

行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

以知識工程架構達成知識管理之研究

計畫類別：個別型計畫

計畫編號：NSC91-2213-E-018-006-

執行期間：91年08月01日至92年07月31日

執行單位：國立彰化師範大學資訊工程學系

計畫主持人：賴聯福

計畫參與人員：黃亮綜

報告類型：精簡報告

處理方式：本計畫可公開查詢

中 華 民 國 92 年 9 月 22 日

中文摘要及關鍵詞:

知識管理是利用資訊科技來取得、儲存、和散播知識的過程。隨著知識成為企業組織主要的競爭優勢，知識管理的研究逐漸地受到相當大的重視並且被廣泛使用在不同的應用領域上。本研究計畫提出一個知識工程方法，以系統化的方式來達成知識管理之目標，包括有知識模型、知識儲存、與知識查詢三個部分。首先，提出一套知識模型方法來組織知識，並使用一致性的知識表示法來表達各種不同類型的知識；其次，利用概念圖形法儲存知識模型，並自動地轉換至可執行程式以提供推理與操作的能力；最後，提供具語意基礎的知識查詢語言，讓使用者可以很方便地查詢所需知識來應用。

關鍵詞:知識管理、知識工程、概念圖形法。

Abstract and Keywords:

Knowledge management facilitates the capture, storage, and dissemination of knowledge using information technology. As knowledge emerges as the primary competitive advantage for firms, knowledge management has received a lot of attention and is being used in an increasingly wide variety of application domains. In this project, we propose a knowledge engineering approach to managing knowledge. In our approach, knowledge management activities are integrated in a systematic framework consisting of knowledge modeling, knowledge storage, and knowledge querying. First, a knowledge modeling approach is used to organizing and expressing variant types of knowledge in a unified knowledge representation. Second, knowledge models can be operationalized by providing automatic translation into executable codes. Finally, a knowledge query language is proposed to enhance the use of knowledge.

Keywords: Knowledge Management, Knowledge Engineering, Conceptual Graphs.

報告內容:

1. 前言

知識管理是利用資訊科技來取得、儲存、和散播知識的過程。隨著知識成為企業組織主要的競爭優勢，知識管理的研究逐漸地受到相當大的重視並且被廣泛使用在不同的應用領域上[4,6,12]。知識管理所涵蓋的知識範圍非常廣泛，包括企業流程、市場行銷、產業活動、人力資源、策略規劃、風險管理、危機處理、專案研發、生產品質、工作程序、客戶服務、企業資源規劃、及供應鏈管理等。這些不同種類的知識會以各種不同的形式來展現，可能為陳述性或程序性、外顯性或內隱性、一般性或個別性。因此，知識無法只用一些簡單的規則來表達與處理，然而傳統的知識管理活動只著重在管理層面，而且大多是完全只倚賴資料庫和網路系統，忽略了正規化知識表示法的重要性[8,13]，所以通常只能提供知識的儲存與查詢的功能，而無法做到進一步地推理與應用知識。因此，知識管理需要一套系統化的知識模型與推理方法。

2. 研究目的

目前有許多知識管理領域的專家學者使用各種不同的角度來探討知識管理系統，包括以設計的觀點[4]、以資訊科技的觀點[12,16]、以管理的觀點[6]、及以人工智慧的觀點[8,13]等。這些專家學者從各個角度提出了許多目前知識管理系統所遭遇的難題與挑戰，我們可將這些問題歸納如下：

- 缺乏一個系統化的方法來整合知識管理的各項程序。
- 必須能同時表達陳述性知識與程序性知識，並提供管理和推理之能力。
- 知識管理系統必須能支援更新的能力，因知識是不斷地改變與創新的。
- 資訊超載的情況讓知識工作者不容易找到真正所需的知識，因此必須提供語意基礎的擷取機制以及可計算推理的知識表示法。
- 知識工作者之間必須對於所處理的問題與知識有共同的瞭解與認知，才能共享知識與相互操作。

為了減輕這些知識管理所遭遇的問題，本研究計劃將提出一個知識工程方法，以系統化的方式來達成知識管理之目標，包括知識模型、知識儲存、與知識查詢三個部分。首先，提出一套知識模型方法來組織知識，並使用一致性的知識表示法來表達各種不同類型的知識；其次，利用概念圖形法儲存知識模型，並自動地轉換至可 CLIPS 程式語言以提供操作與執行的能力；最後，提供具語意基礎的知識查詢語言，讓使用者可以很方便地查詢所需知識來應用，並使用

ontology 以提供知識的共同認知。

3. 文獻探討

目前許多知識管理領域的專家學者用各種不同的觀點來探討知識管理系統，包括(1)以設計觀點的架構強調知識不斷地建立與更新[4]、(2)以資訊科技觀點來討論知識管理與資訊科技的關係[12,16]、(3)以管理角度來探討知識管理的影響因素與問題挑戰[6]、及(4)以人工智慧觀點強調知識工程的重要性[8,13]。表 1 列出我們對這些相關研究的比較。

表 1、相關研究工作之比較。

Approach	Perspectives	Activities	Problems / Challenges
Fischer [4]	Design perspective	Creation Integration Dissemination	1. Creating shared understanding 2. Putting communities in charge 3. Alleviating information overload
Wilson [16]	Information technology	3-Dimensions: IT People Process	1. Embrace both support information and guidance 2. Access both types of knowledge selectively and at point of need
O'Leary [12]	Information technology	Converting Connecting	1. Not necessarily result in direct action to create value 2. Knowledge processes are continuously changing 3. Not guarantee a creative response
Kemp [6]	Management	Creation Utilization Sharing	1. A systematic approach 2. A flexible framework 3. An evolutionary process 4. Integrated measurement 5. A capability model 6. Technical maturity
Preece [13]	Knowledge engineering	Capture Storage Deployment	1. Difficult to issue complex queries 2. Hard to add new cases 3. Multiuser access is limited
Liebowitz [8]	Artificial intelligence	Combination of: Organizational behavior Human resource management AI IT	1. The organization culture 2. The true value of KM is not realized 3. The knowledge repositories become unwieldy and difficult to maintain 4. Security of the knowledge repositories may be compromise 5. Ill-designed and difficult for user to utilize 6. KM program plan is ill-conceived and problematic 7. The employees must be incentivized

Fischer 與 Ostwald [4]認為傳統的知識管理是將知識工作者當作一個被動的資訊接收角色，其目標只是將過去所學習到的資訊與經驗儲存起來以避免忘記或流失。但他們主張未來的知識需求並不會完全與過去的知識需求相同，因此提出一個設計觀點的知識管理架構，其目標是讓知識工作者能不斷地從工作中建立新的知識。Fischer 等人將知識管理定義為一個循環的架構，包含三種不斷循環的活動：建立知識、整合知識、與傳播知識。他們並指出知識管理活動會遭遇到的三個重大問題，包括(1)知識工作者之間必須對於所處理的問題與知識有共同的瞭解與認知，才能共享知識與相互操作；(2)知識管理系統必須能支援更新的能力，因知識是不斷地改變與創新的；以及(3)資訊超載的情況讓知識工作者不容

易找到真正所需的知識，因此必須提供語意基礎的擷取機制以及可計算推理的知識表示法。

Wilson 和 Snyder[16]認為知識管理可以分為三個面向來探討，包括 IT、people、process 三方面。他們著重於探討知識管理與資訊科技之間的關係，首先為了確認所需管理的知識，將組織中的資訊分為兩大類：支援資訊與引導資訊。支援資訊描述的是陳述性的知識，包含 what、who、when、where、with what、與 why 的知識；另一方面，引導資訊描述的是程序性的知識，也就是 how 的知識。他們主張一個良好的知識管理，IT 必須能同時管理支援資訊與引導資訊，且讓所有使用者都可以根據本身的經驗背景與情境需求，來選擇存取各種知識。

O'Leary[12]定義知識管理是使用資訊科技來正規化地管理知識來源以達成知識的存取和重複使用。他認為知識管理系統有兩個主要的任務：轉換和連結。傳統的知識管理方法只強調將個人知識轉換為公用知識並提供搜尋或瀏覽的方法讓人可以連結到知識，O'Leary 認為這是不夠的，他主張必須有下列七種的轉換和連結：(1)轉換個人知識為公用知識，需要知識的擷取與知識表示法；(2)轉換資料為知識，可利用 knowledge discovery 工具從資料倉儲中找出知識；(3)轉換文件為知識，可利用 intelligent agents 從文章或網頁中找出知識；(4)連結人到知識，需提供搜尋機制及增進人對知識的了解；(5)連結知識與知識，可以利用超連結或將知識整合；(6)連結人與人，利用網路的各種工具讓人與人之間可以分享經驗與諮詢；以及(7)連結知識到人，可透過 intelligent agents 學習個人的知識興趣與需求，主動將相關知識以各種型態傳送給人使用。O'Leary 並指出目前知識管理系統仍有其限制，包括知識不必然會創造價值、知識過程持續在改變、以及知識不能提供創造性。

Kemp 等人[6]將知識管理視為運用相關的智能資源來達成組織任務，其主要的挑戰在於如何運用知識來增加組織的效益、效率、與革新。他們認為知識管理必須具備下列六種基本要素：(1)系統化的方法，知識管理必須能結合整個企業程序以達到企業目標；(2)彈性化的架構，知識管理架構必須能調整以適應不同的企業組織；(3)可進化的程序，程序模型必須能支援知識管理能力的持續進化與發展；(4)整合性的度量，以確認要使用哪些適當的智能資源；(5)能力的模型，來確認目前現有的各種方法和工具的能力和適用性；以及(6)成熟的技術，各種不同的知識管理工具需要良好的整合。

Preece 等人[13]定義知識管理是結合資訊科技與企業流程來完成知識的取得、儲存、和散播。他們認為傳統的知識管理活動大多是完全倚賴資料庫和網路系統，很少使用到知識表示法來表達與儲存知識，而無法系統化地擷取、表達、和應用知識。因此，Preece 等人主張知識管理需要經由知識工程來完成，包括系統化的 knowledge acquisition 方法以及使用知識表示法來表達與儲存知識。在使用 Loom 來表示知識、利用 Ontosaurus 建立 ontology、並應用在一個鑽油知識系統後，他們指出目前所遭遇的三個問題，包括(1)難以提供複雜的知識查詢方法，因為 Ontosaurus 只能支援簡單的查詢；(2)難以擴充新的知識，因為領域專家不

了解 Loom 的語法；以及(3)多使用者存取能力受限制，因為沒有提供存取鎖定與並行存取的機制。

Liebowitz[8]定義知識管理是透過知識分享從組織的無形資產中創造價值的過程，此過程需要整合不同領域的概念，包含組織行為、人力資源管理、人工智慧、與資訊科技等。他將知識分類為內隱知識與外顯知識兩類，內隱知識難以取得和表達，因此也難以正規化儲存和推理，而外顯知識較為明顯且易於表達，所以較為容易儲存和分享。Liebowitz 認為目前許多的知識管理方法都忽略了人工智慧的重要性，他主張應用人工智慧技術來改善知識管理，例如知識工程中的 knowledge acquisition 有助於取得領域專家的內隱知識，knowledge taxonomy 有助於建立知識倉庫，ontology 和 knowledge representation 有助於表達與分享知識，intelligent agents 有助於搜尋和擷取知識，以及自然語言的理解可作為知識管理系統的介面等。

4. 研究方法

圖 1 是本研究計劃的知識工程方法架構圖，包含 Knowledge Modeling、Knowledge Storage、與 Knowledge Querying 三個部分。

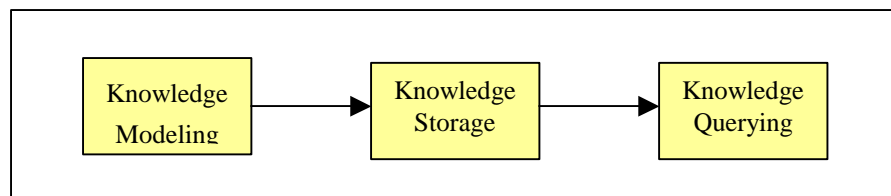


圖 1、知識工程方法架構圖。

4.1 Knowledge Modeling

探討各種不同類型知識有助於知識的取得與表達。如表 2 所示，目前許多知識研究人員已經提出了多個面向來分類各種知識，包括表達方式(expression)、明顯程度(obviousness)、和領域範圍(range)。首先，依照知識的表達方式來分類，可以分為陳述性知識 (declarative knowledge) 和程序性知識 (procedural knowledge) 兩大類，陳述性知識描述靜態的事實與事物，容易表達與儲存；而程序性知識描述動態的行為，比較難以表達和執行。其次，依照知識的明顯程度來分類，可以分為外顯知識 (explicit knowledge) 和內隱知識 (tacit knowledge) 兩大類，外顯知識可以經由書面、文件、或觀察得出，容易取得和表達；而內隱知識則必須親自體會與經驗累積才能得出，較難以取得和表達。最後，依照知識的領域範圍來分類，可以分為一般知識 (general knowledge) 和個別知識 (specific knowledge) 兩大類，一般知識為共通的資訊，不會因為情境或領域的差異而改變，容易相互分享；而個別知識依情境、領域、經驗、和文化的差異，會有不同的認知與解釋，較難以分享與溝通。

表 2、知識的分類。

Facets	Expression	Obviousness	Range
Classification	Declarative	Explicit	General
	Procedural	Tacit	Specific

為了能處理各種不同型態的知識，以下幾個問題點在描述知識時必須被解決：

- 陳述性知識中所描述的實體與關係也必須能使用於表達程序性知識，因此，在知識模型中必須能用統一的知識表示法來同時表達陳述性知識與程序性知識。
- 所採用的知識表示法必須是容易表達與容易了解，一個強大的知識表示法有助於內隱知識的擷取。
- 知識模型系統必須有能力處理個別知識在不同領域中的不同意義。

概念圖形法 (Conceptual Graphs; CGs) 在知識工程與軟體工程領域已經被公認為一般化的正規知識表示法[3,7,9,10]，以一階邏輯 (first order logic) 作為基礎，概念圖形法具有強大的表達能力來描述真實世界中靜態的事實、限制、與關係。藉由與自然語言的直接對應，概念圖可以作為電腦表達形式和自然語言之間轉換的一種中介語言；另一方面，藉由圖形的表示方式且對應至一階邏輯，概念圖可以作為一個易讀而正規的規格語言。因此，我們採用概念圖形法作為知識模型的知識表示法，其優點有三：(1)概念圖形法具有強大的表達能力，可以同時表示陳述性知識與程序性知識；(2)概念圖形法使用圖形的表示方式且可以直接對應至自然語言，具有容易表達與容易了解的特性；以及(3)概念圖形法提供 ontology 與 context 的表示法，可以處理一般知識與個別知識的意義認知問題。

一個知識模型需要表達的知識項目包括有物件 (object)、關係 (relation) 結構、本文環境 (context)、情況 (situation)、限制 (constraint)、功能 (function)、以及行為 (behavior) 等[2,10]。在本研究計劃中，我們已運用概念圖形法來表達這些基本知識項目。

4.2 Knowledge Storage

我們的方法利用概念圖形法儲存知識模型，由於概念圖形法使用圖形的表示方式且可以直接對應至自然語言，不但容易表達及容易了解，也容易藉由圖形的修改編輯來更新知識。然而，概念圖形法雖然具有正規化基礎，可轉換為一階邏輯的形式，但邏輯語言無法處理計算功能，而且知識工作者不容易了解邏輯語言，這兩個缺點造成了正規化邏輯語言在使用上的障礙。正如 Lukose 和 Mineau [9]所指出的，傳統概念圖形法的表示語言無法達成計算功能、解問題、和動態模擬的執行，這些問題造成知識無法經由概念圖作自動執行。因此，我們將概念圖自動地轉換至可執行程式以提供推理與操作之能力。我們已設計一建立及儲存

知識模型之 CASE 工具，可以藉由繪圖方式來建立知識模型，並可將概念圖形法自動地轉換至 CLIPS 程式語言以提供推理與操作執行之能力，而且當知識更新時，只需修改概念圖即可自動產生新的 CLIPS 程式，不需直接修改程式。有關於概念圖形法與 CLIPS 程式語言自動轉換之詳細說明，請參照[7]。

4.3 Knowledge Querying

知識的查詢與 Question-Answering (QA) 技術在知識管理中扮演一個非常重要的角色。Moldovan[11]指出目前 QA 系統最大的挑戰包括下列幾點：(1)問題會有模擬兩可及隱含意義的情況，難以了解；(2)因 context 的不同會有不同含意；(3)需要 answer fusion 來整合所取出的多個答案；(4)提供答案正確性的證明；(5)提供互動式 QA；(6)提供即時 QA；以及(7)從許多不同格式的文件中取出答案。為減輕這些難題，我們提出一個 SQL-like 查詢語言來查詢知識，稱為 KQL (Knowledge Query Language)，KQL 知識查詢語言的語法結構如圖 2 所示。

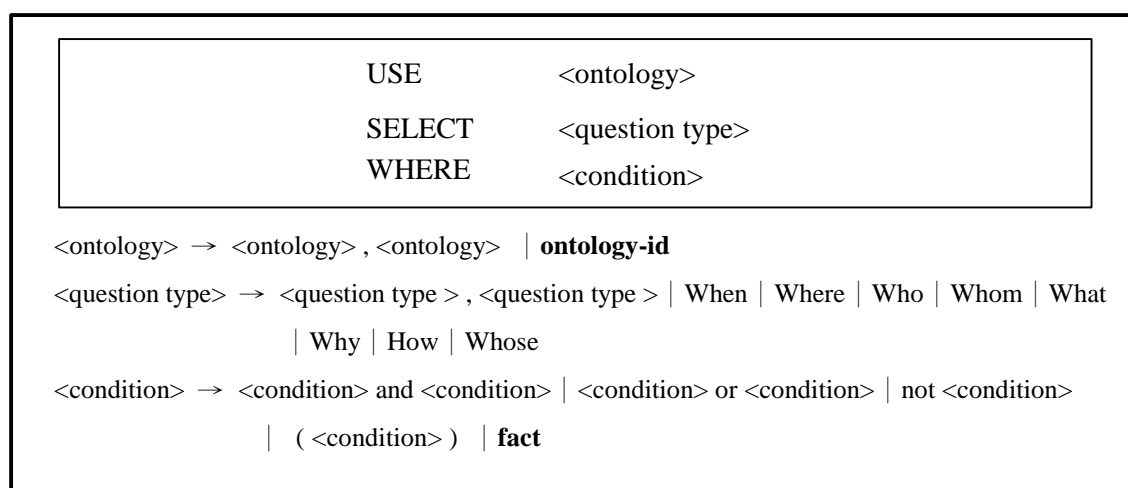


圖 2、查詢語言 KQL 的語法結構。

我們所提出的 KQL 知識查詢語言具有下列特性：

- KQL 的語法結構明確指出要查詢的問題為 When、Where、Who、Whom、What、Why、How、或 Whose 的問題型態，不會模擬兩可，也有助於知識工作者組織所要查詢的問題重點。
- 不同的 context 會有不同含意，可利用選擇適當的 ontology 來提供正確的知識定義。
- 每個知識查詢式子會產生一個 CLIPS 的查詢事實來做推理，CLIPS 利用 pattern matching 的方法來激發規則的執行，以推理出查詢結果。
- How 的查詢是屬於程序性知識的查詢，我們可以經由記錄推理過程中所有被執行的規則及 LHS 狀態及 RHS 狀態的轉變，來描述工作流程是如何完成。
- 不同領域的知識可以儲存在不同的 CLIPS 模組中，KQL 的查詢可以只選擇某些領域模組來查詢知識以加快查詢時間，也可以選擇所有的領域模組來查詢所有的知識。

藉由提供具語意基礎的知識查詢語言，並透過 CLIPS 程式來執行推理，可以減輕資訊超載的問題，讓使用者較容易找到所需知識來應用。

5. 結果與討論

本研究計劃提出一個知識工程方法，以系統化的方式來達成知識管理之目標，包括有知識模型、知識儲存、與知識查詢三個部分。首先，提出一套知識模型方法來組織知識，並使用一致性的知識表示法來表達各種不同類型的知識；其次，利用概念圖形法儲存知識模型，並自動地轉換至可執行程式以提供操作與執行的能力；最後，提供具語意基礎的知識查詢語言，讓使用者可以很方便地查詢所需知識來應用。我們的方法提供下列幾項優點，有助於達成系統化的知識管理：

- 使用一致性的知識表示法來表達各種不同類型的知識並提供正規化語意基礎，不但可以提供知識推理之能力，也有助於形成語意網路來更新知識與整合知識。
- 藉由自動轉換知識模型至可執行程式，知識可以被推理與操作執行。
- 整合知識表示法與 ontology，可作為共同的知識與認知，以提供知識共享與相互操作之能力，並可根據 ontology 提供具語意基礎的知識查詢語言，以減輕資訊超載的問題，讓使用者可以較容易查詢到所需知識來應用。

參考文獻

- [1] V. Akman and M. Surav. Steps toward formalizing context. *AI Magazine*, pages 55-72, Fall 1996.
- [2] A. Borgida and M. Jarke. Knowledge representation and reasoning in software engineering. *IEEE Transactions on Software Engineering*, 18(6):449-450, Jun. 1992.
- [3] H.S. Delugach. Specifying multiple-viewed software requirements with conceptual graphs. *Journal of Systems and Software*, 19(3):207-224, Nov. 1992.
- [4] G. Fischer and J. Ostwald. Knowledge management: problems, promises, realities, and challenges. *IEEE Intelligent Systems*, pp. 60-72, Jan. 2001.
- [5] N. Fridman Noy and C.D. Hafner. The State of the Art In Ontology Design. *AI Magazine*, Vol. 18, No. 3, pp. 53-74, Fall, 1997.
- [6] L.L. Kemp, K.E. Nidiffer, L.C. Rose, R. Small, and M. Stankosky. Knowledge management: insights from the trenches. *IEEE Software*, pp.66-68, Nov. 2001.
- [7] J. Lee, L.F. Lai, K.H. Hsu and Y.Y. Fanjiang. Task-based conceptual graphs as a basis for automating software development. *International Journal of Intelligent Systems*, 15:1177-1207, Dec. 2000.
- [8] J. Liebowitz. Knowledge management and its link to artificial intelligence. *Expert System with Applications*, 20:1-6, 2001.
- [9] D. Lukose and G.W. Mineau. A comparative study of dynamic conceptual graphs. In *Proceedings of the 11th Workshop on Knowledge Acquisition for Knowledge Based Systems*, Apr. 1998.
- [10] G.W. Mineau, R. Missaoui, and R. Godix. Conceptual modeling for data and knowledge management. *Data and Knowledge Engineering*, 33:137-168, 2000.
- [11] D. Moldovan. Question-answering systems in knowledge management. *IEEE Intelligent Systems*, pp. 90-92, Nov 2001.
- [12] D.E. O'Leary. Knowledge-management system: converting and connecting. *IEEE Intelligent Systems*, pp.30-33, May. 1998.
- [13] A. Preece, A. Flett, D. Sleeman, D. Curry, N. Meany, and P. Perry. Better knowledge management through knowledge engineering. *IEEE Intelligent Systems*, pp. 60-72, Jan. 2001.
- [14] J.F. Sowa. *Conceptual Structures: Information Proceeding in Mind and Machine*. Reading, MA:Addison-Wesley, 1984.
- [15] J.F. Sowa. Top-Level Ontological Categories. *International Journal on*

Human-Computer Studies. 43(5-6): 669-685, 1995.

- [16] L.T. Wilson and C.A. Snyder. Knowledge management and IT: how are they related? *IT Pro*, pp.73-75, Mar. 1999.

計劃成果自評:

1. 研究內容與原計劃相符程度

本研究計劃的研究內容與原計劃相符，並無作重大更動，相符程度相當高。

2. 達成預期目標情況

本研究計劃完成預期的知識模型、知識儲存、與知識查詢三個部分，預期之目標皆已達成。

3. 研究成果之學術或應用價值

我們的研究成果提供下列幾項優點，有助於達成系統化的知識管理：(1)使用一致性的知識表示法來表達各種不同類型的知識並提供正規化語意基礎，不但可以提供知識推理之能力，也有助於形成語意網路來更新知識與整合知識。(2)藉由自動轉換知識模型至可執行程式，知識可以被推理與操作執行。以及(3)整合知識表示法與 ontology，可作為共同的知識與認知，以提供知識共享與相互操作之能力，並可根據 ontology 提供具語意基礎的知識查詢語言，以減輕資訊超載的問題，讓使用者可以較容易查詢到所需知識來應用。

4. 論文發表

本研究計劃之部分研究成果「應用知識工程方法達成知識管理」，已於91年11月發表於「第七屆人工智慧與應用研討會(TAAI2002)」，頁數為172-177頁。完整之研究成果「A Knowledge Engineering Approach for Knowledge Management」已投稿至 IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering，目前正在審查中。