workshop, Nova Scotia, Canada.

14. Bonhard, P., Harries, C., McCarthy, J. and Sasse, M. A. (2006). Accounting for Taste: Using Profile Similarity to Improve Recommender Systems. Proceedings of the SIGCHI conference on Human Factors in computing systems, Quebec, Canada

15. Cosley, D., Ludford, P. and Terveen, L. (2003). Studying the Effect of Similarity in Online Task-Focused Interactions. Proceedings of the 2003 international ACM SIGGROUP conference on Supporting group work, Florida, USA

16. Finin, T., Ding, L., Zou, L. and Joshi, A. (2005). Social Networking on the Semantic Web. Learning Organization, 12(5), 418-435.

17. Golbeck, J., Parsia, B., and Hendler, J. (2003). Trust Networks on the Semantic Web. Proceedings of Cooperative Intelligent Agents, Helsinki, Finland.

18. Golbeck, J. (2006) Generating Predictive Movie Recommendations from Trust in Social Networks. Proceedings of the 4th International Conference on Trust Management, Pisa, Italy.

19. Golbeck, J. (2009). Trust and Nuanced Profile Similarity in Online Social Network. ACM Transactions on the Web (TWEB), 3(4), Article No.: 12

20. Huang, J. and FOX, M. S. (2006). An Ontology of Trust –Formal Semantics and Transitivity. Proceedings of the 8th international conference on Electronic commerce: The new e-commerce: innovations for conquering current barriers, obstacles and limitations to conducting successful business on the internet, New Brunswick, Canada.

21. Kim, Y. A., Le, M. T., Lauw, H. W., Lim, E. P., Liu, H. and Srivastava, J. (2008). Building a Web Trust without Explicit Trust Rating. Proceedings of the 24th International Conference on Data Engineering Workshops, Cancún, Mexico.

國立政治大學 National Chengchi University

22. Marmaros, D., and Sacerdote, B. (2002). Peer and social networks in job search. European Economic Review, 46(4-5), 870-879.

23. McDonald, D. W. (2003). Ubiquitous recommendation systems. Computer, 36(10), 111-112.

24. Milgram, S. (1967). The small world problem. Psychology Today, 1(1), 60–67.

25. Papagelis, M., Plexousakis, D. and Kutsiras, T. (2005). Alleviating the Sparsity Problem of Collaborative Filtering Using Trust Inferences. Proceedings of the 3rd International Conference on Trust Management, Paris, France.

26. Rees, A. (1966). Labor economics: Effects of more knowledge. American Economic Review, 56, 559-566.

27. Sinha, R. and Sewaringen, K. (2001) Comparing recommendations made by online systems and friends . Proceedings of DELOS-NSF Workshop: Personalisation and Recommender Systems in Digital Libraries, Dublin, Ireland

28. Taylor, M. S. and Schmidt, D. W. (1983). A process-oriented investigation of recruitment source effectiveness. Personnel psychology, 36, 343-354.

29. Ziegler, C. N. and Golbeck, J. (2005). Investigating Correlations of Trust and Interest Similarity – Do Birds of a Feather Really Flock Together? Decision Support System.

參考網址

[a]. FOAF project: The Friend of a Friend Project. Retrieved June 8, 2010, from http://www.foaf-project.org/

[b]. FOAF project: FOAF Vocabulary Specification 0.97. Retrieved June 8, 2010, from http://xmlns.com/foaf/spec/

[c]. Kuhlen, A. (2001). E-recruiting Experts' views on e-recruiting processes. http://www.erecruitix.com/

[d]. Linked in. http://www.linkedin.com/

[e]. Swoogle. http://swoogle.umbc.edu/

[f]. Westphal, D. and Bizer, C. (2004, October). Introduction to RAP.

國立政治大學 National Chengchi University

http://www.seasr.org/wp-content/plugins/meandre/rdfapi-php/doc/tutorial/introductionToRAP.htm

[g]. WIKIPEDIA: FOAF (software). http://en.wikipedia.org/wiki/FOAF_%28software%29

[h]. W3Cschool. http://www.w3schools.com/

國立政治大學
National Chengchi University