

行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

社會網路分析應用於政治權力結構與關係之研究 研究成果報告(精簡版)

計畫類別：個別型
計畫編號：NSC 99-2221-E-004-013-
執行期間：99年08月01日至100年07月31日
執行單位：國立政治大學資訊科學系

計畫主持人：劉吉軒

公開資訊：本計畫可公開查詢

中華民國 100 年 11 月 01 日

中文摘要： 基於大量政府官員異動資料的可取得性及政治權力社會網路建構與分析的現有基礎，本計畫朝向細緻化、局部化的模型建構及節點指標/結構分析工具的深度檢驗與開創，具體的計畫成果為：(1) 應用社會網路連結預測於各職級各部門之政府職位接替人選推薦；(2) 應用連結預測於高階政府官員職位接替預測；(3) 應用動態社會網路之事件參與指標於政府官員權力變化觀察。本計畫築基於先前在 ego-centric network 與 complete network 層次上的初階研究成果與經驗，探討局部網路(local network)的結構與行為，進行更精密的分析與觀察，並對社會網路分析的各種量測與分割工具提出改善方式。這項研究對於資料領域的應用而言，更為國內政治權力結構的深度解讀，帶來意義重大的客觀實證資訊來源。

此研究工作的價值，不僅是在於首次就國內政治權力領域，提供系統性、構面性、客觀性的剖析結果，更對社會網路分析的方法與工具，提供了一個實證、改良與創新的研究分析場域。同時，這項研究也代表著資訊科學領域對人文社會學科議題探討的開展與對話，進而開創出實質而深度的跨領域成果，並發展出政治資訊學的新領域。

英文摘要： Based on accessibility to government personnel data and preliminary results of political power network analysis, the project aimed to construct localized and fine-grained network modeling, as well as to develop and verify instruments of node measurement and structure analysis. The specific accomplishments are: (1) apply link prediction method to evaluate promotion pattern of government agency ; (2) apply link prediction method to evaluate candidacy of high-level government post ; (3) apply event ranking in dynamic social network model to observe government official's political changes. The project built upon previous research experiences and results in both ego-centric network and complete network, and focused on local network structures and behaviors. This empirical investigation has led to modification and improvement on various measurements and instruments of social network analysis. Another implication for the application domain is the realization of an objective and verifiable data sources for the interpretation and understanding of domestic political power structure.

The values of the project's research results are two folds: (1) provide analytic results that are systematic, objective, and dimensional for domestic political power domain ; (2) construct a new investigation domain for the verification, improvement, and innovation of social network analysis methods. In addition, the project signified a constructive dialog of research issues between

computer science and social sciences. The interdisciplinary research results may help create a new field of political informatics.

行政院國家科學委員會補助專題研究計畫 成果報告
 期中進度報告

社會網路分析應用於政治權力結構與關係之研究

計畫類別： 個別型計畫 整合型計畫

計畫編號：NSC 99-2221-E-004-013

執行期間：99年8月1日至100年7月31日

執行機構及系所：國立政治大學資訊科學系

計畫主持人：劉吉軒

共同主持人：

計畫參與人員：甯格致、鄭遠祥

成果報告類型(依經費核定清單規定繳交)： 精簡報告 完整報告

本計畫除繳交成果報告外，另須繳交以下出國心得報告：

赴國外出差或研習心得報告

赴大陸地區出差或研習心得報告

出席國際學術會議心得報告

國際合作研究計畫國外研究報告

處理方式：除列管計畫及下列情形者外，得立即公開查詢

涉及專利或其他智慧財產權， 一年 二年後可公開查詢

中華民國 100 年 10 月 30 日

目錄

一、	研究動機、背景以及目的.....	1
二、	文獻探討.....	2
2.1	社會網路分析及發展趨勢.....	2
2.2	連結探勘(link mining).....	4
2.2.1	連結探勘的類型 (link-related method).....	4
2.2.2	連結預測 (link prediction).....	4
2.3	政治大學圖書館政府人事公報.....	5
三、	研究方法.....	6
3.1	應用社會網路連結預測於各職級各部門之政府職位接替人選推薦....	6
3.1.1	政府官員與職位關聯網路建立.....	6
3.1.2	應用 SimRank 相似度計算於 2-mode 網路.....	7
3.2	應用連結預測於高階政府官員職位接替預測.....	9
3.2.1	資料前處理.....	9
3.2.2	功績導向(merit-based)與指派導向(at-will)之升遷模式.....	10
3.2.3	資料設定及 Acceptable accuracy 設置原則.....	11
3.3	應用動態社會網路之事件參與指標於政府官員權力變化觀察.....	11
3.3.1	政府官員關聯網路及從屬架構的建立.....	12
3.3.2	節點狀態及動態網路模型建立.....	12
3.3.3	應用 EventRank 事件參與指標於政府官員之權力變化觀察.....	14
3.3.4	資料設定及實驗設計.....	14
四、	結果與討論.....	16
4.1	實驗結果.....	16
4.1.1	應用社會網路連結預測於各職級各部門之政府職位接替人選 推薦	16
4.1.2	應用連結預測於高級政府官員職位接替預測.....	20
4.1.3	應用動態社會網路之事件參與指標於政府官員權力變化觀察	23
4.2	綜合評估與討論.....	25
	參考文獻.....	27

摘要

基於大量政府官員異動資料的可取得性及政治權力社會網路建構與分析的現有基礎，本計畫朝向細緻化、局部化的模型建構及節點指標/結構分析工具的深度檢驗與開創，具體的計畫成果為：(1) 應用社會網路連結預測於各職級各部門之政府職位接替人選推薦；(2) 應用連結預測於高階政府官員職位接替預測；(3) 應用動態社會網路之事件參與指標於政府官員權力變化觀察。本計畫築基於先前在ego-centric network與complete network層次上的初階研究成果與經驗，探討局部網路(local network)的結構與行為，進行更精密的分析與觀察，並對社會網路分析的各種量測與分割工具提出改善方式。這項研究對於資料領域的應用而言，更為國內政治權力結構的深度解讀，帶來意義重大的客觀實證資訊來源。

此研究工作的價值，不僅是在於首次就國內政治權力領域，提供系統性、構面性、客觀性的剖析結果，更對社會網路分析的方法與工具，提供了一個實證、改良與創新的研究分析場域。同時，這項研究也代表著資訊科學領域對人文社會學科議題探討的開展與對話，進而開創出實質而深度的跨領域成果，並發展出政治資訊學的新領域。

關鍵詞：社會網路分析、連結預測、職位接替人選推薦、動態網路分析、政治權力與文官升遷觀察

Abstract

Based on accessibility to government personnel data and preliminary results of political power network analysis, the project aimed to construct localized and fine-grained network modeling, as well as to develop and verify instruments of node measurement and structure analysis. The specific accomplishments are: (1) apply link prediction method to evaluate promotion pattern of government agency; (2) apply link prediction method to evaluate candidacy of high-level government post; (3) apply event ranking in dynamic social network model to observe government official's political changes. The project built upon previous research experiences and results in both ego-centric network and complete network, and focused on local network structures and behaviors. This empirical investigation has led to modification and improvement on various measurements and instruments of social network analysis. Another implication for the application domain is the realization of an objective and verifiable data sources for the interpretation and understanding of domestic political power structure.

The values of the project's research results are two folds: (1) provide analytic results that are systematic, objective, and dimensional for domestic political power domain; (2) construct a new investigation domain for the verification, improvement, and innovation of social network analysis methods. In addition, the project signified a constructive dialog of research issues between computer science and social sciences. The interdisciplinary research results may help create a new field of political informatics.

Keywords: social network analysis, link prediction, government post candidacy prediction, dynamic social network analysis, political power and bureaucratic promotion observation

一、 研究動機、背景以及目的

世界萬物是一個複雜的系統，不論是自然的或是人造的，許多系統都是由二個以上個體組成的群體，個體之間相互影響，群體力量或功能的展現與變化則是個體行為的總合。資訊科學對個體與群體關係的研究，從早期的圖論、分散式計算、分散式人工智慧，到近期的多代理人系統、Web 2.0，都有持續的興趣與進展。近幾年，隨著網路系統的蓬勃發展及個體/群體緊密互動的社會性議題浮現(如流行性疾病、國際性犯罪組織、金融風暴等)，社會網路分析(social network analysis)成為社會學、物理學、資訊科學等學科的共同關注焦點，也為許多跨領域問題的研究與解決帶來新的面貌與機會。

對於一個由行為個體(actors)組成的群體，社會網路分析以網路的概念，強調個體之間相互關聯串接而形成的網絡，在此網絡中，行為個體交互影響與傳遞而展現其社會性。社會網路分析探究個體與群體間的相互社會關係，包括個體在群體中的位置與角色、個體之間的關連與區塊組成、群體結構特徵等不同面向的剖析，對於角色、結構、功能等的掌握與理解，提供了一系列的概念與方法的運用空間。而社會網絡結構可以是行為的、社會的、政治的、經濟的關係組成，其描述的範圍寬廣而探究的能力深入。因此，社會網路分析對於跨領域議題的展開，提供了相當有利的工具，同時也對資訊科學領域提供了新的研究場域與新的挑戰。

社會網路分析研究的其中一個主要前提在於應用問題領域資料的建立取得。一般而言，不論是行為的、社會的、政治的、經濟的問題領域，個體之間的關係並不容易直接取得，甚至可能是隱匿的，而需要投入大量的人力與時間，借助各種方法進行蒐集。這種資料建置的冗長過程與資源耗損的需求，也對資訊科學領域投入於社會網路分析研究形成了一定的障礙。

有鑒於此政大圖書館基於為國內人文社會學科建置學術資料庫的任務，開發了中華民國政府官員異動資料庫，紀錄歷年政府官員的職務異動與職等陞遷情形。此資料庫的原始資料來源為政府公報中刊載總統發布之官員人事命令，再由圖書館員以人工方式，將官員姓名、機關名稱、職等、職位、任職/免職、時間等異動資訊，輸入於資料庫中，目前已經涵蓋民國元年至民國一百年間的官員異動紀錄，共約八十五萬筆資料。

基於大量政府官員異動資料的可取得性及政治權力社會網路建構與分析的現有基礎，本計畫將朝向細緻化、局部化的模型建構及節點指標/結構分析工具的深度檢驗與開創，本計畫具體的目標依據不同基段的探討深度可大致為：

1) 發掘及分析關係緊密之政治權力集團結構及其變化：

依據既有之政府官員異動資料的初步統計分析及資料、屬性觀察，我們

可以藉由各種可行之資料範圍或是屬性組合來建構出不同觀察角度及實驗目的之關聯網路，進而給予後續研究方法不同的探索及觀察空間。

- 2) 以對偶或雙邊網路(dyadic network)，探討兩位官員間之權力互動關係：我們可藉由欲觀察的政府組織、部門或是事件，與相關聯的(可以時段、事件類型、部門、異動種類等等不同的資料類型來界定此關聯的存在與否)人物倆倆互相作為節點及關係連線建立起一可供以不同角度觀察之雙邊網路。
- 3) 以動態社會網路分析之觀點(dynamic social network analysis)，探討政府體系中權力變化與時間連動的趨勢：藉由較細微之時間區段與以權力核心為主要之關聯網路，於時間的遞移中觀察政治權力變化與時間的連動關係。

二、 文獻探討

2.1 社會網路分析及發展趨勢

社會網路係源自於社會科學領域，本用以描述社會中之個人、群體或組織等物件與其他同屬物件之間的關聯性，例如朋友、親人或是師生等；也可用以描述不同物件之間的關聯性，例如政府單位之官員、公司之職員或是商品及購買者等。而社會網路分析則是基於這樣子的關聯性所構成的網路，以多種方法加以分析出局部或是整體的特性指標，藉由特性指標試圖浮現出該網路所隱含的訊息，這些方法中較常見的有圖論方法、統計方法、機器學習方法等。不同的方法以及不同的特性指標所分析得到的資訊種類繁多，可依研究所要探討的目標進行對應之自訂或調整，藉由社會網路分析所得到的資訊則例如群聚的強弱或數量、物件兩兩間比較之相似程度或是找出關鍵的連結或是物件等。

早期(1950~1980)社會網路相關的研究議題大致上是以小世界模型(Small Worlds)的實證研究及小世界現象的探索為主，例如著名的小世界實驗、六度分離關係以及其他各種領域及範圍之探索實驗。中期(1980~1990)則是延伸早期的諸多觀察結果以及初步的模型，應用到更廣泛的領域，例如以數學或物理模型描述社會網路的研究、將社會網路模型應用到企業或市場甚至政策相關的流程等。然而現今(1990~今日)社會網路分析則是將此領域劃分為三個層面，分別以社會結構(social structure)、社會程序(social process)及心理學(psychological)來分門別類探討其相關之議題：

- 1) 社會結構(social structure) 層面：主要以網路結構及其數學模型來定義出各種的網路結構，並探討網路中各物件之間的特性指標以及基於網路結構之邏輯特性。例如物件之機器分群、機器分類或是相似性之計算等。其中較著名的社會結構網路模型中又以 Barabási - Albert 所提出的模型

因具有較完整之小世界網路特性(符合冪次法則、高群聚性之非隨機、無尺度網路以及任兩節點的可及性)，近年較為被使用。

- 2) 社會程序(social process) 層面：主要以程序的觀點來探討社會網路中各種資訊的搜尋及傳遞的模型。其中所提出的社會資產(Social Capital)概念也被社會網路分析廣為運用。政策或言論的散佈、求職、人才比對以及施政影響之傳遞等皆屬之。
- 3) 心理學(psychological) 層面：以心理學相關模型來探討小世界現象所產生的心理衝擊以及類似資訊工具所帶來給人們的心理影響。

社會網路的分析層次可以隨著研究者的研究目的以及資料收集方式的不同，而區分為若干不同的層次。Knoke & Kuklinski (1982) 將社會網路分析分為下列四種層次：自我中心網路(ego-centric network)、成對網路(dyad network)、三角網路(triad network) 以及完整網路系統(complete network system)；以下將依序分述各層次的概念與內涵：

- 1) 自我中心網路(ego-centric network)
- 2) 成對網路(dyad network)
- 3) 三角網路(triad network)
- 4) 完整網路系統(complete network system)

然而自 1999 年起社會網路分析領域已有一些學者提出當前之社會網路分析大多是以網路的一個暫時狀態(snapshot)或是聚合一段時間之狀態的靜態結果(static)來作為分析的基礎，且不論是以一暫時狀態或是一靜態結果來進行分析其實都已忽略掉了真實情況下的動態情況(例如間歇性、趨勢或傳遞性、因果性以及其它外加因素的影響等等)，亦容易產生偏頗的分析結果(Watts, 1999)，經由諸多社會網路分析相關之案例探討，也逐漸可歸納出應以一動態化、流程化的觀點來進行社會網路的分析工作，例如(Crovella and Bestavros, 1997; Willinger et al., 1997; Sole´ and Valverde, 2001)等學者以數毫秒至單一天的時間取樣間隔來建立動態網路之模型；或是以其他後設資料(metadata)之世代交替觀點(evolution)來進行類似的動態網路分析工作 (Savageau, 1998; Schilling and Palsson, 1998; Elowitz and Leibler, 2000; Gardner et al., 2000)；近年亦有學者開始提出動態社會網路分析之指標框架(frameworks of evolutionary event)，可供不同類型的資料應用並計算基於各種動態變化之狀態(Tenya, 2006; Chayant, 2007; Takaffoli, 2010)；以及依據動態網路中特定關鍵事件之觀察而進行可能成員預測之動態網路模型，如 Event Rank (O'Madadhain 2005)。

實務上而言，社會網路分析的工作除了前述取得資料的問題與限制外，進行分析的方法也依應用的程度而有較廣泛意義或較狹隘意義的區別，諸多社會網路

分析相關指標可被應用來進行社會網路分析任務，例如我們除了可使用像是中心性相關之指標(degree、betweenness、closeness 或 eigenvector 等)、橋接性(bridge)或是群聚性(clustering coefficient)來衡量基於網路結構的特性強度外，亦可依據資料本身的特性來定義基於不確定性的關係權重值、或是基於較上層概念意義之關聯性，進而將各部分之指標或功能匯集為一個整體的系統流程，以便於分析結果的產生及觀察。

2.2 連結探勘(link mining)

連結探勘是一較近期出現的整合性研究領域，整合的範圍包括了過去的連結分析(link analysis)、網頁探勘(web mining)、關聯學習(relational learning)、歸納邏輯程式(inductive logic programming)以及圖探勘(graph mining)等等。而連結探勘此一詞彙的定義則主要著重於屬連結性質的資料分析。

2.2.1 連結探勘的類型 (link-related method)

連結探勘的諸多方法可依據其方法自身的學術來源性質、探勘目標的類型(節點或是關聯)、或是探勘結果的呈現方式，來區分為各種類型不同的連結探勘：

1) 節點相關的探勘 (object-related)：

- 以連結資訊為基礎的目標節點排名 (link-based object ranking)
- 以連結資訊為基礎的目標節點分類 (link-based object classification)
- 目標節點分群 (object clustering, group detection)
- 目標節點識別 (object identification)

2) 連結相關的探勘 (link-related)：

- 連結預測 (link prediction)

3) 圖相關的探勘 (graph-related)：

- 於圖中進行子圖的探索 (sub-graph discovery)
- 圖的分類 (graph classification)
- 圖的生成模型建立 (generative models for graphs)

2.2.2 連結預測 (link prediction)

連結預測 (link prediction) 理論是以社會網路分析理論為基礎擴展而來的一嶄新研究領域。近年來由於網路相關應用的蓬勃發展，人與人的互動行為可局部或整體性地隱含於網路上的文章、使用紀錄、電子郵件、即時訊息或著是其他類型的社群資料中，因此相當合適以連結預測的角度來進行相關議題的研究探討、

觀察以及指標發展。

常見的社會網路分析理論主要著重於探討資料節點的特質、彼此間的連結關係以及整體網路結構對其行為表現的影響程度，較偏向於針對單一社會網路結構，進行靜態形式的分析；而連結預測理論選擇引入了時間的概念，認為社會網路的本質是屬於動態的架構，節點與節點彼此間可能會隨著時間的流逝而建立新的連結關係，故如何能夠準備預測哪些節點彼此間未來可能會產生新的連結，即成為連結預測理論所期望探討的主要問題核心。

然而儘管掌握了可被模型化為網路節點與關連的大量資料，連結預測此議題仍面臨到了許多的挑戰，例如此類型的探勘行為面臨到的樣本數通常很小，相對於整體網路的資料來看屬於一種相當疏離(sparse)的資料型態；而源自資料本身的雜訊也容易造成探勘成效難以被觀察到的問題。

實務上的連結預測可藉由點與點之間兩兩計算相似度的方式來進行，而此類型的方法也已被廣泛地探討，列舉數種常見的幾種相似度指標計算方法如下：

- Graph distance
- Common neighbors
- SimRank
- Jaccard's coefficient
- Adamic / Adar
- Preferential attachment
- Katz

2.3 政治大學圖書館政府人事公報

總統府公報為政府提供相關訊息的公開措施，其發行的主要目的是希望藉由透過此種方式，可以做為提供人們獲取並瞭解有關政府目前相關資訊的管道。基於此種理念，我國政府自民國元年開始正式發行政府公報，迄今已經歷九十七年載，其間由於歷經數次政府體制的變更，因而使得公報名稱亦產生多次變動，其名稱先後為臨時政府公報、臨時公報、政府公報、陸海軍大元帥大本營公報、國民政府公報以及目前採行的總統府公報之稱。

總統府公報最初的發行單位是由總統府第五局負責，而後改由第三局負責發行，民國八十五年由於總統府組織法進行修正程序，針對府內相關業務職掌進行調整，因而目前是由第二局負責發行。公報的發行方式最初採行每日發行，其後改為每週發行二到三次，自民國 84 年 7 月 1 日起後則改為每週三發行，其中若觸及公布法律之日而非週三時，則額外增刊發行。此外，自民國 86 年 7 月 2 日

圖 1：人物職位 2-mode 網路

3.1.2 應用 SimRank 相似度計算於 2-mode 網路

為了探討特定職位的接替人選的選擇受到與歷任官員的職務歷程相似度的影響程度，我們提出以曾經擔任過該特定職位的所有官員集合為基礎，依序找出曾經擔任過的職務歷程與前述官員相似的候選人集合，經過綜合評比分析取出職務歷程相似度值最高的前 n 名，以做為該特定職位的推薦接任人選集合。連結預測理論相關演算法的共同設計概念同樣也是以相似度為核心，做為其預測兩節點未來產生連結關係可能性的判斷準則；也就是若任何一原先並無連結關係存在的對點，其彼此間的相似度較高，則該對點在未來某一時刻的社會網路結構中，彼此間產生新連結關係的機會將會較高。此種分析推論概念恰可符合我們研究上期望尋找與某特定職位的歷任官員的職務歷程相似度較高的人選，以做為後續可能接替該特定職位的人選推薦的需求。另外，基於其演算法的延伸彈性，我們選擇以連結預測理論中的 SimRank 演算法為本研究模型的核心計算方法。

SimRank 演算法的基本理論基礎是由一遞迴關係概念所構成，認為任意兩節點彼此間的相似程度會因為與該兩節點相連的其他節點彼此間相似程度的高低而受到影響；其相似度的計算方式如下圖 2 之公式。

$$\text{score}(x,y) = \begin{cases} 1 & \cdot \text{if } x = y \\ \frac{c}{|\Gamma(x)||\Gamma(y)|} \sum_{i=1}^{|\Gamma(x)|} \sum_{j=1}^{|\Gamma(y)|} \text{score}(\Gamma_i(x), \Gamma_j(y)) & \cdot \text{if } x \neq y \end{cases}$$

圖 2: SimRank 相似度計算公式

當欲計算任意二節點(x, y)間的相似程度時，若 x 與 y 相同，亦即希望計算單一節點與自身的相似程度時，其值為 1；若 x, y 為不同節點時，則須先取得 x 節點的鄰居節點集中任一節點(即 $\Gamma_i(x)$)與 y 節點的鄰居節點集中任一節點(即 $\Gamma_j(y)$)彼此間的個別相似度值，再將所有的個別相似度值依序累加取得總計後，以做為計算(x, y)二節點相似度的基礎；其中參數 c 為一相似度遞減參數，其值介於 0 和 1 之間。此參數設計的目的主要是用於顯示任意兩節點彼此間相似度受到其鄰居節點彼此間相似度的影響效果將會呈現遞減現象。

$$\text{score}(A,B) = \begin{cases} 1 & \cdot \text{if } A = B \\ \frac{C_1}{|\Gamma(A)||\Gamma(B)|} \sum_{i=1}^{|\Gamma(A)|} \sum_{j=1}^{|\Gamma(B)|} \text{score}(\Gamma_i(A), \Gamma_j(B)) & \cdot \text{if } A \neq B \end{cases}$$

$$\text{score}(c,d) = \begin{cases} 1 & \cdot \text{if } c = d \\ \frac{C_2}{|\Gamma(c)||\Gamma(d)|} \sum_{i=1}^{|\Gamma(c)|} \sum_{j=1}^{|\Gamma(d)|} \text{score}(\Gamma_i(c), \Gamma_j(d)) & \cdot \text{if } c \neq d \end{cases}$$

圖 3: SimRank2 相似度計算公式

SimRank 演算法相似度計算公式主要是適用於 1-mode 網路中，我們欲將其運用至 2-mode 網路時，必須針對原先的計算公式進行適當的延伸調整，其相似度計算公式如圖 3 所示，其中 A、B 與 c、d 分屬二種不同類型的節點， $\Gamma_i(A)$ 、 $\Gamma_j(B)$ 、 $\Gamma_i(c)$ 、 $\Gamma_j(d)$ 分別代表某單一節點的所有鄰居節點所形成的集合；而 C_1 與 C_2 則均為相似度遞減係數，其值介於 0 和 1 之間。

SimRank 參數設定上，我們經過初步測試後將以 Decay Factor : 0.8 ; Iteration : 1~10 (step : 1) ; Data Range (years) : 5~20 (step : 5)，而 Voting Procedure 中的門檻值則設定為 0.025。

3.1.3 實驗設計

本研究提出一職位接替人選推薦系統，其架構如圖 4 所示，可分為 network construction、similarity calculation 及 candidate ranking 三個主要模組。

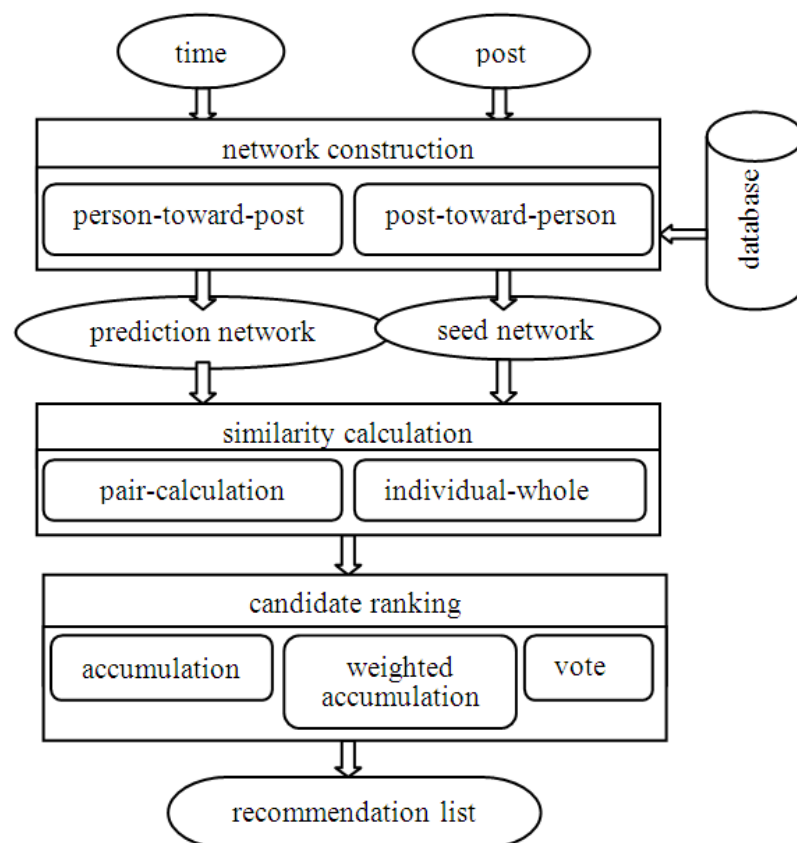


圖 4: 職位接替人選推薦系統架構

1) 網路建置模組 (network construction)

給定期望分析的時間區段和職位名稱，此模組從人事異動資料庫中取出所需的相關官員與職位資料，藉由模組內部的二網路建構子程序：person-toward-post 以及 post-toward-person，同時建構出相對應的 seed network 及 prediction

network。Seed network 是由所期望分析的職位節點，及從分析時間區段中曾經擔任過該職位的所有異動記錄中，取出的人物節點共同建構而成的一 2-mode 網路。

2) 相似度計算模組 (similarity calculation)

在網路建置模組依據所設定的分析時間區段和職位，完成 seed network 以及 prediction network 的建置之後，便交由相似度計算模組負責開始執行職務歷程相似度的計算工作。由於我們的研究立意是希望探討單一職位的歷任官員曾經擔任過的職務歷程，對於該職位後續接替人選的評選影響程度，故首先需挖掘出曾經擔任過所設定職位的成員有哪些。相似度計算模組首先根據 seed network 中所提供的人物結點資訊，收集各人物曾經擔任過的職務歷程資訊彙整形成 seed person set。其後再以此 seed person set 為基礎，以 prediction network 為計算範圍，透過其內的 individual-whole procedure 以及 pair-calculation procedure 二子程序負責進行職務歷程的相似度計算工作。

3) 候選人排序模組 (candidate ranking)

在經由相似度計算模組依序針對 seed person set 中的每一成員，計算取得與其職務歷程相似度最高的前 x 名人物列表之後，其後所有的相似度計算結果將交由候選人排序模組來負責執行最後的職位推薦人選統整工作。現假設一 seed person set 中含有 n 名成員，則最多將會產生 $n \times x$ 位的人物相似度列表以及各人物相對應於各 seed person set 成員的相似度值，而由於在這些相似度列表中極有可能出現單一人物同時與多位的 seed person set 成員均具有較高的相似度值，也就是單一人物以不同的相似度值出現於多位 seed person set 成員各自的列表之中。故為了彙整這些人物的相似度值同時也針對全部的相似度列表進行統整以給定最後的職位接替人選推薦序列結果，候選人排序模組中提供了三種不同的彙整排序子程序：accumulation procedure、weighted accumulation procedure 及 vote procedure。

- a) Accumulation：以相似度的加總結果作為職位推薦之排序。
- b) Weighted accumulation：職位的時間點與薦選時間點間的差距愈短，其職位歷程所造成的影響程度應愈大，而時間差距愈長，所造成的影響程度則應較小。計算出權重後再乘上 Accumulation 數值作為職位推薦之排序依據。
- c) Voting accumulation：採用一門檻值參數，唯有當任一人物與其 Seed Person Set 成員的相似度值超過此門檻時，才會將其納入彙整考量之中；否則將之予以排除於考量之外。

3.2 應用連結預測於高階政府官員職位接替預測

3.2.1 資料前處理

為了進一步探討高階各級政府官員之升遷異動模式以及各部門之綜合升遷異動模式，我們根據 3.1.1 之方法延伸，分別依據不同的政府官員職級、及不同類型的官員職位，進行預先分類資料之網路建立。如表一所示之局部篩選後分類細項，除了各個不同的政府部門區別以外，我們亦可將職務分類為幾種不同的等級：

- 1) 1st. Level : ministers, political deputy ministers, and secretary generals.
- 2) 2nd. Level (Top Rank Bureaucrats) : administrative deputy ministers and deputy secretary generals.
- 3) 3rd. Level (2nd. Rank Bureaucrats) : directors , deputy directors of departments.
- 1) 4th. Level (3rd. Rank Bureaucrats) : directors , deputy directors of agencies.

表一：篩選後之政府職務及部門(局部)

<i>Government unit</i>	<i>Position</i>	<i>Government unit</i>	<i>Position</i>
Office of the President	Bureau Chief	Judicial Yuan	Secretary General
Executive Yuan	Deputy Secretary General	Judicial Yuan	Deputy Secretary General
Ministry of Transportation & Communications	Administrative Deputy Minister	Legislative Yuan	Deputy Secretary General
Ministry of the Interior	Administrative Deputy Minister	Control Yuan	Secretary General
Ministry of Foreign Affairs	Administrative Deputy Minister	Taipei City	Secretary General
Ministry of Education	Administrative Deputy Minister	Kaohsiung City	Secretary General
Ministry of Justice	Administrative Deputy Minister	Department of Health	Minister

3.2.2 功績導向(merit-based)與指派導向(at-will)之升遷模式

本研究延伸探討官員升遷異動的幾種可能的模式，並以高階各級政府官員作為研究觀察的目標，並以不同政府部門角度來進行綜合的研究觀察。而根據文獻探討可得知大致上各國政府的升遷模式可被歸納為以下兩種：

- 1) 功績導向 (merit-based)：意即特定政府職位與官員的升遷所對應的路線或管道是有跡可循的，而此軌跡可能來自於不同屬性之影響或是組成，例如來自於類似領域之專長、類似之職務經歷、或是類似之政治資歷。

通常較民主、民選的政治類型較會偏向此類型的升遷模式，且會呈現較多垂直的升遷軌跡 (vertical promotion)。

- 2) 指派導向 (at-will)：意即特定政府職位與官員的升遷通常是來自於上級或是其他影響力之指派或任命，該職位之繼任人選之間通常較無雷同之政治資歷或專長。通常較專制、或是國家政府力量較薄弱的政治類型較會偏向此類型的升遷模式，且有可能呈現較為零散的升遷軌跡 (horizontal promotion)。

而綜合以上兩種升遷模式，我們可利用連結預測的成效或是支持強度來訂出一個判定該升遷類型應是屬於功績導向抑或是指派導向的量測準則，此量尺可被視為是一 bureaucracy level 指標。

3.2.3 資料設定及 Acceptable accuracy 設置原則

Acceptable Accuracy 是用以作為評估 bureaucracy level 的一個基礎成效評估篩選門檻，主觀設置此門檻的目的則是因為我們所處理的資料量相當龐大，蘊含有許多會影響成效之雜訊；另一目的則是本研究中所使用的政府人事異動資料其實尚未經過預先周詳的前置資料處理，除了資料難免有疏漏及錯誤外，更有可能會有其他會影響真實績效呈現的因素存在。因此我們可初步利用觀察成效的方式界定此門檻以便進行升遷模式的判定。

我們篩選資料年分 1988~2008 的部分，並去除非高階政府官員的資料區段，共取得 54,168 筆資料。並採取兩種角度來進行實驗觀察：

- 1) Candidacy Ranking：觀察高階 4 種職務類型 (312 為職務候選人，共 104 個待遞補之目標職位)
- 2) Merit Principle：觀察 18 個政府部門之綜合功績導向表現 (共 104 個待遞補目標職位)

3.3 應用動態社會網路之事件參與指標於政府官員權力變化觀察

我們所處的是一個充斥大量資訊的時代，該如何分析大量且零碎的資料，並從中發掘出有用的訊息是一相當重要的議題。以政府官員權力之社會網路分析觀察角度而言，本研究之目標在於以政府官員之人事異動資料為基礎，建構出政府組織的從屬網路，並在每個網路快照中觀察每個時期中佔有重要影響力的特任或簡任官員。我們從總統府公報數位典藏的資料中，採用動態社會網路分析的方法，從人事異動資料庫中，擷取出官員們在政府組織中的影響力變化。並透過時間變化以及 EventRank 的演算法來觀察政府官員們升遷以及權力變化的過程，進一步分析比較外部人才選用或內部人員晉升於指標上的異同之處。本研究將二十年來的政府官員人事異動資料轉化成一種可視的型態，並可觀察到各政府官員在於組織中的影響力變化以及不同時

期之政府，不同執政黨的政府組織內調動情況。

3.3.1 政府官員關聯網路及從屬架構的建立

本研究的模型為傳統社會網路模型之延伸，需要先從政府官員異動資料的異動紀錄聚合成人物網路。得到人物網路後，再一進步加入時間維度，形成動態的社會網路。本節即說明就資料轉化成動態社會網路的流程，以及其中加入過濾條件的方法。要建立動態網路以前，需要先完成靜態社會網路快照，也就是傳統的社會網路。可以將政府人事異動資料聚合成官員從屬網路。在從屬網路中，節點代表官員，也就是人物。節點與節點之間的聯繫透過上司和下屬的關係構成，以單向連結呈現上司之於下屬的關係。要將異動記錄聚合成從屬網路，需要幾個條件限制，主要分成三個部分為節點時間限制、職位人數限制、職位階層關係。

首先針對節點時間限制，因為人事異動資料庫集合了超過 30 年的資料，但基於研究上的考量，民國 77 年以前並未有職等設定。所以將資料選定從民國 77 年起，至民國 99 年 7 月 21 日，並且在建立網路快照的時候，若有人物節點在同一職位擔任超過 10 年以上，則視為有問題的節點，用時間限制取得較正確的資料。欲建立一個正確從屬關係網路，需要單位中的職位限制，因此參考中華民國各單位組織法中，對於職位人數的限制。蒐集總統府、行政院、八個部會(內政部、國防部、經濟部、交通部、外交部、財政部、教育部、法務部)以及臺北市和高雄市政府的組織條例。圖五示意參考各個不同單位，以及職位的人數限制。藉由這個機制，我們可以保留該時間下正確的節點，過濾掉有問題的資料。最後是需要網路的從屬關係，需要透過職位產生關連。因此參考各機關的組織圖，建立一份屬於本研究的階層關係。圖六示意階層關係，總統和行政院長、市長都在一階層關係中。二階層的話，總統則可以和總統府局長產生關連。



圖 5: 職位人數限制示意圖

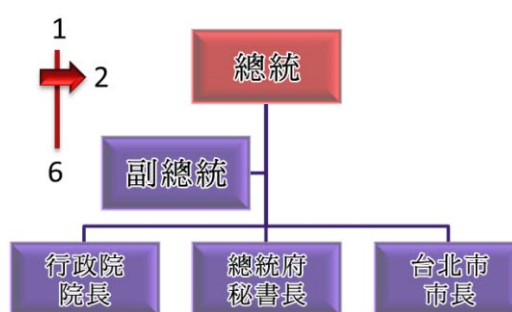


圖 6: 職位階層示意圖

3.3.2 節點狀態及動態網路模型建立

資料中之節點實際實驗運作時將隨著職位異動而更變，像是移出網路，或更換職位。並且由年份限制和職位人數限制，過濾出正確的節點資料。取得正確的節點集合資料後，在按照職位階層關係，便可建立所要觀察時間的靜態網路快照。建置好靜態從屬網路後，接著便是加入時間變化，這將使節點和關係在時間中產生變化。節點之間的關係因著時間變化可能會消失，不同的節點也會產生新

的關聯。因加入時間維度的考量，節點的屬性也會跟著改變。為此本研究定義了幾種節點的狀態，來突顯節點在不同快照之下的情況。而從資料聚合成動態社會網路時，也分成兩部分來處理。以下先闡明節點的狀態定義，接著敘述如何處理資料轉化成動態網路節點。

為了清楚各節點在不同時間的情況，以即便利後續研究分析，我們將人物節點分成五種狀態，圖 7 為動態網路 1991 年內政部子網路快照示意圖：

- 1) 新增(new)：官員異動中屬於升遷或職位調動。如果節點不在網路中，表示節點從此時間進入網路，並標示狀態為新增(new)。
- 2) 活躍(active)：動態網路中，時間維度會不斷前進變化，根據人物的擔任時間。若在該時間下，官員擔任所觀察的職位，則將人物節點標示為活躍(active)。
- 3) 升遷(promotion)：和新增的節點類似，但節點本身已在人物網路中，代表人物有職位上的調動。因為政府組織的特殊性質，這邊統一稱為升遷(promotion)
- 4) 離職(leave)：代表官員離開了該職位。某些節點在未來的時間軸中，亦可能繼續擔任職位，所以在這邊將人物節點的狀態標示為離職(leave)。
- 5) 退休(retired)：同樣和離職的資料型態一樣，但是根據官員的人事歷任資料，官員已經擔任在政府單位中最後一個職位，或十年以上未有職位調動。這些情況讓我們將該節點視為退休，故將節點狀態標為退休(retired)。

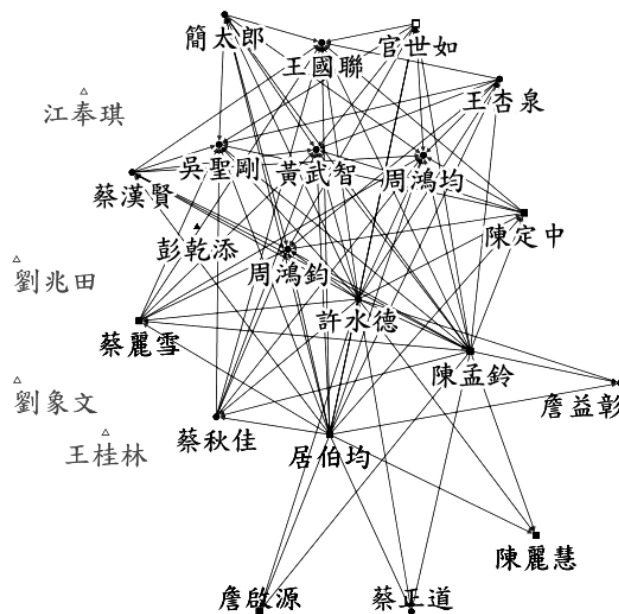


圖 7：動態網路-1991 年內政部子網路快照

3.3.3 應用 EventRank 事件參與指標於政府官員之權力變化觀察

EventRank 的概念在於事件發生時，人物的交互作用、相互影響透過量化來呈現。每個節點都會有一個初始值，文獻中的定義是由 uniform distribution 為假設可得到 $1/n$ ， n 為當時網路節點的數目。但對於政府組織而言，若每個官員如果都持有相同的初始值，則會與我們的認知有所出入。例如行政院長和教育部部長，前者的權力和影響力應較後者來得大，此差異應要能顯示於初始值得差異上。為此我們考慮了節點的分支度(degree)，使用節點分支度除以總節點分支度和作為初始值。其代表意義則轉化成該節點在整體網路下的影響力，像是行政院長的分支度比教育部長或法務部長都來得大，所以其起始分數就會比較高。按照 EventRank 公式，公式分成參與者和非參與者的分數變化。

$$v \in P_i : R_{i-1}(v) + \alpha_i \cdot \frac{\bar{R}_{i-1}(v)}{\sum_{d \in P_i} R_{i-1}(d)}$$
$$v \notin P_i : R_{i-1}(v) \cdot \left(1 - \frac{\alpha_i}{T_{N_{i-1}}}\right)$$

圖 8: EventRank 公式

3.3.4 資料設定及實驗設計

本研究實驗系統所採民國 77 年至民國 99 年的異動紀錄集合。總計有 59,912 筆異動紀錄，包含有 19,836 人。透過設定的篩選條件，也就是想要觀察的部門和職位。觀察的部門從中央政府組織中的總統府、行政院本部、行政院下的八個部會：教育部、財政部、內政部、法務部、國防部、交通部、經濟部、外交部，其職位最高為總統，最低為司長、副司長。考量異動資料庫中臺北市和高雄市的資料較多，因此地方政府選定臺北市和高雄市政府並選定轄下四個局，分別為交通局、民政局、財政局、教育局，職位最高為市長，最低為局長。經由條件過濾之後，選出 1,390 人共 3,232 筆異動資料作為實驗資料。其中民選首長的部分，像是總統、副總統，還有地方政府的市長，由中央選舉資料庫補入部分資料。最初始的網路時間設定為 1990 年 5 月，共有 256 個網路節點。經過 3,232 筆異動之後，結束時間為 2010 年 7 月，共有 1390 個網路節點。

本研究提出動態網路節點排名系統架構如圖 9-1，以 dynamic network construction、EventRank algorithm 及 ranking process 三個主要模組組成。

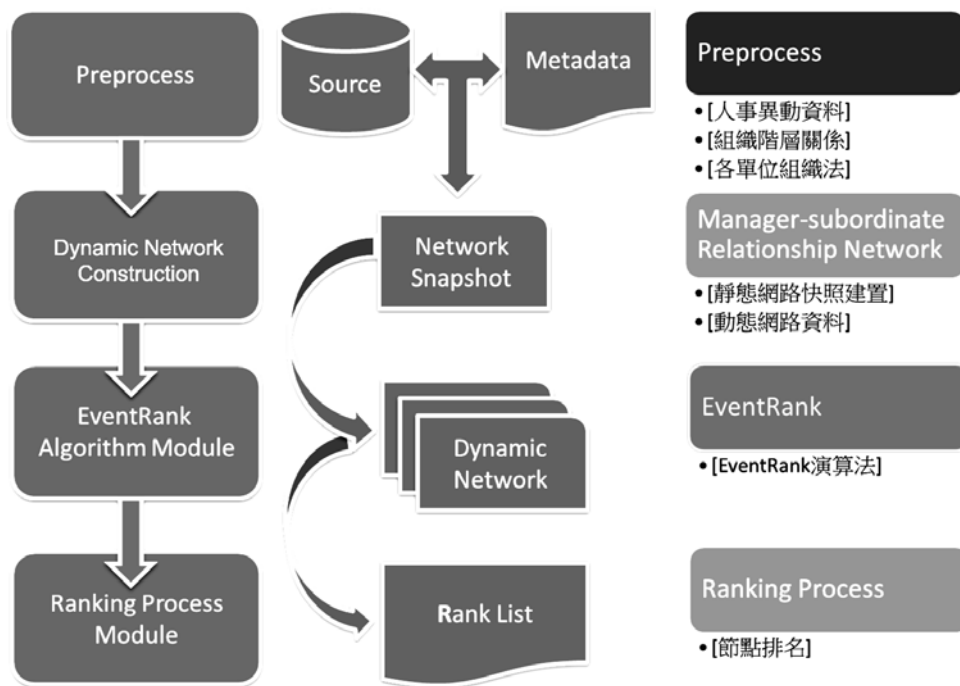


圖 9-1: 動態網路節點排名系統架構

1) 動態網路建構 (dynamic network construction)

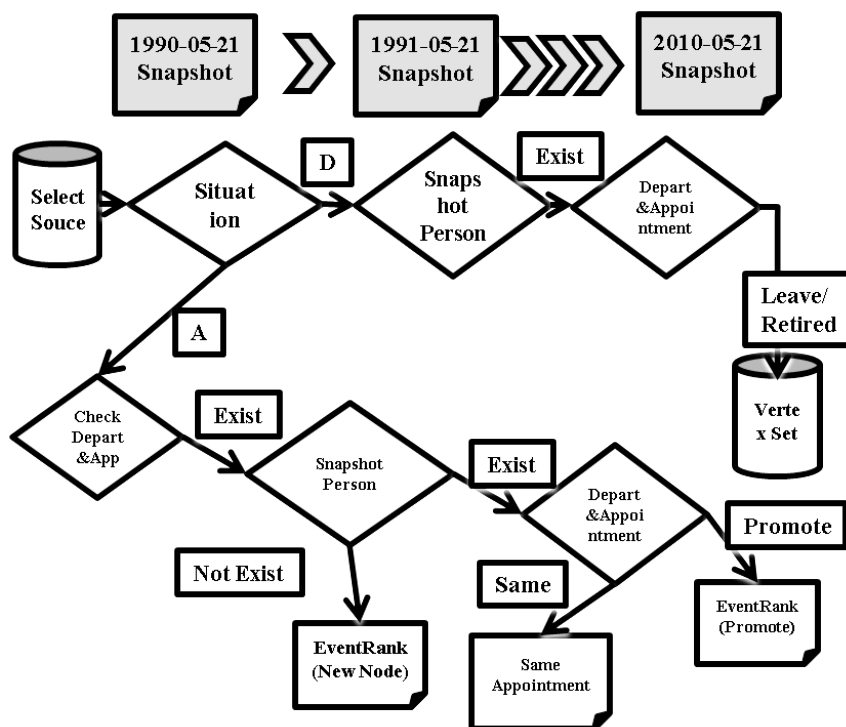


圖9-2: 動態網路建構流程

一筆異動資料進入模組後，由模組判斷該筆異動資料屬於任免的何種情況，是上任的資料還是免職資料。如果免職則走上部分的流程，再判斷節點是否存在網路中，如果存在則繼續判斷部門及單位。都一樣的話最後判斷人物的任職歷史，決定最後該節點為離職或退休狀態。上任的資料相同先判斷是否存在網路中，若是

不存在代表該節點為新節點，將狀態標是為新增節點。若本存在網路中的節點，判斷其職位和單位是否相同，若不一樣代表節點有升職或調任的狀況。此時將節點的狀態改成升遷，並且更動其屬性。

2) EventRank演算法

EventRank演算法模組分成幾個部分，第一部分是計算節點初始值，這個數值需要節點的分支度，以及該節點所屬部門的分支度總和。將前者除以後者便可以得節點的初始值。第二部分計算 T_n 跟 $\sum_{d \in P_i} \bar{R}_{i-1}(d)$ 則是升遷範圍參數給定為指定部門。若有限定升遷影響範圍則僅計算該節點的部門內的 T_n 跟 $\sum_{d \in P_i} \bar{R}_{i-1}(d)$ ，否則要計算整個網路內的 T_n 跟 $\sum_{d \in P_i} \bar{R}_{i-1}(d)$ 。最後就是進行EventRank的公式計算，把參與者和非參與者在這次網路快照的分數計算出來。而EventRank演算法模組是和動態網路模組並行，在第一個網路快照的時候，模組將會計算所有節點的初始值，並且把節點狀態都設成活躍。當時間經過一年後，模組則利用節點的狀態不一樣來調整所有節點的分數。當整個動態網路計算完成後，EventRank演算法模組也同時完成。

3) 排名模組 (ranking process)

最後就按照各網路快照的節點分數，替網路中的節點排名。這是排名模組負責完成的工作。在系統中，我們設定排前二十名，如果超過二十名則不計入考量。

四、 結果與討論

本研究計畫以政府人事異動資料庫為研究觀察的主體，並嘗試以不同的資料詮釋角度，對應到社會網路模型的建構，並以不同的分析、觀察角度切入，試圖取得與預期目標相對應之績效呈現出來。而本計畫目前所推展的數種觀察模式依觀察目標之主題可分為三大類型，也就是3.1~3.3節部分所描述的研究目標及實驗設計，而以下4.1節之4.1.1~4.1.3則分別對應對應此三項研究目標及實驗設計呈現實驗的成果數據部分。

4.1 實驗結果

4.1.1 應用社會網路連結預測於各職級各部門之政府職位接替人選推薦

根據本研究提出之實驗模型所得的各式數據資料，藉由觀察比較預測人選列表以及相對應的實驗數據，可進一步從中整理挖掘出相關的隱含資訊。然而針對系統無法準確預測命中部分職位接替人選的因素，除了起因於該職位的實際接替人員其本身曾經擔任過的職務歷程，與曾經擔任過該職位的歷屆人員的職務歷

程差異性過大，因而使得相似度值過低而無法出現於推薦列表之中，還有少部分的預測失誤是起因於該職位的實際接替人選，在人事異動資料庫中僅有民國97年的異動記錄，因而使得該名人選無法出現於prediction network中。

藉由觀察實驗模式二的數據資料結果，可以發現系統對於相同職位數量(均為26個職位)、不同職位類別間的預測準確率會產生差異性，其中以對事務官14職等類別的預測準確率最佳，對事務官13職等類別為次佳，而對事務官12職等以及政務官此二類別的預測準確率則均較為不佳。

1) 遞迴次數探討 (15職等以上政務官 vs. 14職等事務官)

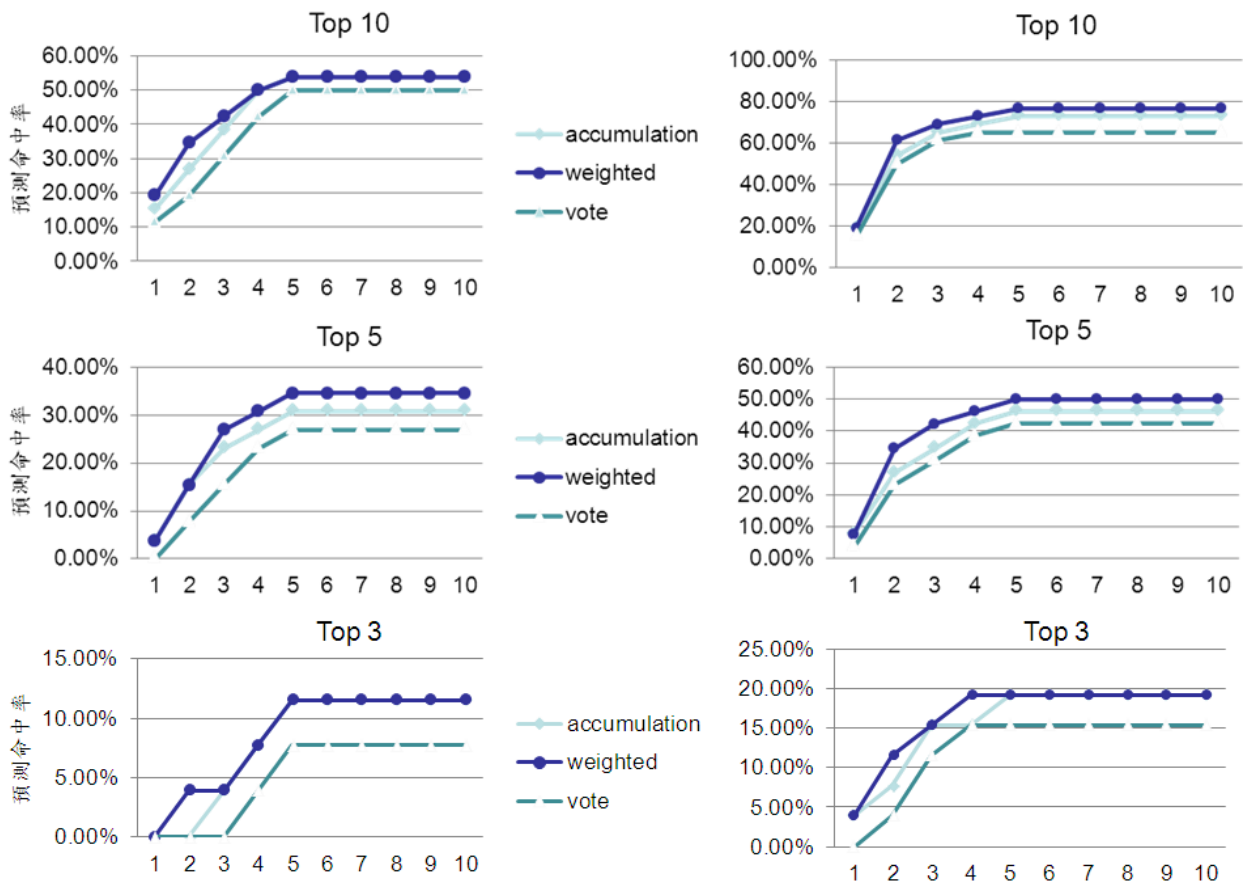


圖10：遞迴次數探討 (15職等以上政務官 vs. 14職等事務官)

2) 遞迴次數探討 (15職等以上政務官 vs. 12職等事務官)

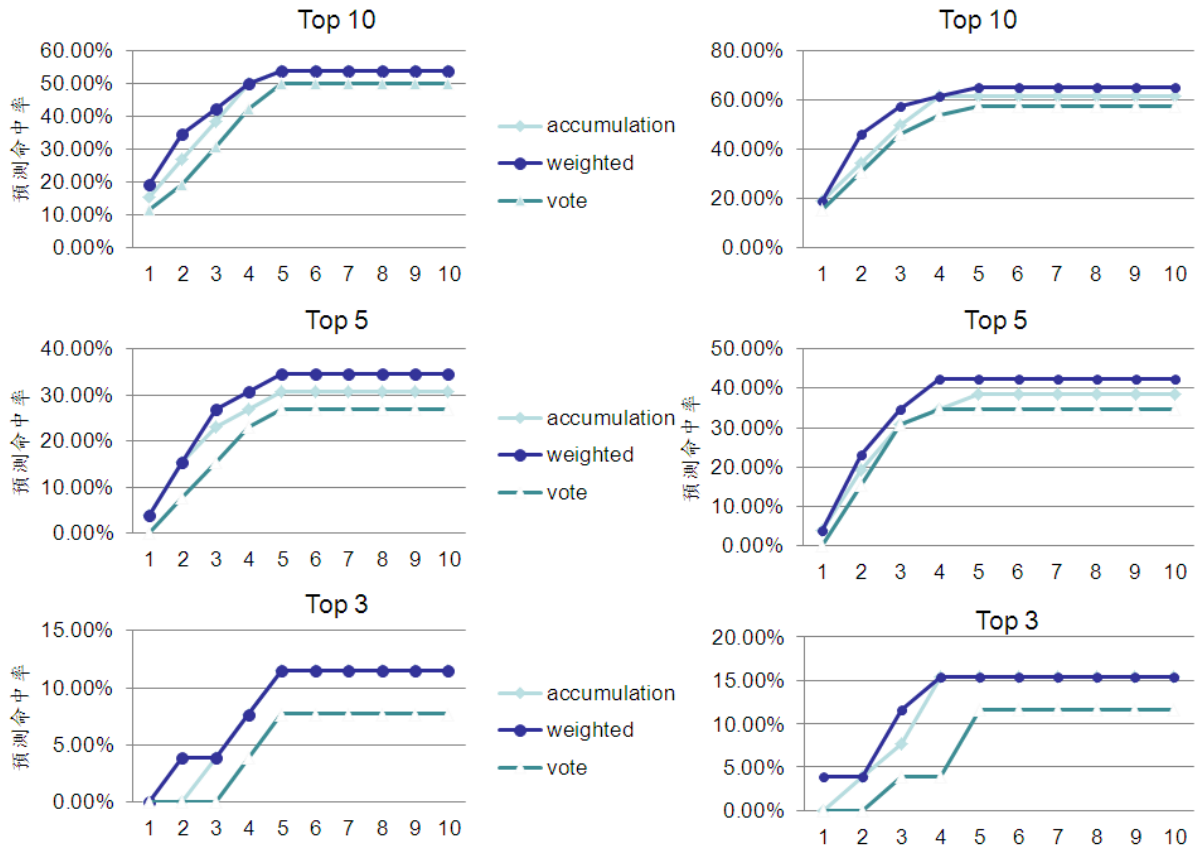


圖11：遞迴次數探討 (15職等以上政務官 vs. 12職等事務官)

3) 社會網路資料年限範圍探討 (以weighted accumulation為例)

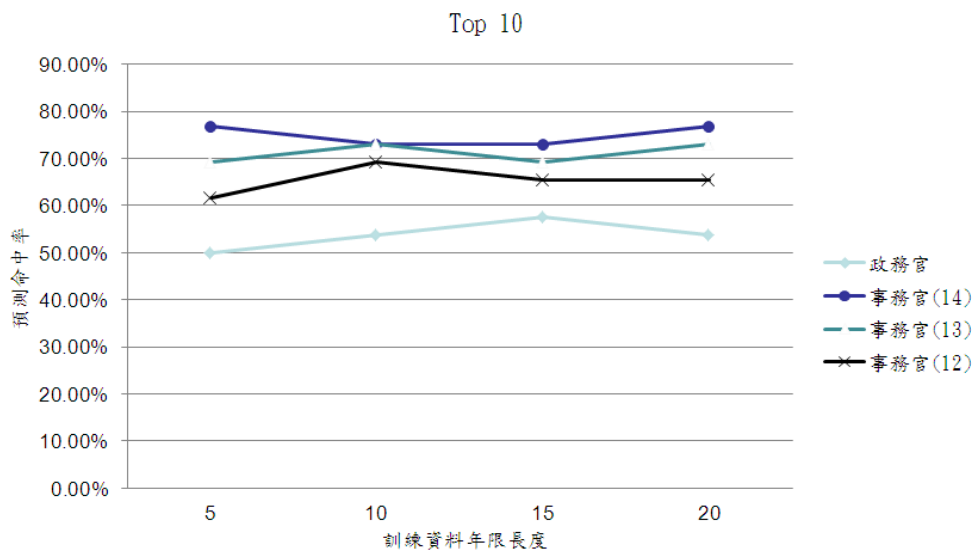


圖12：社會網路資料年限範圍探討 (以weighted accumulation為例)

4) 不同部門之職位預測 (以weighted accumulation為例, 社會網路資料擷取20年, 遞迴次數為5)

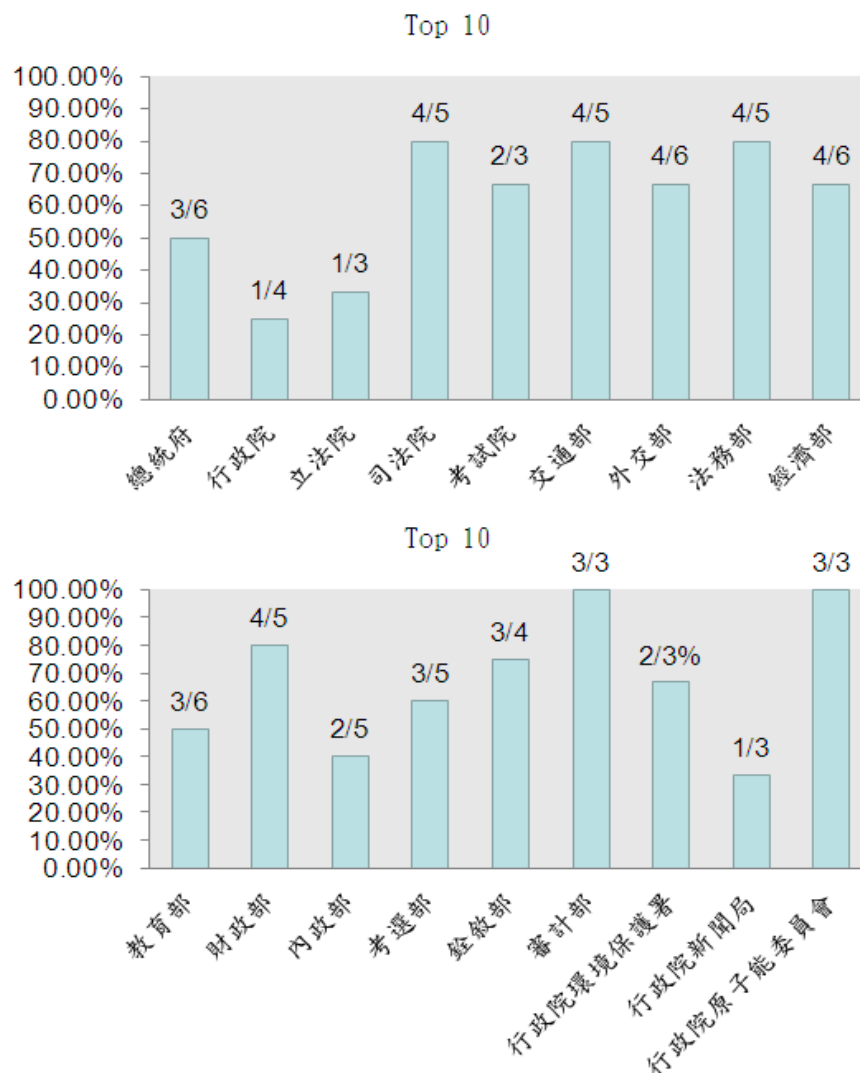


圖13: Top 10 不同部門之職位預測

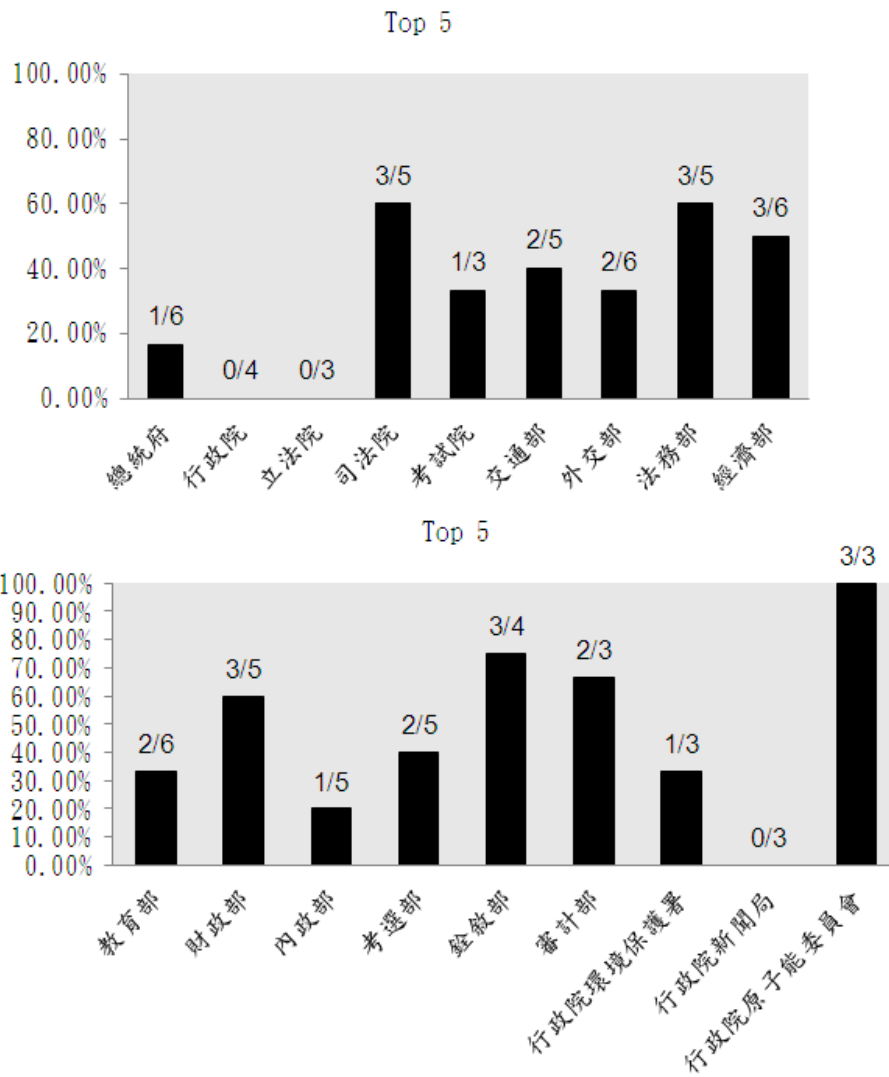


圖14：Top 5 不同部門之職位預測

4.1.2 應用連結預測於高級政府官員職位接替預測

1) Candidacy Ranking：依據圖15初步實驗的結果，我們可將acceptable accuracy的門檻，依據不同的Top-k界定在不同的門檻值，也就是：Top 10：50%，Top 5：30%，Top 3：20%。

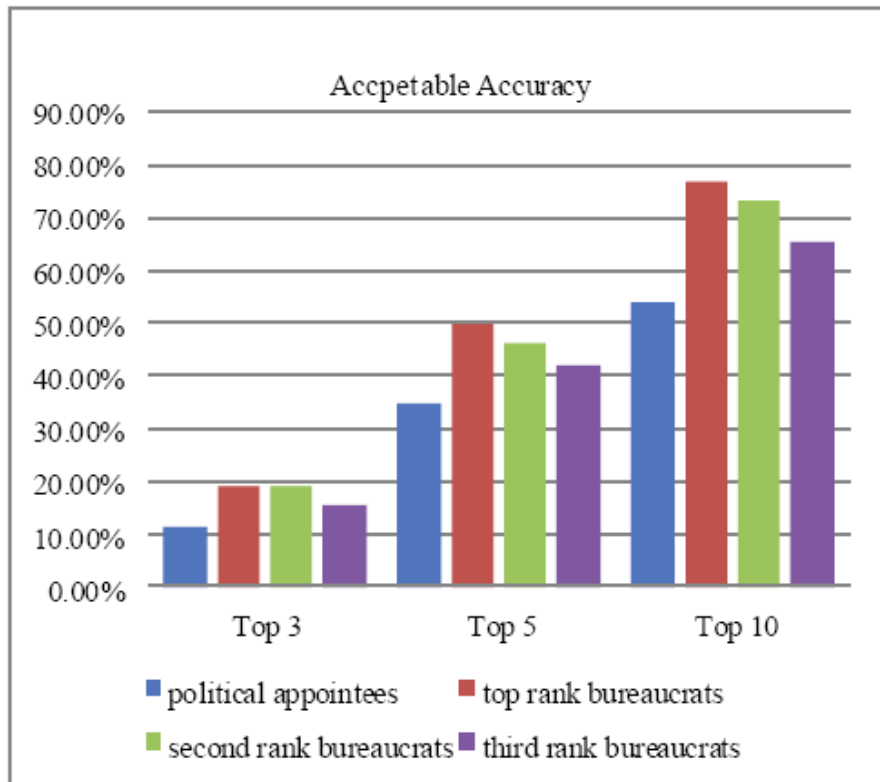


圖15：Acceptable Accuracy 初步測試結果

如表二所示，加入職級及不同排名於Top-k之下的實驗結果：

表2：Candidacy Ranking 綜合實驗結果

Hit Range	Acceptable Accuracy		
	<i>Top level executive positions (political appointees)</i>		
	<i>Accumulation procedure</i>	<i>Weighted accumulation procedure</i>	<i>Vote procedure</i>
Top 3	11.54% (3/26)	11.54% (3/26)	7.69% (2/26)
Top 5	30.77% (8/26)	34.62% (9/26)	26.92% (7/26)
Top 10	53.85% (14/26)	53.85% (14/26)	50.00% (13/26)
	<i>Second level executive positions (top rank bureaucrats)</i>		
Top 3	19.23% (5/26)	19.23% (5/26)	15.38% (4/26)
Top 5	46.15% (12/26)	50.00% (13/26)	42.31% (11/26)
Top 10	73.08% (19/26)	76.92% (20/26)	65.38% (17/26)
	<i>Third level executive positions (second rank bureaucrats)</i>		
Top 3	19.23% (5/26)	19.23% (5/26)	15.38% (4/26)
Top 5	42.31% (11/26)	46.15% (12/26)	38.46% (10/26)
Top 10	69.23% (18/26)	73.08% (19/26)	61.54% (16/26)
	<i>Fourth level executive positions (third rank bureaucrats)</i>		
Top 3	15.38% (4/26)	15.38% (4/26)	11.54% (3/26)
Top 5	38.46% (10/26)	42.31% (11/26)	34.62% (9/26)
Top 10	61.54% (16/26)	65.38% (17/26)	57.69% (15/26)

- 2) Merit Principle：經由實驗設計所欲觀察的bureaucracy level，我們可以從功績導向強度的高低(bureaucracy level的預測結果高低)將政府單位區分為三種等級：即低(Poor)：行政院，立法院，新聞局，內政部；中(Average)：教育部，考試院，外交部，環保署，經濟部，考選部；高(Good)：原子能，審計部，銓敘部，法務部，財政部，司法部。

表3：Merit Principle 綜合實驗結果

<i>Acceptable accuracy (Top 5)</i>	<i>Government unit</i>	<i>Acceptable accuracy (Top 10)</i>	<i>Government unit</i>
0%	Executive Yuan, Legislative Yuan, Government Information Office	25% (1/4)	Executive Yuan
16.67% (1/6)	Office of the President	33.33% (1/3)	Legislative Yuan, Government Information Office
20% (1/5)	Ministry of Interior	40% (2/5)	Ministry of Interior
33.33% (1/3, 2/6)	Ministry of Education, Ministry of Foreign Affairs, Examination Yuan, Environmental Protection Administration,	50% (3/6)	Office of the President, Ministry of Education,
40% (2/5)	Ministry of Transportation and Communications, Ministry of Examination	60% (3/5)	Ministry of Examination
50% (3/6)	Ministry of Economic Affairs	66.67% (2/3, 4/6)	Examination Yuan, Ministry of Foreign Affairs, Ministry of Economic Affairs, Environmental Protection Administration,
60% (3/5)	Ministry of Justice, Ministry of Finance, Judicial Yuan	75% (3/4)	Ministry of Civil Service
66.67% (2/3)	Ministry of Audit	80% (4/5)	Ministry of Justice, Ministry of Finance, Judicial Yuan, Ministry of Transportation and Communications
75% (3/4)	Ministry of Civil Service	100% (3/3)	Ministry of Audit, Atomic Energy Council
100% (3/3)	Atomic Energy Council	--	--

4.1.3 應用動態社會網路之事件參與指標於政府官員權力變化觀察

1) 部門內升遷影響力比較

根據不同部門來觀察部門內影響力因著升遷而變化。能觀察到有些人一開始因為職位的關係就擁有很高的影響力，隨著在政府擔任的年資而升高，最後因為退休而停止；也有一些人從較低的基層職位擔任，一路升遷到很高的職位。如圖16所示，為教育部二十年升遷影響力變化：

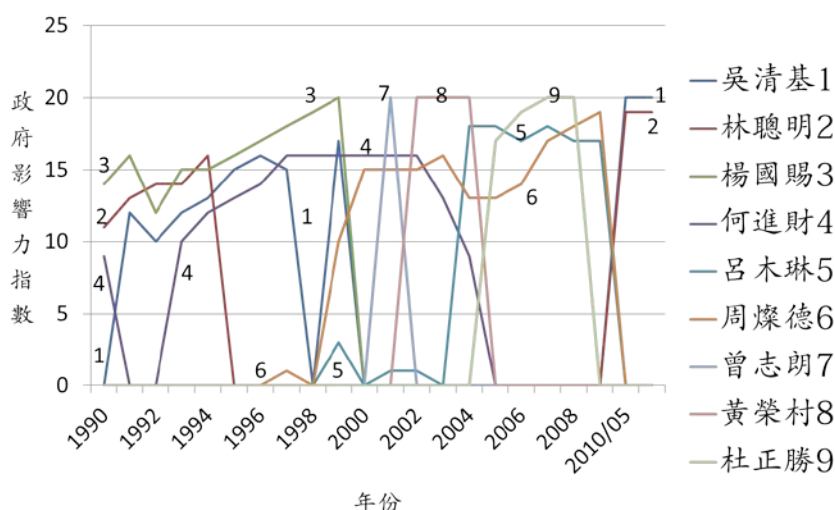


圖16：教育部 - 二十年升遷影響力變化

2) 升遷到要職比較

可觀察並比較兩人是否升遷到要職，並觀察影響力變化情形。作法上亦是比較同部門的人，找出兩個任職時間較長的兩人做比較。比較他們是否最後都有當上次長或部長的職位，如果有當上則屬於有升遷到要職，若是未當上則不採計。如圖17所示為交通部之黃德治和蔡堆升遷要職比較：

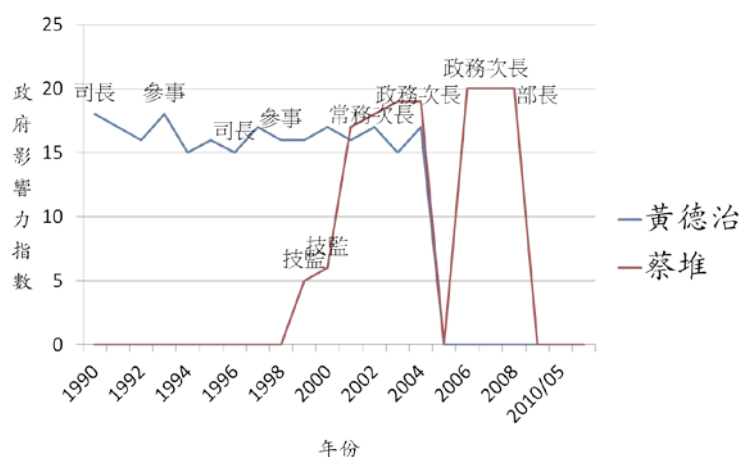


圖17：交通部 - 黃德治和蔡堆升遷要職比較

3) 政治權力轉移核心人物的變化

臺灣的在實施民主之後，總共有兩次的政黨輪替，而政黨輪替也代表著政治權力的轉移。在實驗結果中，我們可以觀察到這樣的現象，第一次政黨輪替也就是民國89年(西元2000年)以前，在政府組織中的重要官員，在89年(西元2000年)之後會轉移出部門的核心。經過了八年的時間，政府組織來到了第二次的政黨輪替後，之前的核心人物似乎又回到部門中，並且調升更高的職位。圖18所示是教育部之政治權力轉移，以吳清基和林聰明的影響力指數變化為例

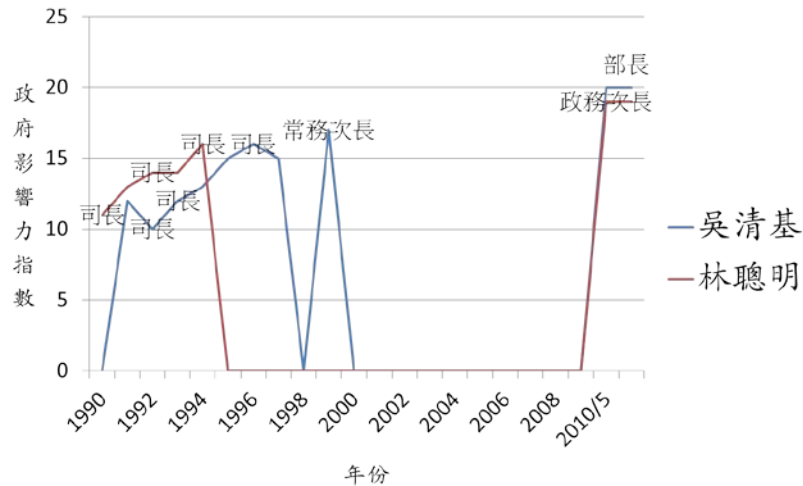


圖18：教育部政治權力轉移，以吳清基和林聰明的影響力指數變化為例

4) 外部人才選用

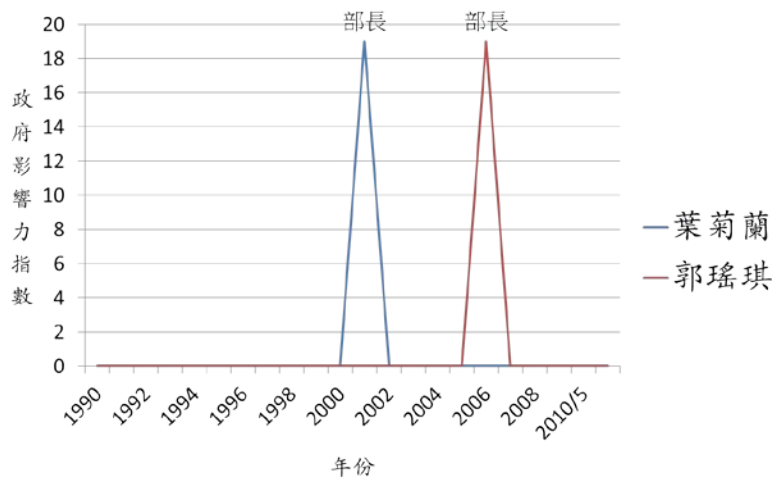


圖19：交通部之外部人才選用，以葉菊蘭和郭瑤琪的影響力指數變化

政府組織有分政務官和事務官兩種類別，而政務官又因為其特殊性質，會出現外部人才選用的情況。透過本研究提出的模型，亦可以在實驗結果中觀察到這種現象。有些官員在沒有過去的歷任經歷下，則直接擔任部長的職位。對於我們的模型觀察到的是這些官員會突然出現高峰的影響力，代表這位官員屬於此類

外部人才選用之情形。圖19所示為交通部之外部人才選用，以葉菊蘭和郭瑤琪的影響力指數變化為例。

4.2 綜合評估與討論

在我國政府官員人事異動資料庫中，保存大量人事異動記錄，其總體蘊藏的資訊量極為龐大，但若以單一筆的異動記錄來看，其所能提供的資訊則較為稀少且偏向於零碎，有鑑於其資料所具有的獨特性質，因而在本研究中選擇嘗試從同時兼具微觀以及巨觀分析角度的社會網路分析方法進行切入分析。藉由觀察系統的實驗數據結果，可以發現，若從職務不同分類層級的角度來看，系統在對於事務官階層的職位進行接替人選預測時，可獲得較佳的預測準確率，其中又以事務官階層中職等愈高的職位，預測命中的成效愈佳。其次，當針對背景資訊或專業需求性較高的部門進行職位預測時，所能獲得的成效普遍較佳而對於偏向一般綜合性業務的部門進行預測時，其預測成效則通常略顯不足。

本計畫中所提出的職務人選推薦系統，針對不同實驗模式所產生的推薦效果，對應於一般人事升遷領域中常見的現象，通常能符合其合理狀況；雖若針對整體的預測準確率成效而言，大致能達到7成多的準確率。本研究中嘗試從社會網路分析法中的2-mode網路模式角度，針對大量零碎的資料來源進行分析；相對應於常見的社會網路分析法，其通常則主要著力於1-mode網路模式下的分析與探討。目前對於1-mode模式下的社會網路分析，已發展出許多常見的指標、性質等相關理論，而當處理2-mode網路的模式時，通常會選擇先將其轉換為1-mode網路模式，再運用相關理論進行分析、探討，但在網路轉換的過程之中，其間也有可能遺漏重要資訊。而轉換後的1-mode網路是否可以適當呈現原先2-mode網路的蘊藏意義，也是有待深入探討的議題。

而於台灣政府功績升遷傾向評估的觀察實驗系統部分，越高階的政府文官官員於接替人選預測的成效越好，是因為越高階的文官需要越專業且精確的工作需求及導向，因此意味著繼任的人選都來自於類似的政治、專業背景或軌跡，也就是這類型的升遷軌跡會屬於較是功績導向的升遷軌跡(merit-based promotion)。然而高階的特任官由於先天的特任、指派性質較重，且這類型的職務所需要的技能通常都是較高階、較不具有一般性的專業分類表現，也因此使得其政治、專業導向較無法像文官那樣聚焦在類似的升遷軌跡之，且這類型的官員的來源就可能來自各種不同類型的專業背景，例如民選的政治人物、學界的學者或是軍界的將官等等。類似於這樣子的觀察現象，在不同的政府部分也會呈現出很不同的升遷軌跡，例如一些專業性質較不專一，屬於需要較多重不同技能的政府單位，則較容易偏向是已指派性質為導向的升遷軌跡，也就是所謂的任命性質升遷(at-will promotion)。

以上兩部分的子計畫研究成果可以往融和其他網路性質理論、預測演算技術的找尋應用、職位群組分類設計、以及資料精純化的角度來進行改良。此部分的

未來修正則可朝向資料的純化(例如鎖定較小範圍的觀察或探討、經由合適的前置資料處理去除雜訊)、或是經由更好的網路相似性之權重調整、或是採用其他類似可平行比較之相似度計算方法，以利促成更有效之政治生態學觀察平台。

於動態網路之政治權力事件變化觀察子計劃來看，此部分的結論和一開始的研究目的作對照，可以確信我們的研究確實將二十年來的資料轉化成一種可視的型態。政府官員在於組織中的影響力變化，可以透過這樣的研究方法作呈現。雖然結果受限於我們對於影響力的認知和感受，但影響力的確和網路的分支度有一定關係。甚至在組織階層上面，更可反映下屬的數目和影響力、權力有關。我們的研究方法也可以觀察出政府不同時期，不同執政黨的組織調動情況；而我們的方法不一定僅限於政府組織，對於公司組織或機關團體，只要符合相類似的資料型態，都可以做如此的觀察。但我們的模型因著設計上的限制，使得無法百分之一百反映官員在政府組織的影響力。相信對於職位和單位性質如果能更了解，或更明白影響力在一般人的認知上是如何運作。加上資料蒐集的夠齊全，我們應該更能如實反映官員在政府組織中影響力的變化或權力的運作。

此部分的未來改良方向可以朝向針對EventRank演算法再做改進，例如參與者的選擇加入權重，網路中較相鄰的長官給予較高的權重影響。此外亦可參考其他網路特性指標，或是深入部門分析，選定特定的部門，將其組織和職位做更深入的探討研究，及考慮更精細的資料粒度和更多的職位考量。另外也可考量更有效的視覺化呈現工具，以利更直覺或是更具應用價值的成果展現。

總結本計畫各部分的成果以及未來改良方向，本計畫確實已經達成原初始計畫中所預定達成的目標，甚至經由諸多研究發表及系統設計、調整的過程中，發掘了更多此類型研究的潛力存在並已有初步探索成果可供佐證。而以未來發展改良而言，雖此類型議題僅為初探性質且仍有相當的改良空間可供發揮，然而經由前兩項子計畫的探索，可確信以各種資料維度的觀察角度來審視政府人事公報中蘊含的資訊，的確是有足夠之成效可展現出來；而最後子計畫延伸之動態網路模型，除了順應學術潮流外，更賦予了此類型資料更大的觀察及研究的空間，並足以做為後續推展到各種實務應用平台、政治生態觀察平台甚至政治群體動力相關之觀測指標的發展工作。

參考文獻

- [1] 林嘉誠，政務首長的流動分析- 2000.5-2007.5，國家菁英，第三卷第四期，頁 1-28，2007。
- [2] 胡龍騰，政黨輪替前後高階行政主官流動之比較，國家菁英，第三卷第四期，頁 31-42，2007。
- [3] 顏秋來，政務官與事務官體制運作之研究，國家菁英，第二卷第一期，頁 21-28，2006。
- [4] A. Ahmed, V. Batagelj, X. Fu, S.H. Hong, D. Merrick, and A. Mrvar, "Visualization and analysis of Internet movie database," in *Proceedings of the 2007 Asia-Pacific Symposium on Visualization*, pp. 17-24, IEEE Press, 2007.
- [5] C. N. Halaby, "Bureaucratic promotion criteria," *Administrative Science Quarterly*, Vol. 23, No. 3, pp. 466-484, September, 1978.
- [6] D. Liben-Nowell and J. Kleinberg, "The Link- Prediction Problem for Social Networks," *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, Volume 58, Issue 7, pp. 1019-1031, May 2007.
- [7] D. Nachmias, "Israel's bureaucratic elite: social structure and patronage," *Public Administration Review*, Vol. 51, No. 5, pp. 413-420, Sep. - Oct., 1991.
- [8] G. Jeh and J. Widom, "SimRank: A Measure of Structural-Context Similarity," in *Proceedings of the Eighth ACM International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining*, pp. 538-543, ACM Press, 2002.
- [9] I. Antonellis, H. Garcia-Molina and C.-C. Chang, "Simrank++: query rewriting through link analysis of the click graph," In *Proceedings of the 34th International Conference on Very Large Data Bases*, pp. 408-421, 2008.
- [10] J. O'Madadhain, J. Hutchins and P. Smyth, "Prediction and ranking algorithms for event-based network data," *ACM SIGKDD Explorations Newsletter*, Volume 7, Issue 2, pp. 23-30, ACM Press, 2005.
- [11] J. O'Madadhain, and P. Smyth, "EventRank: A framework for ranking time-varying networks," in *Proceedings of the 3rd international workshop on Link discovery*, pp. 9-16, ACM Press, 2005.
- [12] J. Kunegis, E. W. De Luca, and S. Albayrak, "The link prediction problem in bipartite networks," *Lecture Notes in Computer Science*, Vol. 6178 (Proceedings of the 13th International Conference on Information Processing and Management of Uncertainty in Knowledge-based Systems), pp. 380-389, 2010.
- [13] L.C. Freeman, *The Development Of Social Network Analysis: A Study in the Sociology of Science*, Empirical Press, Vancouver, Canada, 2004.
- [14] M. C. Golumbic, *Algorithmic Graph Theory and Perfect Graphs*, 2nd ed., Amsterdam: Elsevier, 2004.
- [15] M. Takaffoli, F. Sangi, J. Fagnan, and O. Zaïane, "A Framework for Analyzing Dynamic Social Networks" *Applications of Social Network Analysis (ASNA)*, Zurich, Switzerland, 2010.
- [16] S. Wasserman and K. Faust, *Social Network Analysis Methods and Applications*, Cambridge University Press, New York, USA, 1994.

- [17] S. Bender-deMoll and D.A. McFarland, "The art and science of dynamic network visualization," *Journal of Social Structure*, Volume 7, Issue 2, 2006.
- [18] S. Asur, S. Parthasarathy, and D. Ucar, "An event-based framework for characterizing the evolutionary behavior of interaction graphs," *ACM Transactions on Knowledge Discovery from Data (TKDD)*, Volume 3, Issue 4, pp.1-36, ACM Press, 2009.
- [19] S. Wasserman and K. Faust, *Social Network Analysis Methods and Applications*, Cambridge University Press, New York, USA, 1994.
- [20] T. Murata and S. Moriyasu, "Link Prediction of Social Networks Based on Weighted Proximity Measures," in Proceedings of the IEEE/WIC/ACM International Conference on Web Intelligence, pp. 85-88, IEEE Computer Society, 2007.
- [21] .T. Hu. "A comparison on administrative elites' mobility before and after party alternation in Taiwan." *National Elite*, Vol. 3, No. 4, pp.31-42, 2007.
- [22] J. M. Beyer, J. M. Stevens, and H. M. Trice, "Predicting how federal managers perceive criteria used for their promotion," *Public Administration Review*, Vol. 40, No. 1, pp. 55-66, Jan. - Feb., 1980.
- [23] X. G. Zhou, "Political dynamics and bureaucratic career patterns in the People's Republic of China, 1994-1994," *Comparative Political Studies*, Vol. 34, No. 9, pp. 1036-1062, November 2001.

國科會補助專題研究計畫成果報告自評表

請就研究內容與原計畫相符程度、達成預期目標情況、研究成果之學術或應用價值（簡要敘述成果所代表之意義、價值、影響或進一步發展之可能性）、是否適合在學術期刊發表或申請專利、主要發現或其他有關價值等，作一綜合評估。

1. 請就研究內容與原計畫相符程度、達成預期目標情況作一綜合評估

達成目標

未達成目標（請說明，以 100 字為限）

實驗失敗

因故實驗中斷

其他原因

說明：

2. 研究成果在學術期刊發表或申請專利等情形：

論文：已發表 未發表之文稿 撰寫中 無

專利：已獲得 申請中 無

技轉：已技轉 洽談中 無

其他：（以 100 字為限）

已發表於社會網路分析領域三大國際學術研討會之一 ASONAM-2011，為國內少數被接受為全文論文之一。

3. 請依學術成就、技術創新、社會影響等方面，評估研究成果之學術或應用價值（簡要敘述成果所代表之意義、價值、影響或進一步發展之可能性）（以 500 字為限）

總結本計畫各部分的成果以及未來改良方向，本計畫確實已經達成原初始計畫中所預定達成的目標，甚至經由諸多研究發表及系統設計、調整的過程中，發掘了更多此類型研究的潛力存在並已有初步探索成果可供佐證。而以未來發展改良而言，雖此類型議題僅為初探性質且仍有相當的改良空間可供發揮，然而經由前兩項子計畫的探索，可確信以各種資料維度的觀察角度來審視政府人事公報中蘊含的資訊，的確是有足夠之成效可展現出來；而最後子計畫延伸之動態網路模型，除了順應學術潮流外，更賦予了此類型資料更大的觀察及研究的空間，並足以做為後續推展到各種實務應用平台、政治生態觀察平台甚至政治群體動力相關之觀測指標的發展工作。

國科會補助專題研究計畫項下出席國際學術會議

心得報告

(本計畫核定經費中未含出席國際學術會議之補助)

計畫編號	NSC 99-2221-E-004-013		
計畫名稱	社會網路分析應用於政治權力結構與關係之研究		
出席人員 姓名	甯格致	服務機構 及職稱	國立政治大學資訊科學 系博士生
會議時間	100/07/25~ 100/07/27	會議地點	Kaohsiung, Taiwan
會議名稱	The 2011 International Conference on Advances in Social Networks Analysis and Mining (ASONAM 2011)		
發表論文 題目	Applying Link Prediction to Ranking Candidates for High-Level Government Post		

一、參加會議經過：

1. 全程參與三天會議行程
2. 於第二天進行簡報, Day 2: July 26 (Tuesday), 10:20-12:00, Session C2: Recommendation (II) (Room 419)
3. 於會後與其他研究者進行所報告議題之 offline 討論

二、與會心得

Keynote 筆記摘要：

[Keynote I]

Professor Jiawei Han, University of Illinois at Urbana-Champaign, USA
Towards Integrated Mining of Multiple Social and Information Networks

RankClus & steps: 1. Initialization-> K cluster, 2. Ranking, 3. Generating new measure ,
4. Adjusting Cluster

[Keynote II]

Johnny Engell-Hansen, Head of Operation Unit, Council of the European Union

Title: Can Early Warning be Improved by Enhancing Open

Political Data (Career Data) -> Political Activities

(approx. 70%~80% Accuracy would be acceptable)

Micro -> Meso -> Macro: focus on evolutionary and dynamics, look into the relations between snapshots

It's an updating model, we have to revise it constantly. It's the patterns we are search about.

sentiment analysis: to know what people are really talk about

-> Liu Bin's Opinion Model

[Keynote III]

Arno H. P. Reuser, Chief, Open Source Intelligence, Defence Intelligence and Security Service

Title: A changing nature of warfare requires a change of mindset of defense intelligence and the role of OSINT and social networks therein

Information Summarization

Group Formation

SocFeed Viewer, Cheen 2011

Combining Collaborative Filtering & Social Filtering -> recommendation

三、考察參觀活動(無是項活動者略)：無

四、建議：無

五、攜回資料名稱及內容：ASONAM 2011 Proceeding 光碟一份

六、其他：無

國科會補助計畫衍生研發成果推廣資料表

日期:2011/11/01

國科會補助計畫	計畫名稱: 社會網路分析應用於政治權力結構與關係之研究
	計畫主持人: 劉吉軒
	計畫編號: 99-2221-E-004-013- 學門領域: 人工智慧
無研發成果推廣資料	

99 年度專題研究計畫研究成果彙整表

計畫主持人：劉吉軒		計畫編號：99-2221-E-004-013-					
計畫名稱：社會網路分析應用於政治權力結構與關係之研究							
成果項目		量化			單位	備註（質化說明：如數個計畫共同成果、成果列為該期刊之封面故事...等）	
		實際已達成數（被接受或已發表）	預期總達成數（含實際已達成數）	本計畫實際貢獻百分比			
國內	論文著作	期刊論文	0	0	100%	篇	
		研究報告/技術報告	0	0	100%		
		研討會論文	1	1	100%		
		專書	0	0	100%		
	專利	申請中件數	0	0	100%	件	
		已獲得件數	0	0	100%		
	技術移轉	件數	0	0	100%	件	
		權利金	0	0	100%	千元	
	參與計畫人力（本國籍）	碩士生	1	1	100%	人次	
		博士生	1	1	100%		
		博士後研究員	0	0	100%		
		專任助理	0	0	100%		
國外	論文著作	期刊論文	0	0	100%	篇	
		研究報告/技術報告	0	0	100%		
		研討會論文	1	1	100%		
		專書	0	0	100%		章/本
	專利	申請中件數	0	0	100%	件	
		已獲得件數	0	0	100%		
	技術移轉	件數	0	0	100%	件	
		權利金	0	0	100%	千元	
	參與計畫人力（外國籍）	碩士生	0	0	100%	人次	
		博士生	0	0	100%		
		博士後研究員	0	0	100%		
		專任助理	0	0	100%		

<p>其他成果 (無法以量化表達之成果如辦理學術活動、獲得獎項、重要國際合作、研究成果國際影響力及其他協助產業技術發展之具體效益事項等，請以文字敘述填列。)</p>	無。
--	----

	成果項目	量化	名稱或內容性質簡述
科 教 處 計 畫 加 填 項 目	測驗工具(含質性與量性)	0	
	課程/模組	0	
	電腦及網路系統或工具	0	
	教材	0	
	舉辦之活動/競賽	0	
	研討會/工作坊	0	
	電子報、網站	0	
	計畫成果推廣之參與(閱聽)人數	0	

國科會補助專題研究計畫成果報告自評表

請就研究內容與原計畫相符程度、達成預期目標情況、研究成果之學術或應用價值（簡要敘述成果所代表之意義、價值、影響或進一步發展之可能性）、是否適合在學術期刊發表或申請專利、主要發現或其他有關價值等，作一綜合評估。

1. 請就研究內容與原計畫相符程度、達成預期目標情況作一綜合評估

達成目標

未達成目標（請說明，以 100 字為限）

實驗失敗

因故實驗中斷

其他原因

說明：

2. 研究成果在學術期刊發表或申請專利等情形：

論文： 已發表 未發表之文稿 撰寫中 無

專利： 已獲得 申請中 無

技轉： 已技轉 洽談中 無

其他：（以 100 字為限）

已發表於社會網路分析領域三大國際學術研討會之一 ASONAM-2011，為國內少數被接受為全文論文之一。

3. 請依學術成就、技術創新、社會影響等方面，評估研究成果之學術或應用價值（簡要敘述成果所代表之意義、價值、影響或進一步發展之可能性）（以 500 字為限）

總結本計畫各部分的成果以及未來改良方向，本計畫確實已經達成原初始計畫中所預定達成的目標，甚至經由諸多研究發表及系統設計、調整的過程中，發掘了更多此類型研究的潛力存在並已有初步探索成果可供佐證。而以未來發展改良而言，雖此類型議題僅為初探性質且仍有相當的改良空間可供發揮，然而經由前兩項子計畫的探索，可確信以各種資料維度的觀察角度來審視政府人事公報中蘊含的資訊，的確是有足夠之成效可展現出來；而最後子計畫延伸之動態網路模型，除了順應學術潮流外，更賦予了此類型資料更大的觀察及研究的空間，並足以做為後續推展到各種實務應用平台、政治生態觀察平台甚至政治群體動力相關之觀測指標的發展工作。