

發展具有解析使用者認知能力的 專家系統於提升資訊查詢效能

戚玉樑

中原大學資訊管理學系

陳彥均

中原大學資訊管理學系

摘要

為協助使用者能以「認知」進行資訊查詢，本研究提出以發展知識本體(Ontology)為核心的專家系統，藉由納入使用者的感覺或情緒為知識庫內涵，以期提升系統處理認知解析的能力，由於人類認知是複雜的心智過程，如何轉換為系統可處理的形式將是重要的挑戰。本研究嘗試利用感性工學方法(Kansei Engineering)於知識本體的建置，經由收集主題的特徵及感性語彙，再分析二者重要的關聯性成為知識概念的建置元素，最後逐步形成使用者認知的知識本體。本研究以大眾對犬類的認知為例，說明如何執行知識本體的建置，我們也開發具有知識推論能力的應用系統，整合成為犬種查詢的專家系統。本研究特別適用於查詢物為「不知名」或「不確定」的情境，藉由使用者選擇其認知的感受，達到「所感即所得」的目標。由實證經驗顯示，使用者不須使用犬種分類或專有名稱為查詢詞彙，而是以對犬類特徵的語意概念為條件來查詢，即可獲得候選的犬種，再經由目視候選圖片方式，確認最終查詢標的。

關鍵字：知識本體、語意、感性概念、專家系統、資訊查詢



Developing Perception-aware Expert System to Improve Information Search Performance

Yu-Liang Chi

Department of Information Management, Chung Yuan Christian University

Yen-Chun Chen

Department of Information Management, Chung Yuan Christian University

Abstract

In order to facilitate perception as information retrieval criteria, this study utilizes human feelings and cognition as the design elements of a knowledge base building. Owing to human feelings are complex mental processes, how to translate these physiological states into executable information is a challenge. This study learns from Kansei Engineering (KE) to propose a development approach for obtaining knowledge base design elements. The primary tasks include gathering human feelings in a word form, grouping similar words into a high-level semantic structure, and identifying important semantics as design elements for ontology building. A walkthrough example of identifying dog breed names is given to demonstrate the advantages of this design. Implementation results indicate that the new design allows users to search their needs by simply giving perceptions of what they saw or felt without much domain expertise. Consequently, this study overcomes limitations of keyword-based search by applying a perception-aware of ontology development.

Key words : Ontology, Semantic, Sensory words, Expert system, Information search



壹、緒論

為充實資訊應用的內涵，近年來以數位內容為主的典藏系統，例如電子圖書館、數位博物館或文件檔案管理等，紛紛投入大量的人力與經費，以期提升數位內容應用的質與量。然而，使用者在資訊應用上常面臨資訊過載或不足的問題，前者是因查詢條件鬆散導致回應過多無關的資訊，後者則是因查詢條件不恰當導致查無結果(Toyama et al., 2003)。在目前的數位內容中，非文字內容的物件佔有很大的比率，例如多媒體形式的圖片、影片、音樂等檔案，管理上通常須利用結構化的詮釋資料(Metadata)，定義資訊物件的描述綱目(Schema)，再利用文字進行特徵之註記，以增加外界對該資訊物件的間接瞭解，因此詮釋資料的綱目結構及其文字註記，也將影響查詢的效能(Wang, 2003)。簡言之，文字不但是各類資訊系統的主要內容，代表文字意義的語意(Semantic)，也將與查詢效能息息相關(Stamou et al., 2006)。

由於數位內容不斷增加，網路已成為最大宗的資訊及知識來源，使用者對查詢的需求範圍因而相對擴增，也都有查詢未知或不確定事物的經驗，例如在公園中看見一株不知名的植物，我們如何在網路中進行查詢？現行的專業資訊系統，例如數位博物館，若沒有輸入該植物的俗名、學名或系統可接受的查詢條件時，如何進行資訊查詢？這類型的困難或限制，可能有二類解決途徑：提升使用者的領域知識素養及改善資訊系統，由於前者將因不斷有新的使用者加入，因此效果並不明顯，而後者則是較務實的解決途徑。在日常的生活中，使用者如何查詢未知事物的情境並不陌生，前述的問題通常可向植物專家描述所看見的特徵，例如植物的大小、形態，葉子的形狀及果實的模樣等，專家即根據其經驗推斷可能的候選植物，再經過反覆的縮小範圍後，獲得正確的結果。傳統資訊系統因受限於資料架構或表達方式，無法支援類似人類專家的解答過程，因此本研究之目的即為建置以使用者認知感受為核心的專家系統，發展具有解析或感知使用者認知的知識系統，以提升資訊查詢效能。

專家系統通常是為特定領域或問題而設計的應用系統，須先收集專家的經驗並轉置為可運算的知識庫，以利後續系統的推論依據。本研究提出解析「使用者認知」的設計，在建置知識庫的來源對象、內容類型、應用等，均與傳統知識庫發展方式不同，主要研判問題如下：(1)在知識收集對象上，我們以終端使用者的觀點代替專家經驗，由於知識來源大幅增加，勢必面臨如何把概念予以一致化的問題；(2)在知識內容上，是以收集人類對事物的「認知」為主，也面臨如何將抽象形式的心智過程，轉化成為具體且系統可處理的形式；(3)在知識應用上，由於前述的知識來源及內容是採取廣泛及主觀的方式，因此在執行專家系統時，並不能以獲得唯一正確解的方式，而是以仿照與人類專家諮詢方式，逐步縮小結果範圍及提供可行解集合的方式進行。

近年來，資訊系統也使用詞彙分析改善查詢效能，例如導入對文字詞彙的詞性判斷及同義詞庫等技術，但對於詞彙在語意分歧或更深層的隱含意義萃取時，則仍受限於基礎的資料架構問題(Chi, 2007; Lassila & McGuinness, 2001)。知識本體(Ontology)強調以

特定領域為對象，建立具有共同認知的概念架構，以協助應用系統利用已知的概念去推斷隱含的概念，因此知識本體已逐漸引進至專家系統或人工智慧中（Berners-Lee et al., 2001; 戚玉樑, 民95）。隨著XML技術成熟，各種衍生規範相繼制定，知識本體也逐漸採用註標語言，以期獲得知識的再利用與分享的效益(Horrocks et al., 2003)。為納入使用者的觀點成為發展知識本體架構的概念，本研究引進感性工學(Kansei Engineering)，並改良為建置知識本體的步驟，包括指導、收集使用者對物件的感受或認知，再轉換為設計概念綱目的元素。本研究將以建立犬種查詢系統為例，除發展使用者對犬類認知的知識本體外，也發展對應的專家系統，以協助使用者憑藉對犬類的認知描述，查詢未知名犬種的資訊。由實證評估顯示，本研究可改善傳統資訊查詢須依賴關鍵詞彙或術語的問題，特別是當使用者僅有粗略的印象時，本研究的認知查詢即可發揮正面的功能。

本研究下面的內容安排如次：第二節為文獻回顧，整理有關資訊系統的查詢問題及應用現況、知識本體技術及使用者導向的感性工學方法；第三節說明本研究的設計構想與系統架構；第四節將以「犬類」為例，說明如何發展以使用者認知為內涵的知識本體，包括概念擷取、概念塑模、與知識表達等活動；第五節以犬種查詢為例，介紹專家系統的設計、開發、與系統實證評估；最後，第六節則討論應用的結果與經驗分享。

貳、文獻回顧

一、資訊檢索的應用現況

資訊查詢是建置系統的主要目的之一，系統須依據使用者的查詢條件，篩選滿足條件之標的物，在以文字資料為主的查詢中，常見的二項作法如下：(1)關鍵詞或全文檢索，其方式為比對文字、同義詞、或索引典等，WordNet是一個典型的例子；(2)利用計算方式獲得詞彙的出現頻率、主題與其他詞彙之間的量化距離、或其他可供群集的特徵收集等，進而推估其可能的機率值。另一方面，非文字物件的查詢可區分為內容及索引等兩種方式(Jorgensen, 1998)：(1)內容檢索通常是以數學運算方式，比較物件內容的特徵，例如圖像資料的顏色、形狀、組織等的相似程度，例如IBM的QBIC技術(Query By Image Content)；(2)索引是利用文字於註記物件，例如作者、主題、時間等附屬欄位，這種文字性的資訊描述，可做為檢索系統的查詢對象。由於支援內容檢索的查詢系統較為複雜，且須考量使用者的查詢習慣，因此目前非文字物件的查詢，仍以應用索引方式較為普遍(Hsu et al., 2006)。

傳統的索引系統通常以預先編撰的制式欄位，並以文字加以填充註記，為強化索引系統的分享與再利用，索引系統採用結構化的框架或綱目，將欄位格式統一，並衍生為資料標準，例如都柏林核心集(Dublin Core)即為含有15個詮釋資料的集合，詮釋資料可解釋為「描述資料的資料」，例如註記人員處理Creator欄位，即應填寫該物件的創作者或團體。近年來隨著XML技術的成熟，都柏林核心集也採用註標語言做為表達格式，並廣泛的使用在註記各式的「類文件物件」(DLO, Document-Like Objects)及非文字物件的註

記(Chi et al., 2006)。另外，MPEG-7亦為一種XML-based的詮釋資料，主要應用於多媒體的註記、檢索等管理工作之標準。前述這兩項詮釋標準主要是以資訊物件的功能性描述為主，雖然都柏林核心集的簡述欄位可提供內容簡單之敘述或摘要，但內容物的意義仍侷限在資料層的表達而非語意層，因此檢索的應用也受到限制。目前資訊系統所提供的檢索，通常要求使用者須配合其檢索方式或假設使用者已具有基本的背景知識。然而受限於語言、文化、或知識程度等因素，使用者未必能給予正確的查詢條件，因而造成系統無法達到預期的查詢效能。

二、知識本體建置與使用

知識本體或稱為本體，原為哲學上探究事物源頭並加以歸納分析的學說，簡單的實務應用範例如建立領域的分類架構(Taxonomy)，近年來隨著智慧型資訊系統的應用，本體技術已被視為重要的知識塑模方法之一。知識本體是將特定領域的知識予以概念化、階層化及邏輯化，因此本體可視為定義完整的分類架構(Chandrasekaran et al., 1999)，在應用面則是藉由已知的顯性關係，推導未知的隱性關係，因此具有知識推論的潛能。近年來，知識本體逐漸使用在語意及知識庫等相關議題，例如Gruber(1993)曾定義知識本體是對特定事物的概念化，並統一詮釋外界對它們的認知。因此，透過應用這個概念化架構，不同領域的參與者能以同樣的認知處理問題，而資訊系統也是藉由瞭解事物所屬的概念，再由所歸屬的知識架構體系中，繼承或推導更多相關的知識(戚玉樑、蔡明宏，民96)。

知識本體通常須由知識工程師針對某一特定領域，建立包括概念(Concept)、屬性(Property)、及實例(Individual)等的集合體，為將建置過程制式化，過去的研究曾將開發的程序稱為“Ontology Engineering”，例如Fox & Gruninger(1998)亦曾建議名為TOVE的本體工程方法，它包含了由動機到測試等六項程序。但若僅針對知識本體的內容建置，我們可歸納為概念收集、概念塑模、與知識表達等三項，而與知識本體的應用互動，則可區分為應用系統發展與知識推論等二項工作。以下針對知識本體建置的主要活動說明：

- (1) 概念收集：有別於一般資訊系統僅處理資料層的資料庫，知識本體則是處理語意層，因此概念收集須由實例分析中予以抽象為具有共識的概念與架構。Compton & Jansen (1990)曾指出：專家不僅要找尋既成事實的知識，更要協助探索該知識是如何形成並進而塑模它。由於概念的形成是很複雜的心理、學習或環境等因素的綜合體，也是高度的哲學及藝術問題，因此概念收集的方式須視不同問題而有所差異。
- (2) 概念塑模：Richards & Simoff (2001)曾建議設計知識庫的積極作法即是對知識進行概念塑模，但人類對事物的思維仍環繞在以「文字」為中心的思考模式，因此知識擷取方法若是由分析收集的文字著手，須再藉由整理及分析後才能成為「概念」。
- (3) 知識表達：知識表達是將抽象的知識予以記錄及儲存於知識庫中，其目的是提供系統能再利用。知識表達可依型式分成如法則式(Rule-based)、邏輯式(Logic-based)、及框架式(Frame-based)等。隨著XML技術的成熟與衍生規範的制定，知識表達也

採用註標語言，以期獲得再利用與分享的效益，資訊處理的對象可分為三個層次：語彙層、語法層及語意層，由於XML僅支援到語法層，因此相關的研究社群逐漸發展出後繼的知識表達語言，例如RDF (Resource Description Framework)及DAML (DARPA Agent Markup Language)等。網際網路標準組織(W3C)，已公佈OWL (Web Ontology Language)為表達知識本體的正式規範，目前各種支援OWL編輯的工具、推論引擎也逐漸成熟，使得OWL成為目前表達知識本體最重要的實作語言之一(de Vergara et al., 2004)。

為使資訊物件的註記能由資料表達提升到語意表達，導入知識本體與相關技術是可行的方法之一，例如Schreiber et al. (2001)曾利用RDF對猩猩的圖片進行註記，該研究發展以主題為中心的事件、動作、時間等階層性的知識本體框架，其結論認為最大的效益即為跳脫關鍵字檢索的限制。HyvÄonen et al. (2002)認為知識本體技術可協助資訊物件分類，並以日常生活的照片為例進行分類，該研究也指出應用知識本體技術的瓶頸，在於如何建置合宜的知識本體架構。Soo et al. (2002)曾提出利用知識本體技術來建置可分享的術語詞彙(Thesaurus)，用於解決圖像註記在語意及分類上的問題，該研究是以秦朝的兵馬俑為例，發展相關的詞彙定義、分類及註記，並表示在註記的轉換與資訊擷取間的品質要能平衡。而Khan & Luo (2002)的研究針對大量非文字資訊物件進行檢索，透過使用以領域為主的知識本體，實作一個以概念為基礎的模型，此研究認為根據物件內容的意義做為索引，能傳達出物件內容的語意，提高檢索系統的效率。Chavez-Aragon & Starostenko (2004)則是針對圖像標的物之外形，利用知識本體方式描述，當標的物之間的外形沒有相似時，利用知識本體的定義也可以擷取出語意相關的圖像，進而減少檢索條件不相關的比率。以上這些研究皆為採用知識本體技術，雖然發展知識本體內容的角度不同，但共同的論點都是利用語意概念描述資訊物件，以避免文字查詢所造成的限制。

三、使用者導向的感性工學

本研究的知識本體將以使用者的認知為主要內涵，因此將利用感性工學(KE, Kansei Engineering)做為認知收集與概念轉置的指導方法。感性工學也稱為情緒工學(Emotional or Sensory engineering)，原是將終端消費者對產品的需求、感覺、與意象轉換為設計元素的一種工程方法，協助製造商開發更貼近消費者理想的產品(Nagamachi, 1995)。感性工學已成功應用在汽車、電子等工業產品的設計(Nakada, 1997)。「感性」是源自於日文的Kansei一詞，它可解釋為對一個事物的抽象概念，例如想像「學校」這個事物，我們或許有許多不同的想法，例如：有許多老師可以傳授知識、有許多同學可以互相學習玩樂、有許多球場可以鍛鍊身體等等，當然對學校的陳述也可以是負面的，例如是容易被訓誡的地方。典型的感性工學應用，可概分為如圖1所示的實施，包括語意空間(Semantic space)收集、特徵空間(Property space)收集、及二者的連結等三項作業，說明如下：

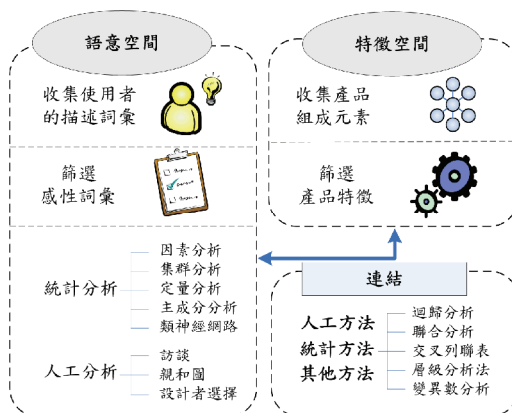


圖1：應用感性工學包括收集語意空間、特徵空間及二者的連結

- (1) 語意空間：是指消費者對產品的感受或情緒，通常以收集能描述或形容產品的詞彙進行，這些詞彙也稱為「感性詞彙」，例如前述對學校的感性詞彙包括成長、進步、知識性、歡樂等。步驟如圖1左側所示，可藉由訪談、閱讀等方式進行，感性詞彙的影響程度則可使用問卷調查及統計分析方式獲得。
- (2) 特徵空間：亦即產品實際的組成元素，因此是具象的有形物質，例如前述的學校是由老師、學生、教室、操場等組成。收集步驟如圖1右側所示，類似前述感性詞彙的收集方式。
- (3) 連結：利用統計分析方式，協助發現語意及特徵等二者之間的關聯性，以利決定影響產品設計的重要元素，例如本例的產品可假設為創造一個理想的學校環境，前述具關聯的語意及特徵將共構為影響的元素。

參、以使用者認知為基礎的設計構想與系統架構

為發展能偵測使用者對事物認知的專家系統，本研究利用知識本體及相關技術，將使用者對事物的認知建構於知識本體中，並發展具有知識推論的應用系統，以期提供友善的查詢介面，協助使用者以概念化方式查詢。圖2為本研究的設計架構，主要包括知識本體發展與知識推論應用等二項階段，細節說明如以下二節。

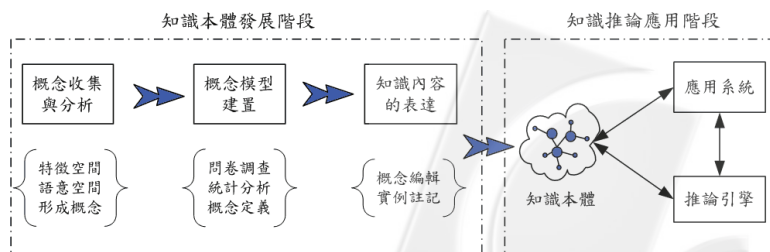


圖2：以使用者認知為基礎的知識本體與系統設計

一、知識本體發展

人類的認知是一種融合外在及內在的心智過程：外在是由感官功能產生，亦即生理上的實際感受，例如觸覺、視覺等；內在則是印象、記憶，例如累積事物的刺激所產生的好惡。因此，認知是由知覺或直覺產生，但以主觀的印象及記憶存在於人類的經驗中。為因應本研究之後的知識建置，我們將認知的內容統一稱為「概念」，另外為了轉換這種抽象的概念成為系統可處理的形式，本研究參考感性工學的應用研究（如Ishihara et al., 1997; Matsubara & Nagamachi, 1997; Tanoue et al, 1997）及考量本研究的對象及特性後，將感性工學中的消費者及產品，分別替換為使用者及知識本體，其它在設計上的相關調整如下列三項：

- (1) 收集特徵與語意的集合：當確認知識本體的領域後，首先收集與主題相關的組成元素（亦即特徵空間），此過程以觀察主題的有形特徵為主，並以詞彙方式呈現。其次，收集常用的描述詞彙，來源包括書籍、文章、或網路資料等，根據Nagamachi (2002)的研究，此階段可能收集數十個到數百個不等的描述詞彙。最後，為歸納重要的詞彙，可藉由人工作業剔除相似或罕見的詞彙，也可採用概念整理方法，例如心智圖(Mind map)、親和圖(Affinity diagram)等，將相似語意的詞彙，整併為概念性的感性詞彙。
- (2) 特徵與語意的相關性分析：由於特徵與語意分屬二個集合，本步驟即為找出某項特徵可連結的語意為何。語意差異分析(Semantic differential)可用於評量人類如何感覺二種物件的相關程度，本研究的作法是透過問卷調查，將兩極化的詞彙交由受測者填寫五點或七點的尺度量表，問卷回收後利用統計軟體進行相關性分析，剔除不具辨識力的詞彙。為避免受測者因缺乏具體標的物而造成測驗過於發散，問卷設計應提供具代表性的樣本並搭配特徵項目做為調查主題，以利受測者具體評量。
- (3) 建立認知的概念模型：知識本體是由概念群組成，原理近似物件導向技術的類別(Class)，概念的模型是集合相似物件的共同特性，前述具有相關性的特徵與語意即為概念模型，若以數學或邏輯式陳述概念定義，則可提供推論所需的運算基礎。概念的架構代表父子階層的繼承關係，當完成概念模型與其架構建置，開發者須依概念模型發展從屬概念或註記實例。

Baader et al. (2003)指出：「知識本體提供的知識庫，可用 $K=(T, A)$ 表示：K代表知識庫；T是T-box的簡稱，代表由概念所建構的分類架構(Taxonomy)；A是A-box的簡稱，它是符合T-box概念的個別宣告(Assertion)或視為實例，二者共構為完整的知識本體。前述由特徵及語意所組成的概念模型，即為分類架構(T)，本研究將利用Protégé軟體發展為概念架構，Protégé是由史丹佛大學醫學資訊中心所研發，除提供編輯RDF-或OWL-based的知識本體外，也可做為執行知識系統的載台，並提供隨插即用模組(Plug-in)，例如可銜接知識本體的推論引擎，Protégé是目前較成熟的OWL開發工具之一(Noy et al., 2001)，詳細資訊及軟體可參考<http://protege.stanford.edu>。

二、知識推論應用

有別於傳統資訊系統須以關鍵字、條件、或分類架構來搜尋，本研究則是接受使用

者選擇對標的物之「認知」來查詢，知識本體將做為知識推論的依據。如圖2右側所示，為驗證知識本體的功用，我們須開發應用系統，並結合推論引擎共同組成專家系統，執行步驟如下：

- (1) 應用系統：利用支援存取知識本體的套件，例如Jena API，並以Java語言開發應用系統，Jena的詳細資訊及軟體可參考<http://jena.sourceforge.net/>。
- (2) 推論引擎：採用描述邏輯推論引擎，目前已有多个開放軟體提供下載，例如Racer及Pellet等，它們都是支援DIG(DL Implementers Group)介面標準的軟體，因此可任意替換為本研究的推論引擎。
- (3) 發展Web-based的作業環境：前述的專家系統須利用應用程式伺服器，例如Apache Tomcat Server，建構Web-based應用程式執行平台；Client端的使用者介面，可使用Java Server Page (JSP)進行開發，藉以提供專家系統的各元件及功能。

肆、發展對犬類認知的知識本體

為便於介紹本研究的設計，我們將以發展犬種查詢系統為例，本節說明如何建置使用者對犬類認知的知識本體，依據第3節的設計規劃，將包含下列主要活動：(1)概念擷取須收集特徵空間與語意空間等二項概念的集合，以本研究的範例對象而言，特徵空間是指構成犬類的身體部位，例如頭部、吻部等，語意空間為使用者常用於描述犬類的感性語彙；(2)概念塑模須建立特徵與語意二者之間的關聯性，並塑模為概念的定義；(3)知識表達為建立OWL-based的知識本體。

一、收集犬類的特徵空間及代表性犬種

由於實務上的限制，本研究以收集各類犬種圖片代替實體，我們透過犬種的專業書籍與網路等資料來源，共計獲得224項純種犬。本階段的任務除找出犬類的顯著特徵外，另須選出具有代表性的犬種做為後續認知調查的樣本，由於許多犬種在國內非常罕見，為避免發生無法想像的困擾，經會同2位犬類專家篩選後，獲得常見的64類純種犬作為調查樣本母體，分析程序如下：

- (1) 第一階段為特徵調查，計邀請44位受測者進行，男、女性各22名，要求每位受測者觀察犬種樣本的圖片，找出犬類顯著的外觀部位。為提升統計效率，本研究參考犬類解剖學所定義的12項部位，提供受測者挑選排序，並依次以權重加權計算，由於最後6項獲得的加權分數偏低且差異不大，因此以前6項特徵為主，依次為體型、毛髮、頭部、耳朵、吻部、及尾巴。
- (2) 第二階段挑選具代表性的犬種，受測者以個人的感受及其特徵的重要性來綜合判斷，將感覺較為相似的犬種分成一群，分群數目並無限制。在分群的過程中，計算兩兩受測的犬種被分成同一群的次數，再依次數的多寡，記錄兩兩犬種之間的相似程度，因此可獲得犬種的相似性矩陣，再把相似性矩陣轉換為相異性矩陣，利用多元尺度分析法(MDS, Multi-Dimensional Scaling)建構客觀的受測者認知空間。本研究採用壓力係數(S-stress)介於0.025~0.05之間及RSQ係數(Regression Squared Value)

接近1為門檻值，獲得以挑選6維度為群數凝聚的建議值。在進行集群分析(Cluster Analysis)中，利用華德最小變異法(Ward's Minimum Variance Hierarchical Cluster Analysis)決定分群數目，在集群數的群聚過程中，階段57的係數為86.903，階段58的係數突然快速增加至183.455，因此群聚到階段57為止，故將64項犬種分為7群較為恰當。

- (3) 第三階段為選出各群代表性的犬種，首先以華德最小變異法獲得各群的平均值做為K-means中心點的起始值，再利用K-means法進行集群分析，以歐基里德距離(Euclidean distance)的模式求各群重心，並計算各群與其距離中心點的距離，最後選擇每群最接近群組重心的樣本為代表性的犬種。詳細統計結果請參考本文後面的附表1，在七群犬種中，我們分別選擇最靠近此群中心位置的樣本犬種，亦即距離值最接近0者，各群代表性的犬種如下：第一群為吉娃娃犬，第二群為鬥牛犬，第三群為杜賓犬，第四群為瑪爾濟斯犬，第五群為黃金拾獵犬，第六群為剛毛獵狐梗犬，第七群可利牧羊犬。

二、收集犬類的語意空間

為收集形容犬類的感性詞彙，我們由研究人員廣泛的瀏覽雜誌、書籍、網路資料、日常口語、及訪談等方式進行，由於人類認知的概念可經由感官功能產生，而感官是一種訊息處理的傳達，當感知訊息被要求陳述時，人類會以詞彙表達此種經驗，因此感性詞彙通常是以收集形容詞為主(Ullman, 1984)。本階段的收集工作經4名研究人員進行約三星期，最後共計獲得三百餘個形容感受的詞彙。

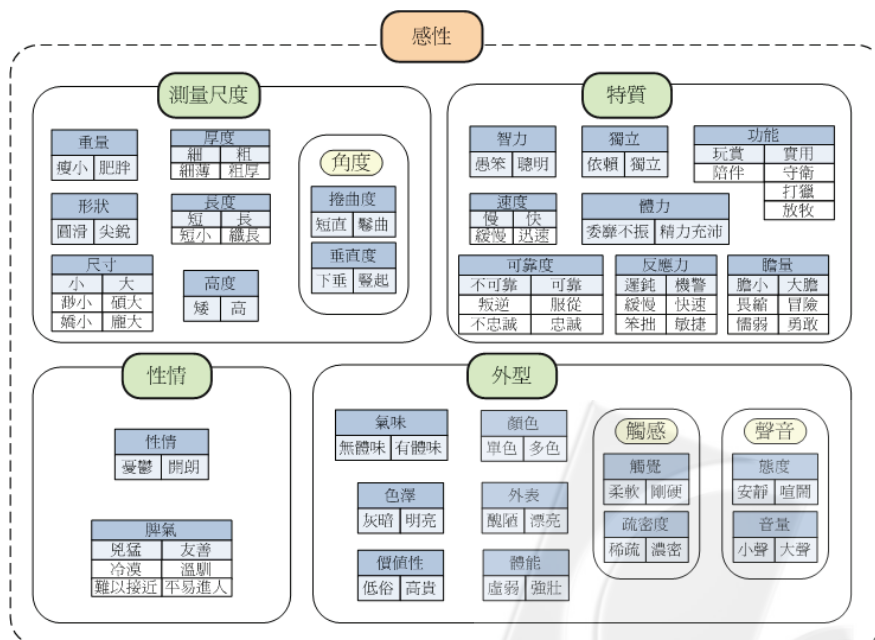


圖3：以親和圖歸併語意相近的概念

由於許多感性詞彙在語意表達具有相同意義，過多的感性詞彙除造成重複外，更無助於後續問卷調查的施測，因此須進行簡化作業。為簡併詞彙的數量並找出重要且關鍵性的語意，首先須以人工方式剔除罕用及不適用的詞彙，其次利用親和圖找出具有代表性的概念，實施方式是將每一個感性詞彙寫於一張卡片上，每張卡片代表一個獨立的概念，透過人類的感受及理解處理，將相關的卡片歸併為一群，並給予每群一個可代表概念的名稱，這項歸併程序重複進行，直到全部的卡片及群成為一個階層式結構為止。如圖3所示，我們由上至下可區分為：最上層是整個概念可總稱為“感性”；第二層則包括“測量尺度”、“特質”等；第三層如“測量尺度”可再細分為“重量”、“形狀”、“尺寸”等；第四層如“尺寸”可細分為“大”及“小”等二項概念詞彙，第五層即為實際的卡片概念。

根據Grimsath的研究建議，語意空間宜精簡概念的數量，以利形成具有代表性的感性概念，並建議精簡至約30組概念。本研究最後整理出28組感性概念（亦稱為*Kansei*），前述的第三層概念詞彙即為我們採用的感性概念名稱，第四層則用於描述該感性概念的一組感受概念詞彙。一組*Kansei*可寫成[感性概念：感受概念詞彙1、感受概念詞彙2]，例如[尺寸：大、小]。

三、犬類認知的概念塑模

在前述特徵空間的擷取作業中，本研究已分別收集犬類身體特徵的6個組成部位並篩選出7隻具代表性的犬種；另外在語意空間收集中，我們已完成28組感性概念的整理。由於特徵空間與語意空間仍是相互獨立的集合，為瞭解二者之間的關聯性，須進一步進行連結，以利確認建立知識本體的元素。由於本研究是以獲取使用者認知為主要重點，因此須訴諸大眾決定二者的關聯性。

為瞭解大眾對犬類的認知，本研究將透過問卷調查收集，問卷設計如圖4所示，主要包括三項元件：犬種圖片、身體特徵、及感性概念。為便於受測者回答「認知」，每一份問卷僅由一隻犬種圖片、一個特徵部位、及28組感性概念的的感受詞彙共同組成，例如圖4僅為調查黃金獵犬的毛髮。感性概念如圖4下半部所示，分別設計為二極化的7點量尺，1代表最偏向左側的感受概念詞彙，7代表最偏向右側的感受概念詞彙，受測者依其實際感受回答，語意差異的分數即為主要收集的資料。本研究的問卷設計並非單一模式，我們利用資訊技術的便利性，將7隻犬種樣本（吉娃娃犬、鬥牛犬、杜賓犬、瑪爾濟斯犬、黃金拾獵犬、剛毛獵狐梗犬、可利牧羊犬）及6項特徵部位（體型、毛髮、頭部、耳朵、吻部、尾巴）隨機搭配，共可產生42種不同的問卷樣式。問卷先經由15人完成前測及必要的修正後，再以網路隨機指派問卷樣式施測，共計獲得374人次的作答，有效問卷321份，依犬類6項特徵部位統計有效問卷，計有體型72份、毛髮49份、頭部43份、耳朵46份、吻部58份、及尾巴53份等。

為分析犬類各身體特徵與可搭配的感性概念，我們須進一步分析感性概念是否具有鑑別能力，本研究採用單因子變異數分析(ANOVA)來檢定各犬種的母體平均數(μ)是否相等，檢定的假設如下：

虛無假設(H_0)： $\mu_1=\mu_2=\mu_3.....=\mu_7=\mu$ ，各犬種的母體平均數顯著相等

對立假設(H_1): $\mu_1, \mu_2, \mu_3, \mu_4, \mu_5, \mu_6, \mu_7$, 各犬種的母體平均數顯著不等

以顯著水準($\alpha=0.001$)來分析檢定結果, 當顯著性小於顯著水準($\alpha<0.001$), 則拒絕虛無假設(H_0), 表示此感性概念對各犬種的描述有顯著差異, 亦即此感性概念能應用於鑑別使用者對各犬種的認知。在實施ANOVA檢定時, 一般須先檢查樣本是否符合常態性、獨立性、同質性:

- 常態性檢定: 本研究的樣本數足夠 ($n \geq 30$), 應可視為常態母體, 因此不檢查常態性。
- 獨立性檢定: 參與本研究問卷調查的對象皆不相同, 收集的資料可視為具有獨立性, 因此不檢查獨立性。
- 同質性檢定: 本研究利用Levene Test於檢定各犬種的母體變異數(σ)是否相等, 檢定的假設如下:

虛無假設(H_0): 各犬種的母體變異數相等

對立假設(H_1): 各犬種的母體變異數不全相等

圖4: 收集使用者語意差異的問卷設計

在同質性Levene檢定中, 若以顯著水準($\alpha=0.05$)來分析檢定結果, 若檢定的顯著性大於顯著水準, 表示接受虛無假設(H_0), 亦即資料為同質性資料, 即可採用前述的ANOVA進行分析, 若Levene檢定的顯著性小於顯著水準, 即拒絕虛無假設(H_0), 表示資料為異質性資料, 因母體的變異數顯著不等, 其母體平均數顯著的偏斜一邊, 因此不符合T檢定的同質性假設, 導致以T檢定為基礎的ANOVA方法並不適合檢定母體平均數。根據Hartung et al.(2002)的建議, 此情況可利用平均數相等穩健檢定(Welch)來取代ANOVA。

我們以特徵“尾巴”為例，分析[觸感：剛硬、柔軟]這組Kansei是否具有鑑別能力。首先，表1為其描述性統計量，犬種的樣本個數分佈於6~13，平均數分佈於3~5；表2為同質性檢定，Levene顯著性大於顯著水準($P\text{-value}=0.350>\alpha=0.05$)，表示接受虛無假設(H_0)，即滿足各犬種母體的變異數相等之假設，各犬種母體符合同質性，故可採用ANOVA；根據表3變異數分析結果，顯著性大於顯著水準($0.339>\alpha=0.001$)，表示[觸感：剛硬、柔軟]這組Kansei對各犬種的描述沒有顯著差異（沒有鑑別能力），因此“觸感”這項感性概念，不適合用於描述犬類的“尾巴”。

表1：尾巴對於〔觸感：剛硬、柔軟〕之描述性統計量

	個數	平均數	標準差	標準誤	平均數的95%信賴區間		最小值	最大值
					下界	上界		
1	9	5.00	1.58	.53	3.78	6.22	1	6
2	6	5.00	2.00	.82	2.90	7.10	2	7
3	7	3.29	1.60	.61	1.80	4.77	2	6
4	6	5.00	1.55	.63	3.37	6.63	3	7
5	6	5.00	.89	.37	4.06	5.94	4	6
6	6	3.83	1.72	.70	2.03	5.64	2	6
7	13	4.85	2.03	.56	3.62	6.08	1	7
總和	53	4.60	1.74	.24	4.13	5.08	1	7

表2：尾巴對於〔觸感：剛硬、柔軟〕之同質性檢定

Levene 統計量	分子自由度	分母自由度	顯著性
1.149	6	46	0.350

表3：尾巴對於〔觸感：剛硬、柔軟〕之變異數分析

	平方和	自由度	平均平方和	F檢定	顯著性
組間	20.725	6	3.454	1.169	0.339
組內	135.954	46	2.956		
總和	156.679	52			

我們再以特徵“毛髮”為例，同樣分析[觸感：剛硬、柔軟]這組Kansei的鑑別能力。首先，表4為其描述性統計量，犬種的樣本個數分佈於4~11，平均數分佈於2~6；表5為同質性檢定，Levene顯著性小於同質性顯著水準($0.029<P\text{-value}=0.05$)，表示拒絕虛無假設(H_0)，即各犬種母體不符合同質性，因此無法使用ANOVA方法，改採用平均數相等穩健檢定(Welch)，根據表6分析結果，顯著性小於顯著水準($0.000<\alpha=0.001$)，故拒絕平均數相等之虛無假設，表示[觸感：剛硬、柔軟]這組Kansei對各犬種的描述具有顯著差異（有鑑別能力），因此“觸感”這項感性概念適合用於鑑別犬類的“毛髮”。

表4：毛髮對於〔觸感：剛硬、柔軟〕之描述性統計量

	個數	平均數	標準差	標準誤	平均數的95%信賴區間		最小值	最大值
					下界	上界		
1	5	3.80	1.10	0.49	2.44	5.16	2	5
2	7	2.57	1.13	0.43	1.52	3.62	1	4
3	8	2.63	1.63	0.60	1.22	4.03	1	6
4	9	6.22	0.44	0.15	5.88	6.56	6	7
5	4	5.25	1.26	0.63	3.25	7.25	4	7
6	11	5.36	1.80	0.54	4.15	6.58	2	7
7	5	3.80	1.92	0.86	1.41	6.19	1	6
總和	49	4.35	1.94	0.28	3.79	4.90	1	7

表5：毛髮對於〔觸感：剛硬、柔軟〕之同質性檢定

Levene 統計量	分子自由度	分母自由度	顯著性
2.631	6	42	0.029

表6：毛髮對於〔觸感：剛硬、柔軟〕之平均數相等穩健檢定(Welch)

	統計量	分子自由度	分母自由度	顯著性
Welch	14.852	6	14.036	0.000

附表2總結犬類特徵與概念詞彙的關聯性，各欄位呈現利用ANOVA或Welch的檢定結果，若欄位以符號(√)註記，表示檢定的顯著性小於顯著水準，亦即概念詞彙可用於鑑別犬類特徵，須納入定義大眾對「犬類」的概念綱目。換言之，對於定義個別的犬種而言，應限定在概念綱目下，註記符合該犬種特性的描述或屬性值。

檢視本論文附表2，[性情：憂鬱、開朗]、[忠誠度：不忠誠、忠誠]、[態度：安靜、喧鬧]、及[氣味：無體味、有體味]等4組概念詞彙，未獲任何鑑別度註記，應予以剔除。經追蹤原始問卷調查資料，大部份受測者在[性情：憂鬱、開朗]項目選擇中立的4，而在[忠誠度：不忠誠、忠誠]、[態度：安靜、喧鬧]、及[氣味：無體味、有體味]等項目，雖然高度偏向右側的6或7，但也因過度集中而造成不具鑑別能力，例如犬類雖然都是忠誠的，但卻無法有效鑑別不同犬種的差異性。

四、知識本體表達

為轉置對犬類認知的概念模型成為系統可處理的格式，本研究利用OWL編輯器Protégé，進行知識本體的建置，每一隻犬種視為獨立的概念，犬類專家依據附表2的調查結果，定義其專屬的概念內涵，由於概念提供犬類可表達的定義範圍，各犬種須針對各

概念屬性註記，若不確定屬性的實際值，亦可逕行略去。為利於後續推論系統的運算作業，各項概念定義須使用描述邏輯陳述為公理(Axiom)，例如針對黃金獵犬的六項特徵部位，部份公理的邏輯式如下：

Concept: Golden retriever

體型： \exists hasBody (Large \cap Strong \cap Pretty \cap Speedy \cap Friendly \cap High)

毛髮： \exists hasHair (Soft \cap Long \cap Bright \cap Curl)

頭部： \exists hasHead (Smart \cap Long \cap Bright \cap Gentle \cap Vigorous \cap Friendly)

耳朵： \exists hasEar (Long \cap Smart \cap Friendly \cap Floopy)

吻部： \exists hasMouth (Long \cap Sharp \cap Thick)

尾巴： \exists hasTail (Long \cap Friendly \cap Curl)

上述的概念定義以Protégé軟體編輯後，實際儲存的格式則是OWL-DL語法，例如我們取上述黃金獵犬的“毛髮”定義，OWL格式如下：

```
<owl:Class rdf:ID="Golden_retriever">
  <rdfs:subClassOf>
    <owl:Class rdf:ID="Dog_breed"/>
  </rdfs:subClassOf>
  <rdfs:subClassOf>
    <owl:Restriction>
      <owl:someValuesFrom>
        <owl:Class rdf:ID="Soft"/>
      </owl:someValuesFrom>
      <owl:onProperty rdf:resource="#hasHair"/>
    </owl:Restriction>
  </rdfs:subClassOf>
  .....
  .....
  <rdfs:subClassOf>
    <owl:Restriction>
      <owl:someValuesFrom rdf:resource="#Curl"/>
      <owl:onProperty>
        <owl:ObjectProperty rdf:ID="hasHair"/>
      </owl:onProperty>
    </owl:Restriction>
  </rdfs:subClassOf>
</owl:Class>
```

伍、專家系統實作與使用評估

一、專家系統的運作設計

使用者對犬類認知的知識本體，已經由前述的建置步驟完成OWL-based的知識庫。如圖5右上所示，專家系統由應用系統、推論器（引擎）、及知識庫等三者組成，為符合

目前大部份的實務應用現況，亦即資料是以資料庫為主，本研究的知識庫僅做為澄清使用者確切的查詢物為何，故以概念查詢不知名犬種時的語意解析，當確認查詢物後，實際資料可連接至資料庫獲得，因此須置於「犬類資料庫」之前。為方便解說系統的運作過程，我們以查詢網頁、圖像回應頁、及結果回應頁等三種使用者介面，分別說明各階段設計如下：

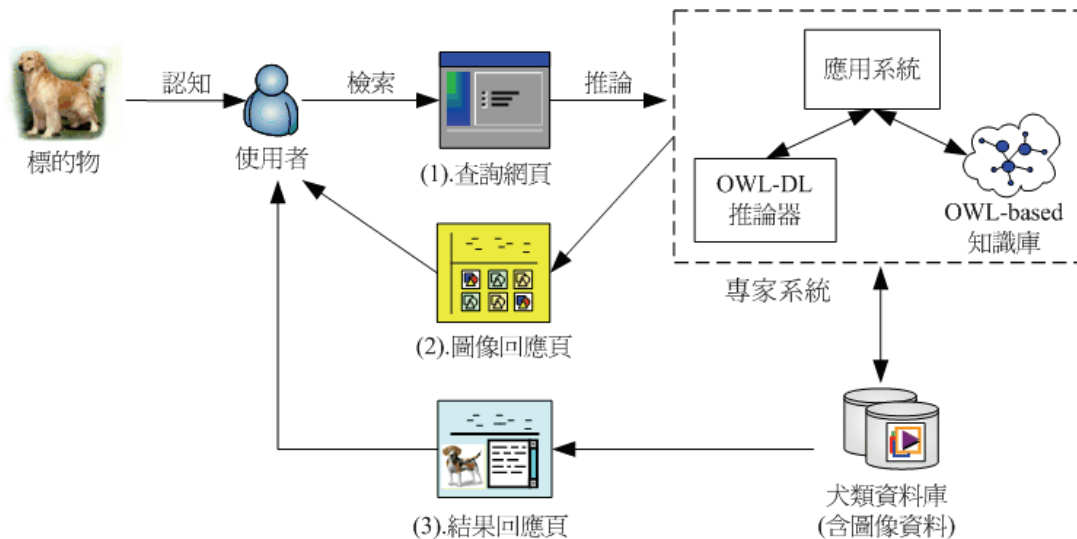


圖5：專家系統架構與運作步驟

- (1) 查詢網頁：查詢網頁介於使用者與專家系統之間，負責接受對犬類特徵的選項輸入，當完成各項確定的特徵描述後，即可送交後端專家系統進行運算。
- (2) 圖像回應頁：經由推論器運算後，專家系統決定合乎條件的候選犬種，並向資料庫調用犬種圖片，回應給前端使用者提供進一步確認。
- (3) 結果回應頁：使用者以目視方式在圖像回應頁篩選，確認並點選犬種圖片，詳細資料由「犬類資料庫」提供，完成「所感即所得」的查詢。

二、實作說明

依據5.1節的系統架構與運作步驟，本研究已完成Web-based系統建置，圖6為「犬類查詢頁面」，由於我們已完成描述犬類的身體特徵及相關聯的感性概念等的本體概念建置，因此給予感受條件的順序為：先選擇犬類的身體特徵、再選擇感性概念、最後為感性概念的感性概念詞彙。例如圖6在選擇特徵為“毛髮”後，系統即列出10項感性概念，各感性概念再搭配表達感受的詞彙供選擇。本例假設使用者選擇的項目為：長度（長）、觸感（柔軟）、及捲度（捲曲）等3項，其餘不確定項目則略去。選擇的感性概念及感性概念詞彙即增加至條件區中，待其他特徵描述的選擇完成後，即可一併做為查詢條件送交專家系統處理。



圖6：犬類查詢頁面

專家系統在接受查詢條件後，首先在系統內新增一個虛擬的概念類別(Class)，前述各項條件將被組合為描述邏輯式，以做為新類別的具體定義，本範例僅對體型、毛髮、頭部及吻部等4項特徵下達條件，邏輯式摘要如下所示。推論引擎即檢視此新增的類別定義，再將知識庫中符合的犬類概念推論至此新增的類別中，最後，我們將犬類概念所對應的實際資料庫的連結位址及圖像，利用網頁呈現於「圖像回應頁中」(如圖7左側的a圖)。定義新類別的描述：

- | | |
|--|--------------------------------|
| 體型： \exists hasBody (Large \cap High) | 耳朵： |
| 毛髮： \exists hasHair (Long \cap Soft \cap Curl) | 吻部： \exists hasMouth (Longh) |
| 頭部： \exists hasHead (Big) | 尾巴： |

有別於關鍵字查詢通常回應唯一的結果，本研究的感性概念查詢是以最有可能的答案群為目標，目的即為限縮查詢的範圍，使用者即可在答案群中，以目視辨認方式點選標的物。如圖7右側b圖的「結果回應頁」所示，最終的犬類資訊由連結的資料庫提供。

(a). 圖像回應頁



圖7：圖像回應及結果回應頁

三、系統評估

有別於傳統關鍵字或術語查詢系統，本研究為解決使用者可能無法知悉查詢用的關鍵字問題，例如如何查詢一隻不知名稱的犬類，因此在評估本系統時，並不適合以傳統的精確率及召回率等做為評估指標。本研究是仿照人類專家在面對面的諮詢時，如何幫助詢問者獲得答案的方式，因此系統設計是以使用查詢物的特徵描述為主，專家系統則以可能的答案群為回應。人類諮詢專家的方式，普遍存在一種抵換關係(Trade-off)，亦即給予的條件愈多則候選的答案數量愈少，理論上可愈接近正確答案，但若其中條件陳述不當則易導致失敗。由於本研究是以使用者的認知向系統查詢，也會面臨前述發生的抵換關係，為瞭解查詢條件數量與回應數量及成功查詢之間的關係，本研究定義二項「抵換關係指標」如下：

- 平均回應數：(圖像回應頁中的候選數) / (總查詢次數)。此數字代表平均獲得的可能犬種數量。
- 平均成功率：(累計獲得正確結果次數) / (總查詢次數)。每次由可能解中獲得正確解，以1代表成功，0代表失敗。

本研究邀請30位評估者參與測試，分別給予12隻不常見的犬種樣本，每隻犬種提供約2分鐘的影片及不同部位的特寫圖片，協助評估者建構其認知，評估者可依其顯著的感受自由選擇感性概念條件，但為方便統計，本研究要求測試者其查詢條件數目分別介於2-14項，結果分析如表7所示。由結果顯示，當感性概念條件數為2時，可獲得99%以上的成功率，但平均的候選犬種數量也最多，使用者需要較多的目視檢測。感性概念條件數為12或更大時，雖然候選犬種數量較少，但成功率也明顯下降。

表7：查詢的抵換關係統計

	感性概念條件數						
	2	4	6	8	10	12	14
平均回應數	48.7	38.5	34.8	25.1	18.2	8.0	3.3
平均成功率	99.1%	97.9%	95.0%	92.8%	86.2%	69.3%	49.3%

表7的結果大致符合諮詢人類專家所發展的抵換關係，成功率下降主要是測試者勉強的給予查詢條件居大多數，因而造成查詢失敗。因此，本研究建議在使用本系統時，儘量以有把握的查詢條件為主，另根據表7分析結果，條件數介於8~10項，可獲得適量的候選犬種數，成功率也在可接受的85%以上。

陸、結論

本研究為解決傳統系統無法支援以「認知」為查詢依據的問題，故發展具有解析使用者認知能力的專家系統，主要的困難是如何將人類認知轉換為系統可處理的知識庫，由於人類的認知近似知識本體中的概念，因此本研究採用知識本體做為知識庫的建置方

式。為收集使用者的認知成為知識本體的概念內容，我們由感性工學中，學習其轉換消費者感受為產品設計元素的作法，另結合本研究的問題與知識本體的優點，修改成為如第4節介紹的建置程序，此即為本研究最主要的貢獻，說明如下：

- (1) 藉廣泛的詞彙收集，分別獲取組成知識領域的具體要素（特徵空間）及描述特徵的感性詞彙（語意空間），特別是感性詞彙須經由分析、合併等手段，最後才獲得具代表性的Kansei，亦即[感性概念：感受概念詞彙1、感受概念詞彙2]。
- (2) 為獲得知識本體的建置模型，特徵及Kansei須予以連結，本研究在問卷設計階段，即考量評估對象與Kansei間具有高度相依性，因此在樣本選擇上先以統計方式，審慎挑選具代表性的樣本，藉由線上問卷對大眾進行特徵及Kansei關聯態度的調查，再經由統計分析確認二大類之間的關聯性，最後找出具鑑別力的關聯做為建立知識本體的概念模型。
- (3) 利用Protege OWL軟體建立前述的知識本體概念模型，再將224項純種犬依此模型建立為獨立的本體知識庫概念。

本研究藉由犬種查詢為例，分別展示如何發展知識本體及專家系統。在實際的應用上，使用者不須使用關鍵字，而是以對犬種的感受為輸入，經由專家系統縮小候選犬種的範圍，再經目視選擇獲得正確結果。由實證評估顯示，本研究確可達到「所感即所得」的目標，但查詢時須以有把握的查詢條件為主，並建議以8~10項查詢條件為宜。本研究結合感性工學的精神，將使用者認知轉換為建置知識庫的素材元素，雖然我們僅以查詢犬種的問題為例，部份過程或有過於主觀或樣本量化等細節未臻完善。然而，本研究提出的設計構想和實施程序，預期可應用於發展非關鍵字查詢系統的參考。

誌謝

作者感謝國科會提供部份經費支持（編號：NSC 96-2416-H-033-002-MY3）。另外，也感謝許通安教授在統計模型的協助與指正。

參考文獻

1. 戚玉樑、蔡明宏，民96，『以文件為對象的概念萃取程序協助建立本體定義的雛型架構』，資訊管理學報，第十四卷·第三期：47~66頁。
2. 戚玉樑，民95，『協同知識擷取與知識表達程序於建構本體的概念架構』，資訊管理學報，第十三卷·第二期：193~215頁。
3. Baader, F., Calvanese, D., McGuinness, D., Nardi, D., and Parel-Schneider, P. (eds) *The description logic handbook*, Cambridge University Press, Cambridge, UK, 2003.
4. Berners-Lee, T., Hendler, J., and Lassila, O. "The semantic Web," *Scientific American* (284:5) 2001, pp: 34-43.

5. Chandrasekaran, B., Josephson, J.R., and Benjamins, V.R., "What are ontologies, and why do we need them," *IEEE Intelligent Systems* (14:1) 1999, pp: 20-26.
6. Chavez-Aragon, A. and Starostenko, O. "Ontological Shape-Description: A New Method for Visual Information Retrieval," in *Proceedings of the 14th Electronics, Communications and Computers Conference 2004*, pp: 288-292.
7. Chi, Y.-L. "Elicitation synergy of extracting conceptual tags and hierarchies in textual document," *Expert Systems with Applications* (32:2) 2007, pp: 349-357.
8. Chi, Y.-L., Hsu, T.-Y., and Yang, W.-P. "Ontological techniques for reuse and sharing knowledge in a digital museum," *The Electronic Library* (24:2) 2006, pp: 147-159.
9. Compton, P. and Jansen, R. "A philosophical basis for knowledge acquisition," *Knowledge Acquisition* (2:3) 1990, pp: 241-258.
10. Fox, M.S. and Gruninger, M. "Enterprise Modeling," *AI Magazine* (19:3) 1998, pp: 109-121.
11. Grimsath, K., "Kansei Engineering : Linking emotions and product features," July 2007(available online at) http://www.ivt.ntnu.no/ipd/fag/PD9/2005/artikler/PD9%20Kansei%20Engineering%20K_Grimsath.pdf
12. Gruber, T.R. "A Translation Approach to Portable Ontology Specifications," *Knowledge Acquisition* (5:2) 1993, pp: 199-220.
13. Hartung, J., Argac, D., and Makambi, K.H. "Small Sample Properties of Tests on Homogeneity in One-Way ANOVA and Meta-Analysis," *Statistical Papers* (43) 2002, pp: 197-235.
14. Horrocks, I., Patel-Schneider, P.F., and Harmelen, F.V. "From SHIQ and RDF to OWL: the making of a Web Ontology Language," *Web Semantics: Science, Services and Agents on the World Wide Web* (1:1) 2003, pp: 7-26.
15. Hsu, T.-Y., Ke, H.-R., and Yang, W.-P. "Unified knowledge-based content management for digital archives in museums," *The Electronic Library* (24:1) 2006, pp: 38-50.
16. HyvAonen, E., Styrman, A., and Saarela, S. "Ontology-Based Image Retrieval," July 2007(available online at) <http://www.seco.tkk.fi/publications/2002/hyvonen-styrman-saarela-ontology-based-image-retrieval-2002.pdf>
17. Ishihara, S., Ishihara, K., Nagamachi, M., and Matsubara, Y. "An analysis of Kansei structure on shoes using self-organizing neural networks," *International Journal of Industrial Ergonomics* (19:2) 1997, pp: 93-104.
18. Jorgensen, C. "Attributes of images in describing tasks," *Information processing & Management* (34:2-3) 1998, pp: 161-174.
19. Khan, L. and Luo, F. "Ontology Construction for Information Selection, Tools with Artificial Intelligence," in *Proceedings of 14th IEEE International Conference on Tools with Artificial Intelligence (ICTAI'02)* 2002, pp: 122-127.
20. Lassila, O. and McGuinness, D.L. "The Role of Frame-Based Representation on the

- Semantic Web,” *Electronic Transactions on Artificial Intelligence* (6:5) 2001, July 2007(available online at) <http://www.ep.liu.se/ea/cis/2001/>
21. de Vergara, J.E.L., Villagr a, V.A., and Berrocal, J. “Applying the Web Ontology Language to management information definitions,” *IEEE Communication Magazine* (42:7) 2004, pp: 68-74.
 22. Matsubara, Y. and Nagamachi, M. “Hybrid Kansei Engineering System and design support,” *International Journal of Industrial Ergonomics* (19:2) 1997, pp: 81-92.
 23. Nagamachi, M. “Kansei engineering as a powerful consumer-oriented technology for product development,” *Applied Ergonomics* (33:3) 2002, pp: 289-294.
 24. Nagamachi, M. “Kansei Engineering: A new ergonomic consumer-oriented technology for product development,” *International Journal of Industrial Ergonomics* (15:1) 1995, pp: 3-11.
 25. Nakada, K. “Kansei engineering research on the design of construction machinery,” *International Journal of Industrial Ergonomics* (19:2) 1997, pp: 129-146.
 26. Noy, N.F., Sintek, M., Decker, S., Crubezy, M., Ferguson, R.W., and Musen, M.A. “Creating Semantic Web contents with Protege-2000,” *IEEE Intelligent Systems* (16:2) 2001, pp: 60-71.
 27. Richards, D. and Simoff, S.J. “Design Ontology in Context- A Situated Cognition Approach to Conceptual Modeling,” *Artificial Intelligence in Engineering* (15:3) 2001, pp: 121-136.
 28. Schreiber, T., Dubbeldam, B., Wielemaker, J., and Wielinga, B.J. “Ontology-based photo annotation,” *IEEE Intelligent Systems* (16:3) 2001, pp: 66-74.
 29. Soo, V.-W., Lee, C.-Y., Yeh, J.-J., and Chen, C.-C. “Using sharable ontology to retrieve historical images,” in *Proceedings of ACM/IEEE International Joint Conference of Digital Library 2002*, pp: 197-198.
 30. Stamou, G., Ossenbruggen, J., Pan, J.Z., and Schreiber, G. “Multimedia Annotations on the Semantic Web,” *IEEE Multimedia* (13:1) 2006, pp: 86-90.
 31. Tanoue, C., Ishizaka, K., and Nagamachi, M. “Kansei Engineering: A study on perception of vehicle interior image,” *International Journal of Industrial Ergonomics* (19:2) 1997, pp: 115-128.
 32. Toyama, K., Logan, R., and Roseway, A. “Geographic location tags on digital images,” in *Proceedings of The 11th ACM international Conference on Multimedia 2003*, pp: 156-166.
 33. Ullman, S. “Visual Routines,” *Cognition* (18:1-3) 1984, pp: 97-159.
 34. Wang, J. “A Knowledge Network Constructed by Integrating Classification, Thesaurus, and Metadata in Digital Library,” *International Information and Library Review* (35:2-4) 2003, pp: 383-397.

附表1：各犬種與其所屬集群的中心距離

	樣本名稱	維度1	維度2	維度3	維度4	維度5	維度6	距離
第一群	吉娃娃犬	-0.9155	0.4011	-0.2169	-1.8968	-0.2988	1.2750	0.364
	澳洲梗犬	-1.2711	0.0240	-1.6847	-0.0796	-0.2464	1.0565	2.052
	標準貴賓犬	-0.6922	-1.2956	0.2891	0.4152	-1.4231	1.1820	1.357
	鬆獅犬	-1.4301	-1.8340	-0.5353	0.2539	-0.2771	0.3923	1.029
	巨型雪納瑞	0.1570	-2.0597	0.3491	-0.6960	-1.0466	0.1707	1.678
	法國鬥牛犬	-1.1222	0.4560	-0.3891	-1.4364	-0.1837	1.6009	0.364
第二群	北京犬	-1.9609	0.0467	-0.5355	0.4966	0.6072	-1.0670	0.930
	博美犬	-1.7456	-0.2462	-0.9054	1.2200	0.3308	-0.4188	0.735
	瑪爾濟斯犬	-1.9454	0.2826	-0.6595	0.9347	0.6676	-0.4949	0.151
	比熊犬	-1.8731	0.3146	-0.9827	0.5116	0.8234	-0.5938	0.678
	玩具貴賓犬	-1.9893	0.3991	-0.6972	1.0593	0.3093	0.2213	1.043
	西里漢梗犬	-1.6484	0.2124	0.1678	1.2516	1.1555	-0.4672	1.099
	約克夏犬	-1.7513	0.3654	0.5834	1.5572	0.0456	0.0256	0.937
	蝴蝶犬	-2.2774	0.2377	0.5256	-0.0460	-0.4751	0.3831	1.166
	布魯塞爾葛林芬犬	-2.0091	0.5074	0.1150	1.0854	0.0273	0.6578	0.860
	騎士查理王獵犬	-1.7370	0.0948	0.1841	1.0816	-0.4845	1.2477	1.367
	諾福克梗犬	-2.0442	0.6007	0.4515	0.6834	-0.7681	0.3155	0.642
	迷你雪納瑞犬	-1.4998	-0.2869	1.2727	1.2775	-0.5881	-0.3669	1.417
蘇格蘭梗犬	-2.0824	0.3883	0.0585	0.9552	-0.4374	-0.4827	1.071	
第三群	中國冠毛犬	0.0524	1.5868	0.9919	0.4437	-1.5524	0.2466	1.311
	義大利靈提	1.3907	1.3105	1.1431	0.1046	-0.9445	-0.5381	0.693
	惠比特犬	1.3798	1.3909	0.9248	-0.1060	-0.6753	-0.9684	1.186
	薩路基獵犬	1.6481	0.6731	0.6559	-0.2111	-1.5204	0.2988	1.144
	威瑪獵犬	1.6697	1.3660	0.9745	0.2850	0.2690	-0.6256	1.756
	迷你牛頭梗犬	0.0884	1.1617	0.7967	-1.3402	-1.4644	0.7696	2.013
	台灣犬	1.1633	1.9158	-0.7250	0.0748	-0.8303	-0.2218	0.747
	大麥町犬	1.1483	2.0406	-0.6433	-0.0003	0.0206	-0.6727	0.732
	羅威拿犬	1.2365	1.8135	-0.9685	0.1013	0.2619	-0.6732	0.902
	杜賓犬	1.1234	1.7378	-1.3872	0.0793	-0.1651	0.0426	0.661
大丹狗	1.3321	1.8433	-0.4224	-0.4637	-0.7708	0.3137	1.129	
第四群	日本種犬	-2.1051	0.3040	-0.3027	-0.9056	-0.1711	-0.6722	1.482
	西施犬	-2.1934	0.3290	0.6404	-0.1690	-0.4197	-0.6337	1.204
	美國可卡獵犬	-0.9378	-0.9966	1.0558	-0.9901	-0.8313	-1.2575	1.005
	剛毛獵狐梗犬	-1.2783	-0.9398	1.3381	0.0559	-0.7647	-1.0283	0.734
	日本狐狸犬	-1.6355	-0.1643	-0.9407	-0.6800	0.7713	-1.1593	1.536
	迷你臘腸犬	-0.5079	-0.6696	-0.3389	-2.2039	-0.2238	-0.6007	1.210
	米格魯獵犬	1.0182	-0.7994	-1.1975	-1.3009	0.0311	-1.0298	1.286
	拉不拉多拾獵犬	1.9933	-0.8476	-0.4189	-0.4189	-0.1973	-0.8590	2.050
	柴犬	-0.7557	-0.3302	-0.7721	-2.1637	-0.3875	0.0396	1.522
	薩摩耶犬	-0.8916	-1.4012	-1.3052	-0.2422	0.4883	-1.0340	1.745
威爾斯科基犬	-1.2459	-0.0793	-0.4509	-2.0658	-0.2051	-0.2864	1.315	

	樣本名稱	維度1	維度2	維度3	維度4	維度5	維度6	距離
第五群	巴哥犬	-0.0466	0.4694	0.6806	-0.5541	1.5794	1.7876	0.905
	波士頓梗犬	-0.1480	0.3932	1.4837	-0.5985	1.2394	1.5592	0.887
	鬥牛犬	-0.2081	0.5056	0.8062	-0.6563	2.0834	0.9680	0.624
	沙皮犬	-0.1813	0.4089	1.1343	-1.2650	1.8357	0.4663	1.132
	拳獅犬	0.7962	0.6520	0.8659	-0.5530	1.9975	-0.6389	0.847
	紐波利頓犬	1.2642	1.1499	0.1793	-0.2020	1.2005	-1.3685	0.847
第六群	可倫坡獵犬	0.7940	-1.7708	1.0871	-0.6311	0.6758	-0.2451	1.511
	阿富汗獵犬	1.4751	-1.1011	0.9634	0.6433	-1.0134	-0.1222	1.412
	黃金拾獵犬	1.6469	-1.5881	-0.4668	0.2407	0.2656	-0.2510	0.932
	愛爾蘭雪達犬	2.1385	0.0712	0.7303	0.7750	0.1923	0.1632	1.442
	貝林登梗犬	0.7502	-0.2263	2.3005	0.0405	-0.2556	-0.2969	1.986
	聖伯納犬	1.6179	-0.8986	-0.4549	0.1771	1.2849	0.5097	0.941
	大白熊犬	1.2474	-2.0073	-0.0022	0.2585	-0.0065	-0.0740	1.212
	紐芬蘭犬	1.6002	-0.8342	1.0241	0.5429	1.0093	-0.2341	1.177
	高加索犬	1.6641	-0.7065	1.1856	0.6458	0.7250	-0.2157	1.033
	古代英國牧羊犬	1.0009	-2.0573	0.2131	0.4521	-0.5187	0.0003	1.370
	伯恩山犬	1.2070	-0.8928	0.3339	0.8742	0.6659	1.4677	0.941
第七群	蘇俄牧羊犬	2.0105	-0.1466	-0.5207	1.0410	-0.5206	0.0755	1.220
	西伯利亞哈士奇犬	1.4327	0.1230	-1.7612	0.5338	0.0142	0.4695	0.534
	阿拉斯加雪橇犬	1.4046	-0.1811	-1.6484	0.6026	0.2488	0.6760	0.674
	邊境牧羊犬	1.5708	-0.1313	-1.4649	0.7108	-0.1491	0.6993	0.440
	可利牧羊犬	1.2560	-1.2682	-1.3174	-0.0724	-0.8250	0.3479	0.000
	德國牧羊犬	1.8520	0.1836	-1.3899	0.4819	-0.1854	0.1685	0.479



附表2：犬類各特徵與感性概念的相關性

感性概念	感受概念詞彙	體型	毛髮	頭部	耳朵	吻部	尾巴
色澤	灰暗<-->明亮		√				
膽量	膽小<-->大膽	√		√		√	
重量	瘦小<-->肥胖	√					
脾氣	友善<-->兇猛	√		√	√	√	√
功能	玩賞<-->實用	√		√			
性情	憂鬱<-->開朗						
獨立性	依賴<-->獨立	√		√		√	
反應力	遲鈍<-->機警			√	√		√
尺寸	小<-->大	√		√	√	√	
長度	短<-->長	√	√		√	√	√
觸感	剛硬<-->柔軟	√	√				
音量	小聲<-->大聲					√	
忠誠度	不忠誠<-->忠誠						
顏色	單色<-->多色		√				
態度	安靜<-->喧鬧						
體能	虛弱<-->強壯	√		√			
外表	醜陋<-->漂亮	√	√	√	√	√	
疏密度	稀疏<-->濃密	√	√				√
價值性	低俗<-->高貴	√	√	√			
氣味	無體味<-->有體味						
敏捷性	緩慢<-->迅速	√		√			
高度	矮<-->高	√					
樣式	下垂<-->豎起		√		√		√
厚度	細薄<-->粗厚	√	√		√		
銳度	圓滑<-->尖銳	√		√	√	√	
活力	委靡不振<-->精力充沛		√	√			
智力	愚笨<-->聰明			√	√		
捲度	短直<-->捲曲		√				√

註：符號(√)表示達到統計分析的顯著性($\alpha < 0.001$)