

南 華 大 學

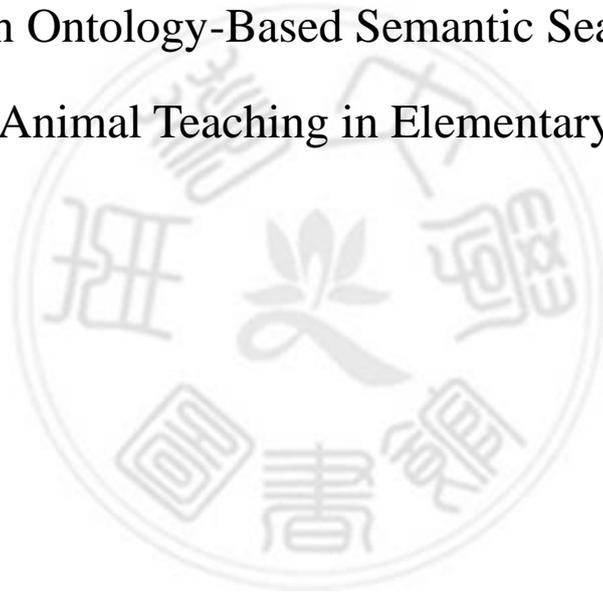
資訊管理學系

碩士論文

建構基於知識本體之國小動物教學語意查詢系統

Building an Ontology-Based Semantic Search System

for the Animal Teaching in Elementary School



研 究 生：王 育 泰

指 導 教 授：邱 英 華

中 華 民 國 103 年 6 月

南 華 大 學

資 訊 管 理 學 系

碩 士 學 位 論 文

建構基於知識本體之國小動物教學語意查詢系統

研究生：王 春 泰

經考試合格特此證明

口試委員：邱 榮 華  
謝 定 助  
何 國 仁  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

指導教授：邱 榮 華

系主任（所長）：洪 銀 建

口試日期：中華民國 103 年 6 月 4 日

# 南華大學資訊管理學系碩士論文著作財產權同意書

立書人： 王育泰 之碩士畢業論文

中文題目：建構基於知識本體之國小動物教學語意查詢系統

英文題目：Building an Ontology-Based Semantic Search System for the  
Animal Teaching in Elementary School

指導教授： 邱英華 博士

學生與指導老師就本篇論文內容及資料其著作財產權歸屬如下：

- 共同享有著作權
- 共同享有著作權，學生願「拋棄」著作財產權
- 學生獨自享有著作財產權

學生： 王育泰 (請親自簽名)

指導老師： 邱英華 (請親自簽名)

中華民國 103 年 6 月 4 月

南華大學碩士班研究生  
論文指導教授推薦函

資訊管理學系碩士班王育泰君所提之論文  
建構基於知識本體之國小動物教學語意查詢系統  
係由本人指導撰述，同意提付審查。

指導教授  \_\_\_\_\_

103年6月4日

## 誌 謝

本論文得已順利完成，首先感謝吾師 邱英華博士兩年來悉心的教誨及鼓勵，對我萬分包容關照，並且不斷給予我信心，讓我在研究實作及論文寫作時，獲得許多寶貴經驗。在論文系統設計時期，亦獲得同是資訊管理學系的師長 曾俊雄博士在系統架構上的指導與建議。論文初成，感謝本所師長 尤國任博士、吳鳳科技大學 謝定助博士，對論文初稿之詳細審閱，並撥冗審查，在此致上最深之謝意。

研究期間，感謝蔡啟志學長、蔡嘉樺學姊，以及羅沐嫻學姊不時提供寶貴的經驗，以及同學黃姿萍、黃雅芬、陳怡勳在研究上與課業上的協助，深深的情誼，在此一併致謝。

最後，要感謝家人對我毫無間斷的支持與鼓勵，讓我能於工作之餘全心完成學業。

王育泰 謹誌

103.06.22

# 建構基於知識本體之國小動物教學語意查詢系統

學生：王育泰

指導教授：邱英華

南華大學資訊管理學系碩士班

## 摘要

由於傳統搜尋引擎使用關鍵字的搜尋方法，造成搜尋資訊的效能降低問題。而語意網技術(Semantic Web Technology)的發展，正是解決此一問題的最佳解答，其目的是希望經由電腦或軟體代理人(Software Agent)進行知識本體(Ontology)的判讀，以了解資料所代表的真正意涵，提升搜尋資料的正確性。

語意網技術的應用層面相當廣泛，本文則將其應用於國小自然科動物教學方面。雖然教育部推行「一綱多本」政策已逾十餘載，因此各校在各學習階段可能會使用不同版本的教科書，而各版本教科書內容不盡相同已屬常態，但其間卻又缺乏相互參照的資訊，致使學校在不同年級轉換教科書版本時，教師無法充分掌握學生的起點行為，而學生轉學或轉換教育階段時亦面臨課程銜接上的困難。為了解決此一問題，我們使用語意網技術建置出一個自然科動物教學的語意查詢系統(Semantic Search System)，期盼教師、學生或家長能透過此系統簡單的查詢操作介面，輕易且正確地取得符合教學及學習所需的參考資訊。

**關鍵字：**語意網技術、知識本體、動物教學、軟體代理人、起點行為

# **Building an Ontology-Based Semantic Search System for the Animal Teaching in Elementary School**

Student: Yu-Tai Wang

Advisor: Dr. Yin-Wah Chiou

Department of Information Management  
The M.I.M Program  
Nan-Hua University

## **ABSTRACT**

Since the traditional search engines use search method of the keywords, it results in the inefficiency of information search. Through computers or *Software Agent* to interpret the *Ontology*, *Semantic Web Technology* (SWT) is capable of advocating the accuracy while searching information on the Web.

SWT is able to be used in various aspects. In this thesis, we apply SWT to the animal science instruction for elementary school. Although Ministry of Education has been promoting “One Guide-Multiple Textbooks” policy for a long period of time, there are various editions of textbooks for each subject. However, with different layouts and without any reference information, instructors have no idea what their students have learned and what they haven’t while switching textbooks form one edition to another. Also, students have difficulty in learning while transferring to another school or the other learning stages. To solve this problem, we use SWT to develop a *Semantic Search System* for the animals in Science instruction. The system provides teachers, students, or parents to get the accurate information of animals.

**Keywords:** Semantic Web Technology, Ontology, Software Agent,  
Animal Teaching, Initial Behavior

# 目 錄

論文口試合格證明	i
博碩士論文授權書	ii
論文指導教授推薦書	iii
誌謝	iv
中文提要	v
英文提要	vi
目錄	vii
表目錄	ix
圖目錄	x
第一章、緒論	1
第一節 研究背景	1
第二節 研究動機與目的	2
第三節 研究方法	4
第四節 研究限制	6
第五節 論文架構	7
第二章、文獻探討	9
第一節 知識本體	9
第二節 語意網技術	12
第三節 國小自然領域之動物教學課程	21
第三章、系統分析與設計	29
第一節 系統架構	29
第二節 動物知識本體之架構	31

第四章、系統實作-----	41
第一節 系統建置開發環境與工具-----	42
第二節 建置動物教學實例知識本體-----	44
第三節 建置查詢服務-----	50
第四節 建置使用者查詢介面-----	56
第五節 系統應用實例-----	67
第五章、結論與未來展望-----	72
第一節 結論-----	72
第二節 未來展望-----	73
參考文獻-----	75
一、中文部份-----	75
二、西文部份-----	78



## 表 目 錄

表2-1 各學習領域階段劃分情形-----	24
表3-1 康軒版教學重點之動物實例-----	34
表3-2 翰林版教學重點之動物實例-----	35
表3-3 南一版教學重點之動物實例-----	36
表3-4 蝸牛之版本與關聯年級-----	39
表4-1 查詢系統開發工具及其應用範圍-----	43
表4-2 物件屬性的使用領域及範圍-----	47
表4-3 系統中SPARQL 查詢指令-查詢所有教學重點-----	58
表4-4 系統中SPARQL 查詢指令-查詢所有動物名稱-----	59
表4-5 系統中SPARQL 查詢指令-依教科書版本查詢-----	62
表4-6 系統中SPARQL 查詢指令-依教學重點查詢動物名稱-----	64
表4-7 系統中SPARQL 查詢指令-依動物名稱查詢關聯年級-----	66

## 圖目錄

圖1-1 研究流程-----	6
圖2-1 傳統全球資訊網與語意網資料關聯性差異圖-----	13
圖2-2 語意網的階層架構-----	16
圖2-3 簡單RDF圖形表示法-----	17
圖2-4 RDF多項描述模型-----	18
圖2-5 以三元組描述資源-----	19
圖2-6 顯示OWL與RDFS屬性間的關係-----	20
圖3-1 國小動物教學語意查詢系統架構-----	29
圖3-2 國小動物教學與教科書版本及教學重點之聚合關係-----	33
圖3-3 教科書版本與各出版商之類別階層關係-----	33
圖3-4 動物教學重點及其子類別之階層關係-----	33
圖3-5 教學重點與動物名稱三元組關係-----	37
圖3-6 教學重點與動物名稱之關係-----	37
圖3-7 動物名稱與關聯年級三元組關係圖-----	38
圖3-8 動物名稱與關聯年級之階層關係實例-----	38

圖3-9 國小動物教學知識本體架構-----	40
圖4-1 系統實作流程-----	41
圖4-2 開啟Protégé 3.4.1 新專案-----	45
圖4-3 選擇使用OWL/RDF Files-----	45
圖4-4 Protégé 3.4.1 預設工作視窗介面-----	46
圖4-5 使用Protégé 3.4.1 建立類別與次類別-----	47
圖4-6 使用Protégé 3.4.1 建立物件屬性-----	48
圖4-7 使用Protégé 3.4.1 建立names 屬性關係-----	49
圖4-8 使用Protégé 3.4.1 建立grades 屬性關係-----	49
圖4-9 設置系統內容中的Joseki 環境變數-----	51
圖4-10 使用命令提示字元視窗進行Joseki 設定-----	51
圖4-11 Joseki 設定完成Server 運作成功畫面-----	52
圖4-12 以瀏覽器檢視Server 運作成功畫面-----	52
圖4-13 SPARQL 查詢介面-----	53
圖4-14 使用Protégé 3.4.1 匯出N3 檔案-----	54
圖4-15 將匯出之N3檔案儲存至c:\joseki\data 子目錄-----	54
圖4-16 SPARQL 簡單查詢頁面-----	55
圖4-17 SPARQL 簡單查詢結果-----	56

圖4-18	使用者查詢介面	57
圖4-19	查詢所有教學重點之結果	60
圖4-20	查詢所有動物名稱之結果	60
圖4-21	依教科書版本查詢教學重點之查詢頁面	62
圖4-22	依教科書版本查詢教學重點之結果	63
圖4-23	查詢教學重點之關聯動物	64
圖4-24	查詢教學重點之關聯動物結果	65
圖4-25	查詢動物之關聯版本年級	66
圖4-26	查詢動物之關聯版本年級結果	67
圖4-27	案例一之使用者操作介面	68
圖4-28	案例一之查詢結果-康軒版五年級	69
圖4-29	案例二之使用者操作介面	70
圖4-30	案例二之查詢結果	70
圖4-31	案例三之使用者操作介面	71
圖4-32	案例三之查詢結果	71

# 第一章、緒論

在本章，我們描述本文的研究背景、研究動機與目的、研究方法、研究限制，以及論文的架構。

## 第一節 研究背景

網際網路(Internet)，又稱互聯網，是網路與網路之間所串連成的龐大網路，這些網路以一組通用的協定相連，形成邏輯上的單一巨大國際網路。在這基礎上發展出覆蓋全世界的全球性互相通聯網路，即稱為網際網路。而早在網際網路出現之前，電子數據交換已經被一些企業採納作為一種商務手段，但應用範圍比較有限。直到 1969 年美國國防部高等研究計劃署(Advanced Research Project Agency, ARPA)發展出阿帕網路(ARPA Network, ARPAnet)，才帶領人類進入網際網路的時代。更在 1990 年底，任職於歐洲核子研究組織(European Organization for Nuclear Research, CERN)的蒂姆·伯納斯-李(Tim Berners-Lee)推動了全球資訊網(World Wide Web)的產生，導致了網際網路應用的迅速發展。

網路在起初只是企業與企業間傳送通訊的一種手段，到現在已經發展出文字、圖片、影音多媒體傳播甚至互動式的多功能虛擬世界，其便捷、互動與即時的特性，更是催生了許多像 Facebook、Youtube、維基百科這樣的虛擬社群及相應的網路文化，隨著網路使用者數量的增加，網

際網路在現代經濟生活中正發揮著日益重要的作用。

全球資訊網的發展態勢如燎原之火，成長之快速令人咋舌，根據瑞典網路監測機構 Pingdom 發表 2012 年全球網路產業發展報告指出，截至 2012 年底為止，網際網路上的網站數量已經到達了 6.34 億，在數量繁如夜星的網站資料庫中，存放著非常大量卻混亂的資料，等待著使用者去挖掘，但現行的關鍵字查詢方式，並無法有效地過濾掉無用的資訊，甚至有時帶來更多查找資料的困擾。也因此，伯納斯-李在發明和開發全球資訊網取得史無前例的成功後，又把目光投向了新世代的全球資訊網——語意網(Semantic Web)。他認為，全球資訊網發展至今，仍然只是人們交換文件的載體，電腦本身只是將資訊當作一件自己完全不瞭解的貨物在進行存放和傳遞，而語意網的概念則是讓網際網路上的電腦都能做到理解資訊資源中的邏輯語意並進行檢索，如此一來，將全面促使網路資源整合，並藉由連結到資訊本身的定義與背景，使資訊內容的語意能被表示，進而更有效率地作資訊存取、分析與檢索。因此，應用語意網技術建構語意搜尋系統，引起許多研發人員的興趣。

## 第二節 研究動機與目的

在 1995 年之前，國小各科目的教科書都是由「國立編譯館」所統一編輯，因此，不管是哪一個科目，都只有一種版本可以選用，直到 1996

年開始，教育部逐年執行「課程綱要」與「一綱多本」的教育政策，全面開放民間編寫教科書。更在 1998 年推動「國民中小學九年一貫課程」，將傳統分科學習替以包括語文領域、數學領域、自然與生活科技領域、社會領域、藝術與人文領域、健康與體育領域以及綜合領域的七大學習領域，並頒布了「國民中小學九年一貫課程暫行綱要」與「92 年國民中小學九年一貫課程綱要」供作教科書編輯依據。實行至今，各家教科書的出版商百家爭鳴，分別依據九年一貫課程能力指標編寫出不同教科書版本。然後學校教師經過選用程序，依據專業判斷選用適合學生的教科書。這樣的政策除了藉由市場競爭，提升教科書品質外，也可以活化學生思考和增加教師專業能力發展，然而，教育部又在 1998 年訂定出將於 100 學年度實行「97 年國民中小學九年一貫課程綱要」。在短短幾年間，教育部已經頒布了三套的課程綱要，這麼多套的標準，造成教科書品質優劣不一、內容錯誤百出、課程銜接混亂、教師評選教科書之專業能力不足等等缺點。而各年段課程銜接、轉學後教科書版本變更、升學評量等問題，也都造成家長與學生在學習上的負擔。

作者擔任國民小學自然與生活科技領域教師已逾八年，各出版商的教科書大部分在實際教學上皆已使用過。不可否認，各版本在課程綱要與審定制度之下均各有其特色，但就一個站在教育第一線的任課教師而

言，備課是一項重大負擔，尤其在「一綱多本」的政策下更形明顯。在九年一貫課程國民小學自然與生活科技領域中，將國小六個年級分為低中高三個學習階段。而能力指標並不強制規定在某段時間一定要學習到，只要在其規定的學習階段學到即可。舉例來說，以「動物的繁殖」教學主題為例，康軒版教科書編在五年級下學期的課程，而翰林版卻放在六年級上學期。如此一來，若有學校五年級選用翰林版，六年級選用康軒版，那麼授課教師對於掌握學生的起點行為(Initial Behavior)就顯得困難，必須查遍所有版本的自然領域教科書才有辦法掌握解決方式。這增加了教師備課的難度，且若是轉學生面臨這樣的問題，也同樣會造成學生及家長相當大的困擾，對學生適應新環境是百害而無一利。

為了解決上述的問題，本文的主要目的是利用語意網技術(Semantic Web Technology)，建構國小動物教學語意查詢系統(Semantic Search System)，提供國民小學有關動物教學之任課老師一個參照查詢平台，讓教師、學生和家長都能輕易且快速取得符合自己需求的動物參考資訊，以節省使用者的時間與心力。

### 第三節 研究方法

本文將針對國民小學自然與生活科技領域內動物教學實例與語意網技術之發展加以探究，並應用語意網技術，建立以教科書中動物教學實

例整合參照為主的知識本體，將各年級、版本中動物教學實例的異同編列其中。再行設計一個可以提供查詢的網頁表單介面，搭配使用語意服務系統，來實際建置一個動物教學語意查詢系統，本系統可以讓使用者對於各年級、版本中動物實例的異同進行查詢，用以取得具體的動物實例參照資料以及進一步查詢詳細特徵的方向。

本系統主要是提供教師、學生和家長查詢使用，輔助教師瞭解學生的起點行為與備課資料的編寫，降低教師在備課階段之工作負荷；並期望能解決轉學生在教材轉換間所面臨的適應問題。本文之研究流程如圖 1-1 所示，由研究動機與目的撰述開始，進而探討與本文研究核心(語意網)相關之理論與技術文獻，以及國民小學自然與生活科技領域教材簡要敘述，再進入利用語意網技術實際建置動物知識本體，並搭配上語意服務系統以及使用者介面的查詢表單，建構出國小動物教學之語意查詢系統，並實際測試其使用效能。最後，我們總結本文的研究成果並探討未來的研究與發展方向。

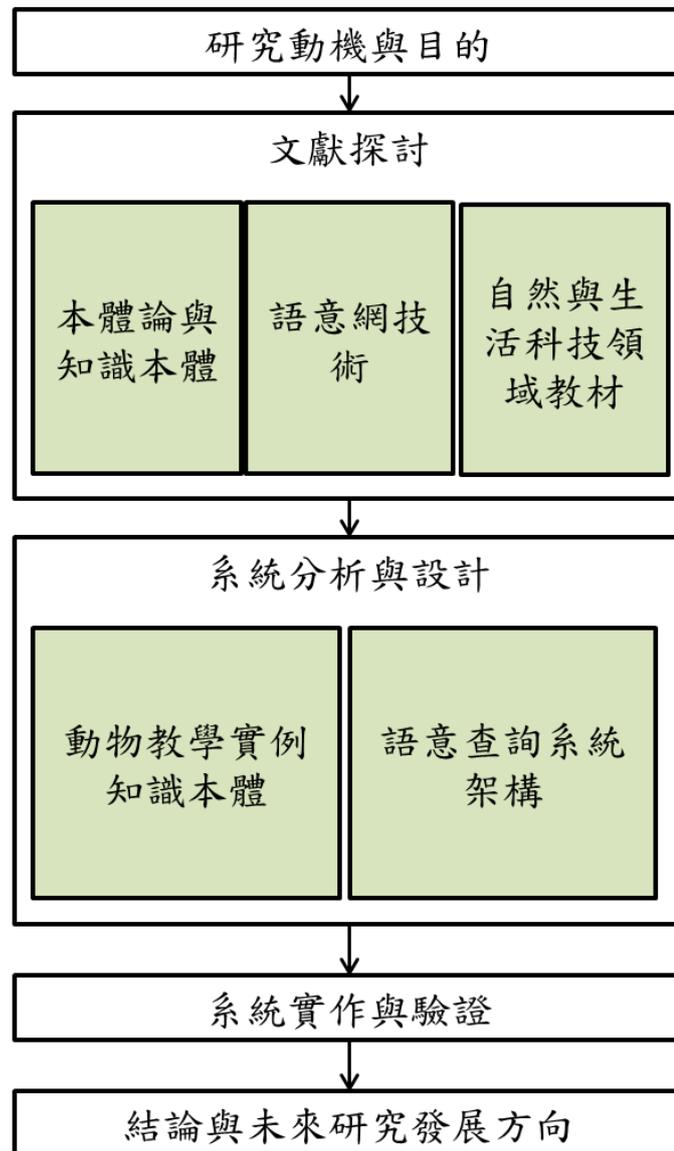


圖 1-1 研究流程

#### 第四節 研究限制

本系統是以各年級、版本中動物教學實例來做研究題材，並以個人教學經驗與相關知識來建構動物教學實例知識本體，若有不足之處，則輔以相關書籍來完善整個知識本體與查詢系統。儘管如此，在研究過程

中，我們仍發現一些研究限制如下：

- 本文以九年一貫課程自然與生活科技學習領域一至三學習階段為主要內容，第四學習階段並非本文的探討目標。
- 我們所探討的各版本教科書，係指經教科書審定委員會審定通過之自然與生活科技學習領域教科書版本，其餘出版商或學校等單位所出版或印刷之補充教材書籍不再本研究討論之列。
- 我們實作之系統查詢資料是以自然與生活科技學習領域教科書中動物教學實例為主，而生活中常見動物、校園動物並未列入本文的研究範圍。

## 第五節 論文架構

本文共分為五章，我們簡要說明如下：

- 第一章 緒論：說明研究之時代背景及研究動機與目的，並簡述研究方法以及研究限制。
- 第二章 文獻探討：包含知識本體與語意網技術的簡介，以及國民小學自然與生活科技領域有關動物教材之敘述。
- 第三章 系統分析與設計：闡明系統的架構、各部元件功能、運作流程及根據國民小學自然與生活科技領域教材以語意網技術建構之動物知識本體。

- 第四章 系統實作：闡述建置系統所需要之工具選用及系統建構的過程，且實際進行系統測試與驗證，並提供使用者操作使用範例。
- 第五章 結論與未來展望：總結本文的重點與主要貢獻，並探討未來之研究與發展方向。



## 第二章、文獻探討

本章探討本文所使用到的相關理論與技術，包括知識本體、語意網技術以及國小自然與生活科技領域動物教學課程。

### 第一節 知識本體

知識本體(ontology)，又稱存在論，屬於形上學(metaphysics)的一支，其本意是「關於存在(eon, Sein, being)的理論」，主要在探討一切事物的基本特徵以及存在的本質(許良榮，2010)，也有學者認為是探討關於自然界已存在的本質的一門學問，談論對存在真實世界中的實體，進行有系統的描述(徐濟世等，2004)；而鍾正男(2004)則認為是按字面之解釋意為存有之知識(knowledge of being)。

隨著資訊科技的發展，資訊技術相關領域的學者也開始將知識本體的觀念用在知識表達上，逐漸變成為相當實用的知識管理工具，用來描述一個領域中的基本概念及定義彼此之間的關係，完善的正規化表達某領域的知識，其衍生出知識本體概念，可以讓我們定義領域內的物體類型、屬性與關係，這樣的方式便於不同領域之間的分享，而且能夠讓電腦與機器更容易了解使用者的需求。

知識本體是很抽象的概念，如果依普遍性程度、特定任務或觀點來區分，可將其區分為四種類型：高層次知識本體、領域知識本體、作業

知識本體以及應用知識本體(Guarino, 1998; 葉乃菁, 2009), 簡要說明如下:

- 高層次知識本體(Top-level Ontology): 高層次知識本體即為一上層、獨立領域的知識本體, 這種知識本體所表達出來的概念多為基本與通用性的概念, 多用以表徵較為抽象、籠統的概念, 其會對所有存在的事物, 採取哲學的見解, 給予一般性的共識。例如: 空間(Space)、時間(Time)、物件(Object)、事件(Event)以及活動(Action)等, 這些都屬於其範疇。
- 領域知識本體(Domain Ontology)與作業知識本體(Task Ontology): 領域知識本體規範一個領域中獨有的概念, 並以領域的觀點來定義及描述這些概念及概念之間的關係, 例如: 醫學、遺傳學等; 作業知識本體則為特殊作業或任務的知識, 如醫學診斷、遺傳學實驗等, 也發展出作業的規畫流程, 科學領域監測系統等本體。
- 應用知識本體(Application Ontology): 使用屬性、關係進行定義與描述真實世界中特定領域的知識, 提供具體的詞彙, 在特殊應用的文件中, 來描述特定任務的規則, 如在汽車工程領域中, 某元件在診斷及維護任務中的功用, 以及在製造裝配流程中的功能。

哲學上的知識本體本為探究客觀事物存在的本質, 加以歸納分析的

學說，隨著資訊科技與電腦科學的發展，而成為學術領域知識本體的範疇；本文所計畫建置的國民小學自然與生活科技學習領域動物教學知識本體，應屬於自然科學領域，偏向應用與領域知識本體。

知識本體常用來描述特定領域的知識，它是由類別(class)、屬性(property)、實例(instance)等元素組成，我們說明如下：

- 類別(class)：類別是因為擁有某些共同特性所形成的群體，描述特定領域(domain)中的概念，從物件導向的觀點來看可以視為一個類別。
- 屬性(property)：有時候也稱 attribute，即為對概念的描述，可以透過屬性來了解各概念之間的差異及重要性。由於歷史因素，在許多 Ontology 編輯系統上,也會以 slot 來稱呼。
- 實例(instance)：類別的實例，這也是我們所關心的，這些實例會繼承父類別的所有屬性或關連。

而建構一個知識本體的生命週期，則是包括了七個設計流程一次又一次的反覆運作及修正(Noy and McGuinness, 2001；曾國峰, 2010)，此七個步驟為：決定知識本體的領域與範圍、考慮採用現成的知識本體、匯集重要的辭彙、定義知識類別及層級、定義類別屬性、定義屬性之面向、定義實例。本研究將依這七個步驟，以國民小學自然與生活科技領域教科書動物教學實例為範圍，建置動物的知識本體。

## 第二節 語意網技術

若說全球資訊網(World Wide Web)是當今世代網際網路的當紅炸子雞，那麼語意網(Semantic Web)就是新一代的網路資訊表達方式，甚至有人將其視為 Web3.0，儼然是下一世代網際網路的未來希望。由於現今世界各國網路基礎設施已經漸趨完善，使得網際網路普及全球，雖然網際網路資源近乎無窮無盡，但是也有人說：「網路就像散了一地沒有頁碼的書」，由於缺乏系統化與結構化的知識，是否能從沙中掏出沙金，端賴使用者的搜尋技巧，自行發覺其中的內容與關聯。

全球資訊網(World Wide Web)的發明人 Berners-Lee 等人，在 2001 年 5 月的科學美國人期刊(Berners-Lee, 2001)，以 “The Semantic Web” 一文，發表其對於網際網路未來發展的宣告。他們認為全球資訊網仍只是人們交換文件的載體，流動其間的資訊，是機器所無法自動運用的。但若在現有的網路架構下，提供一個共同的框架，針對電腦增加專門提供電腦閱讀的網頁，即有可能將現有的網絡轉換為語意網(Semantic web)，使電腦可以理解關鍵詞的定義，從而取得語意資料的意義，進一步用關鍵詞作邏輯推理，串聯出系統化的資料結構。

而傳統全球資訊網資料關聯性與語意網資料關聯性之間的差異，可簡單以圖 2-1 表示。

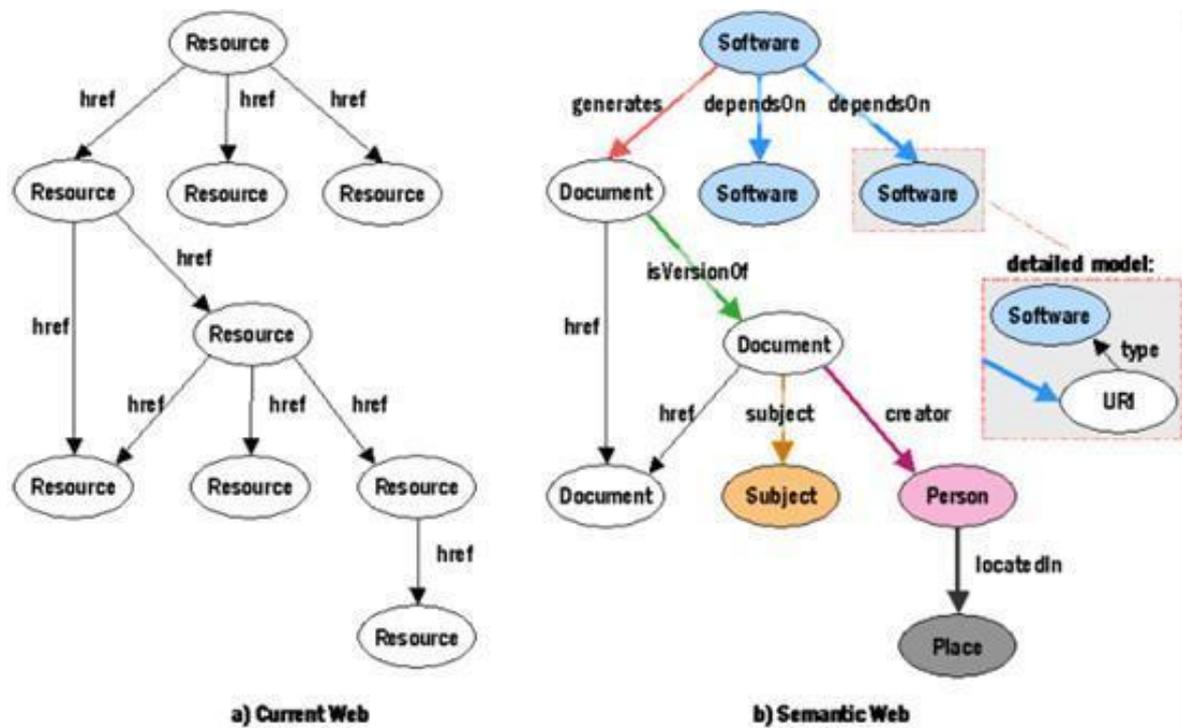


圖 2-1 傳統全球資訊網與語意網資料關聯性差異圖  
(Koivunen and Miller, 2001; 趙伯偉, 2007)

在傳統的全球資訊網中，文件與文件有超連結關係，但並未指出其關係為何(上圖左)，而語意網之示意圖中(上圖右)，相關的文件不但有超連結，而且會標示出此連結關係為何。換言之，在語意網中，資源連結會描述該連結之類型屬性。

語意(Semantic)一詞的定義通常是指字義、符號或組合符號的含義或關係，若從資訊系統的觀點則是將之定義為更明確意義更用的資訊 (Kashyap et al, 2008; 葛慶柏, 2010)。語意網雖號稱為新一代的網路，

卻並不是要取代目前的網際網路，而是全球資訊網的延伸，以現有的網路，再附加其他的技術，希望在這些新技術下，機器能藉由資料的分類、階層與關係，以實現讓電腦也能理解人類語言的目的，使知識管理系統更先進，知識根據其含義在概念裏被組織起來，能自動維護將不符合概念的新知識排除於系統之外，並且能提供更人性友善的查詢介面，詮釋標記將從網路資源的資料中檢索及標出，以及運用知識本體來協助網路資源搜尋、邏輯推理，詮釋擷取出的資訊(Grigoris and Frank, 2004; 蔡宜玲, 2010)。蔡永橙等(2007)也指出，要讓電腦能夠閱讀，每一個網頁資源上要有一個自己的「知識本體」，以提供其內容的描述和定義，電腦就可以從網頁上的描述和定義瞭解其內容。陳仲彥(2008)則認為「語意網」就是要讓電腦看懂「語意」，其運作的基礎在於詞彙網路(WordNet)的建置，並釐清各個詞彙之間的詞義關係。

總的來說，語意網的「語意」其實並不完全等同於語言的語意，其目的是透過給全球資訊網上的資訊添加能夠被電腦所理解的語意，從而使整個網際網路成為一個通用的資訊交換媒介，更進一步來說，把網路資源的意義與可辨識性加強，提供電腦自動判別而盡量減少使用者額外篩選的動作，來達成知識有效率的共享，就是語意網的基本精神(吳育賢, 2008)。

語意網技術已經成功被應用在不同領域的資訊系統，用來提昇傳統 Web 為基礎資訊系統的智慧能力，大致上可以分作資訊檢索、詮釋標記、網頁服務，以及資料庫的溝通四個面向(蔡京珩等，2012)，然而，隨著世界上大量學者投入心力研究，語意網的發展已經逐漸擴展到其他各種領域與產業，不再只侷限於資訊領域中，其應用範圍也十分廣泛，其應用範疇主要為知識管理、電子商務、搜尋引擎、代理人服務(Agent)等(Horrocks，2007；蔡京珩等，2012)，應用領域更涵括生物、醫學、地理、航太、農業、國防等。

全球資訊網協會(World Wide Web Consortium，W3C)對語意網的發展有了以下願景：「希望語意網也能像全球資訊網一樣，提供一個共通的平台讓個人資訊、企業應用、經濟、科學與文化資源都能有效地被共享。」因此，Tim Berners-Lee 在 2000 年的 XML 會議上(Berners-Lee，2000)，發表了一則能達成語意網的層級架構圖(如圖 2-2)，透過 XML 可以自訂標籤架構(schemas)，及 RDF 可以靈活描述資料的語言基礎上，將階層與階層相互連結的方式來實現語意網組織架構。

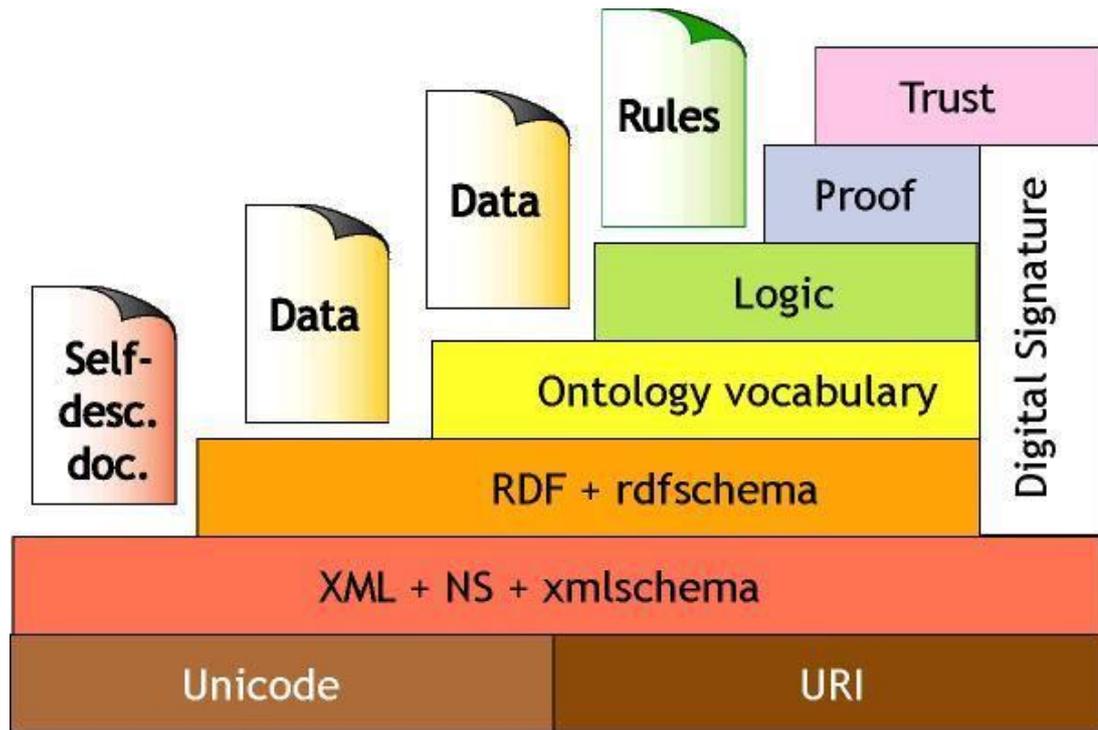


圖 2-2 語意網的階層架構(Berners-Lee, 2000)

RDF 與 RDF Schema(RDFS)是全球資訊網協會(World WideWeb Consortium, W3C)為解決資源描述問題而創造出的一種定義網際網路資訊的標準格式，是以 XML(eXtensible Markup Language)撰寫而成，用以描述網際網路的資源及其相關的描述性資訊，並允許使用者建立階層式的概念及屬性，因此具有本體的雛型，主要為網路的編碼、資料交換、機器可了解的資訊等面向提供基礎的架構。若分散在網路上各領域、各式各樣不同的資料類型都能以 RDF 的結構來加以描述，使網路資源有完整互通與獨特唯一的特性，進而使整個網路資源化身成為一個龐大且互通的資料庫供人使用。

RDF 主要包括二部分，RDF 資料模型(Data Model)與 RDF 語法規範 (Syntax Specification)，RDF 模型的三元組分別為資源(Resource)、屬性(Property)和敘述(Statement)，而敘述被分成三個部分，主詞(Subject)、述語(Predicate)、賓語(Object)，RDF 可利用來描述物件彼此間的關係，並提供簡單的語意，所有能用 RDF 表達方式來表述的事物都可稱為資源。而 RDF 的描述方式簡單舉例如下：

例如這一句簡單的句子：識別號碼 85740 的員工是資源 <http://www.example.org/index.html> 的建立者。這個句子由下列部分組成：

- 主語(資源)：<http://www.example.org/index.html>
- 述語(特性)：建立者
- 賓語(文字)：85740

在這份文件中會用符號圖形(也稱為弧與節點圖)圖解資源描述架構的陳述式中。在這些圖形中，節點(橢圓形的)表示資源，而弧(箭頭符號)表示特性。表示文字的節點則會畫成長方形，所以上面的句子用圖解就像圖 2-3：



圖 2-3 簡單 RDF 圖形表示法

值得注意的是，箭頭符號的方向是很重要的，弧總是由陳述式的主語指到陳述式的賓語。另外也可以多項描述屬性及值用於同一資源(如圖 2-4 所示)，我們說明如下：

- 資源 Resource(Subject)：<http://www.example.org/index.html >

- 屬性 Property(Predicate)：

  - <http://purl.org/dc/elements/1.1/creator > 指建置者

  - <http://www.example.org/terms/creation-date > 指建置日期

  - <http://purl.org/dc/elements/1.1/language > 指使用語言

- 賓語 Value(Object)：

  - <http://www.example.org/staffid/85740 > 指建置者識別號碼

  - <August 16,1999 > 日期，<en > 英文

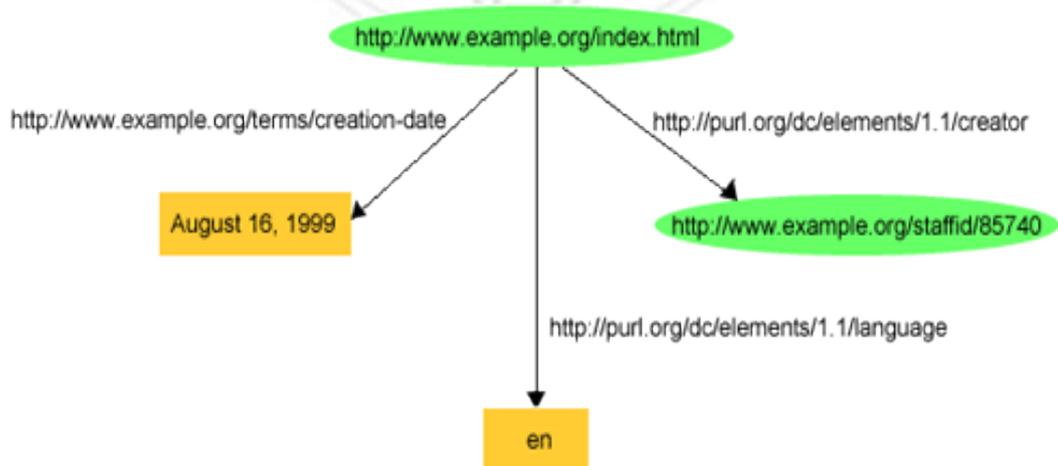


圖 2-4 RDF 多項描述模型(Manola and Miller，2004；曾國峰，2010)

物件	屬性	賓語
<http://www.example.org/index.html>	<http://purl.org/dc/elements/1.1/creator>	<http://www.example.org/staffid/85740>
<http://www.example.org/index.html>	<http://www.example.org/terms/creation-date>	August 16,1999
<http://www.example.org/index.html>	<http://purl.org/dc/elements/1.1/language>	en

圖 2-5 以三元組描述資源

以圖 2-4 為例，其敘述的三元組表示如圖 2-5 所示。此圖形範例如果讓人來看，可以很容易理解，但是以電腦的角度就完全看不懂了，因此，為了達成與其他電腦溝通的目的，我們還是必須將圖形轉換成電腦能夠理解的文字為基礎，建置成網頁，並引導電腦去網頁讀取相關訊息才行。文字的表示方式跟圖形顯示之順序相同(資源—屬性—值)，只是以文字取代模型圖上的節點與弧線，並顯示為「物件—屬性—值」，我們分別說明如下：

- 每一個物件就是一項資源，而每項資源都以更固定的統一資源標識符 (Uniform Resource Identifier, URI) 表示。
- 每項資源之間利用屬性連接，這項屬性即為資源間的關係。
- 最後的賓語，可以是另一項資源，也可以是一段文字描述。

為使知識本體語言標準化、規格化，W3C 在 2003 年發展推薦使用的知識本體描述語言，就是 OWL，其具備更明確詳述語意和關係的 XML 表達能力，能描述類別以及類別在網路文件應用上的繼承關係，而且比 RDFS 添加了更多對類別及屬性的描述詞彙，包括類別間的關係如分離

(Disjointedness)、基數如確切值(Exactly One)、相等、更多屬性的類型與特徵如對稱(Symmetry)以及列舉類別的數目等(Alesso and Smith, 2006; 葛慶柏, 2010), OWL 可被用來明確表示詞彙中屬性的涵義及屬性間的關係, 如圖 2-6 所示。

OWL 的描述功雖然能比 RDFS 還要強, 但並不是想要取而代之, 而是在加強 RDFS 的語法功能, 以擴展出更多類別與屬性的定義, 提供新的原則來定義類別與屬性的特性與限制(Breslin et al, 2009; 葛慶柏, 2010)。

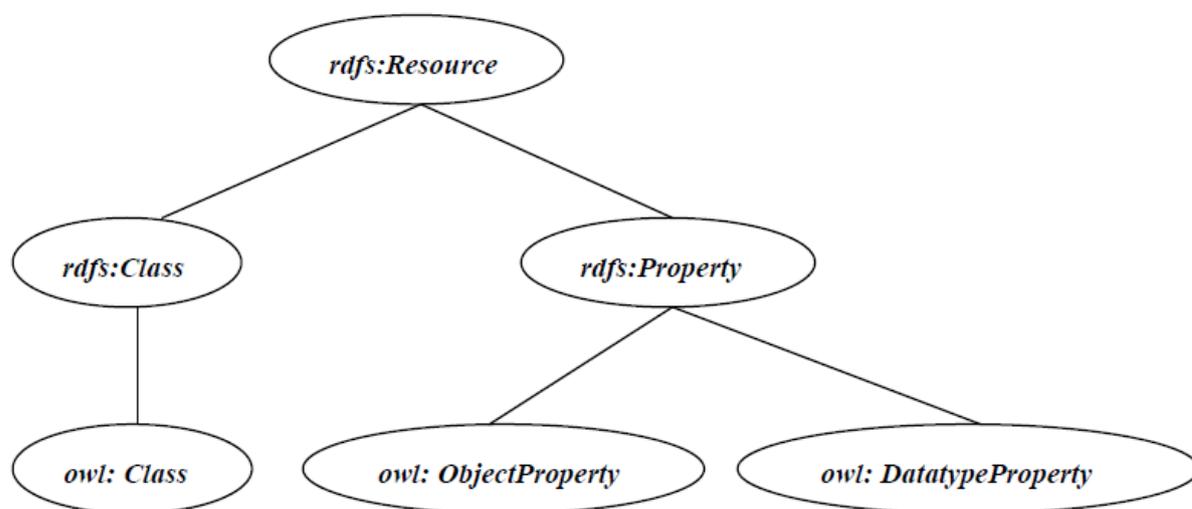


圖 2-6 顯示 OWL 與 RDFS 屬性間的關係(Alesso, 2006; 葛慶柏, 2010)

### 第三節 國小自然領域之動物教學課程

現行國民教育九年一貫課程分七大領域，其中，國小階段自然與生活科技領域由三年級實施至六年級，動物教學為其重要基礎課程之一。我們將在本節探討「九年一貫課程」及「自然與生活科技學習領域」。

#### 壹、九年一貫課程

教育部於 1997 年 4 月，依據行政院核定之「教育改革行動方案」，成立「國民中小學課程發展專案小組」，並於 1998 年 9 月公布「國民教育九年一貫課程」總綱。接著，1998 年 10 月成立「國民教育各學習領域綱要研修小組」，於總綱之下研訂國民教育各學習領域課程綱要、教學目標、能力指標和實施原則等細項，為實施九年一貫課程完成重要的一步。

教育部由 2003 年 1 月起陸續公布「國民中小學九年一貫課程綱要」(General Guidelines of Grades 1-9 Curriculum for Elementary and Junior High School Education)，揭櫫「國民教育之教育目的在透過人與自己、人與社會、人與自然等人性化、生活化、適性化、統整化與現代化之學習領域教育活動，傳授基本知識，養成終身學習能力，培養身心充分發展之活潑樂觀、合群互助、探究反思、恢弘前瞻、創造進取、與世界觀的健全國民。」強調自然、生活與人的重要關係，人不能獨活於世，必須

與自然和諧相處。為達成上述目標，九年一貫課程綱要訂定下列十大基本能力（教育部，2003）：

- 了解自我與發展潛能：充分了解自己的身體、能力、情緒、需求與個性，愛護自我，養成自省、自律的習慣、樂觀進取的態度及良好的品德；並能表現個人特質，積極開發自己的潛能，形成正確的價值觀。
- 欣賞、表現與創新：培養感受、想像、鑑賞、審美、表現與創造的能力，具有積極創新的精神，表現自我特質，提升日常生活的品質。
- 生涯規劃與終身學習：積極運用社會資源與個人潛能，使其適性發展，建立人生方向，並因應社會與環境變遷，培養終身學習的能力。
- 表達、溝通與分享：有效利用各種符號(例如語言、文字、聲音、動作、圖像或藝術等)和工具(例如各種媒體、科技等)，表達個人的思想或觀念、情感，善於傾聽與他人溝通，並能與他人分享不同的見解或資訊。
- 尊重、關懷與團隊合作：具有民主素養，包容不同意見，平等對待他人與各族群；尊重生命，積極主動關懷社會、環境與自然，並遵守法治與團體規範，發揮團隊合作的精神。
- 文化學習與國際了解：認識並尊重不同族群文化，了解與欣賞本國及世界各地歷史文化，並體認世界為一整體的地球村，培養相互依賴、

互信互助的世界觀。

- 規劃、組織與實踐：具備規劃、組織的能力，且能在日常生活中實踐，增強手腦並用、群策群力的做事方法，與積極服務人群與國家。
- 運用科技與資訊：正確、安全和有效地利用科技，蒐集、分析、研判、整合與運用資訊，提升學習效率與生活品質。
- 主動探索與研究：激發好奇心及觀察力，主動探索和發現問題，並積極運用所學的知能於生活中。
- 獨立思考與解決問題：養成獨立思考及反省的能力與習慣，有系統地研判問題，並能有效解決問題和衝突。

國民教育之教育目的強調人與自然之和諧共存，十大基本能力亦將「尊重生命」與「關懷環境與自然」明文列示，顯見對於地球自然環境的瞭解已是現代公民的基本能力。

## 貳、自然與生活科技學習領域

九年一貫課程綱要對學習領域定義為：為培養國民應具備之基本能力，國民教育階段之課程應以個體發展、社會文化及自然環境等三個面

表 2-1 各學習領域階段劃分情形(教育部，2003)

學習 領域	年級								
	一	二	三	四	五	六	七	八	九
語文	本國語文			本國語文			本國語文		
				英語			英語		
健康與體育	健康與體育			健康與體育			健康與體育		
社會	生活課程		社會		社會		社會		
藝術與人文			藝術與人文		藝術與人文		藝術與人文		
自然與生活 科技			自然與生活 科技		自然與生活 科技		自然與生活科 技		
數學	數學			數學			數學		
綜合活動	綜合活動		綜合活動		綜合活動		綜合活動		

向，提供語文、健康與體育、社會、藝術與人文、數學、自然與生活科技及綜合活動等七大學習領域 (教育部，2003)。各學習領域學習階段係參照該學習領域之知識結構及學習心理之連續發展原則而劃分，每一階段均有其能力指標。劃分情形如表 2-1 所示。

由表 2-1 可知，九年一貫課程將自然與生活科技學習領域分為四階段，

第一階段為一至二年級、第二階段為三至四年級、第三階段為五至六年級、第四階段為七至九年級，而由於一、二年級課程併入生活課程中，故單以自然與生活科技課程而言，只由三年級至九年級，共實施七年。

自然與生活科技學習領域主要內涵為：包含物質與能、生命世界、地球環境、生態保育、資訊科技等的學習、注重科學及科學研究知能，培養尊重生命、愛護環境的情操及善用科技與運用資訊等能力，並能實踐於日常生活中。

自然與生活科技學習領域基本理念為：人類觀察自然，並且研究各種現象變化的道理，於是產生科學；同時對其巧妙的運用，以適應環境、改善生活，於是乃有技術。自然、科學、技術此三者一脈相連，前後貫通，為構成本學習領域之三大支柱(國立編譯館，2009)。

自然與生活科技學習領域課程目標為：培養探索科學的興趣與熱忱，並養成主動學習的習慣；學習科學與技術的探究方法和基本知能，並能應用所學於當前和未來的生活；培養愛護環境、珍惜資源及尊重生命的態度；培養與人溝通表達、團隊合作及和諧相處的能力；培養獨立思考、解決問題的能力，並激發開展潛能；察覺和試探人與科技的互動關係。

自然與生活科技學習領域所培養之國民科學與科技素養，依其屬性和層次來分項，分成科學探究過程之心智運作能力的增進，科學概念與

技術的培養訓練，對科學本質之認識，了解科技如何創生與發展的過程，處事求真求實、感受科學之美與威力及喜愛探究之科學精神與態度，資訊統整、對事物能夠做推論與批判、解決問題等整合性的科學思維能力，應用科學探究方法、科學知識以處理問題的能力，以及如何運用個人與團體合作的創意來製作科技的產品等八項來陳述。

我們將自然與生活科技課程，學生在學習各階段所應習得與動物有關之能力指標說明如下：

- 第一階段(一、二年級)認識常見的動物：選定某一(或某一類)動物，做持續性的觀察、並學習登錄其間發生的大事件。察覺動物如何覓食、吃什麼、做什麼活動，成長時身體形態的改變等。
- 第二階段(三、四年級)認識動物生長：實地飼養一種小動物，並彼此交換經驗。知道陸生(或水生)動物外型特徵、運動方式，注意到如何去改善生活環境、調節飲食，來維護牠的健康。
- 第三階段(五、六年級)認識動物的生態：觀察動物形態及運動方式之特殊性及共通性。觀察動物如何保持體溫、覓食、生殖、傳遞訊息、從事社會性的行為及在棲息地調適生活等動物生態。知道動物卵生、胎生、育幼等繁殖行為，發現動物它們的子代與親代之間有相似性，但也有不同。藉著對動物的認識，自訂一些標準將動物分類。

各版本自然與生活科技學習領域教科書均經過教育部審定後才提供學校選用，因此，內容均能依照「國民中小學九年一貫課程綱要」編撰，應達成的分段能力指標亦設計於教學活動中。以達成教育目標而言，不論選用任何版本教科書對師生而言均無差異。然而，在教學現場的老師和學生以及家長卻深受困擾。就老師而言，換選不同版本教科書，即便暫時堪用，將來教師如果覺得該家出版社的教材在其他年段編得並不好的時候，若要再換選別家的，也會出現能力指標各種邏輯軸均呈混亂的窘境(黃隆民等，2003)；就學生與家長而言，以動物教學來說，因動物的種類太多，教學上不可能逐一介紹，也沒有一套簡要的通則能讓學生輕鬆理解動物各類的器官、構造、功能等資訊，若無一套能統整所有動物教學的系統，在面臨不得不換教科書版本的時候(如轉學)，學習將成為學生以及家長的夢靨。

「一綱多本」政策實施後，同年級各領域或學科可能採用不同的教科書版本，而造成課程銜接的困難；而學生轉學或轉換教育階段時，或學校在不同年級轉換教科書版本時，課程如何連貫也是個大問題(黃光雄，2007)。學童在面臨不同學習階段更換教科書版本的情形下，可能會出現教材內容是否需要銜接的問題。要更換教科書版本，不宜在各學習階段之間的年級進行更換；即學生在就讀四年級時，不宜更換教科書版本(可

在五年級時才更換教科書版本)(古智雄等，2006)。

九年一貫一綱多本教科書實施後所衍生的問題，我們歸納如下：教材版本更動太過頻繁，造成有些教材未教有些卻重複教；相同學習領域各版本教科書之間的難易度差異大；要求教師編補充教材或銜接課程，不易落實；轉學時教材銜接困難。而其解決策略可從幾方面著手：應以年段或學習領域選教科書，避免教材版本更動太過頻繁，造成有些教材未教，有些重複教；建立各領域基本共同的教材規範，可縮小各版本教科書間的難易度差異；宜以較大的行政區域選擇教科書，可減少轉學時教材銜接困難問題(蘇進茶，2006)。為解決課程銜接問題，教育部已經請國中小課程研發委員會研議，是否各領域均訂定「分年細目」或「分年教材大綱」，使各年級教科書內容重點儘量一致，解決學生轉學或學校更換版本的適應問題(教育部，2003)。

上述，九年一貫課程綱要實施後所衍生的問題對師生造成嚴重的困擾，政府及社會各階層也都聚焦在這些問題的解決上。在九年一貫課程對自然與生活科技學習領域的說明中，我們可以察知課程綱要對自然和生活科技這二方面的重視，不僅如此，在九年一貫課程綱要羅列的「重大議題」亦有資訊教育和環境教育。因此，本研究所探討與實作的動物實例以及應用資訊系統的查詢介面，此二者都是其中的重要元素。

### 第三章、系統分析與設計

在本章，我們描述國小自然與生活科技領域動物教學語意查詢系統之相關分析與設計，並呈現動物教學語意查詢之系統架構圖，以及其所使用之動物教學知識本體概念架構圖。

#### 第一節 系統架構

本文所開發的國民小學自然與生活科技領域動物教學語意查詢系統，其主要目的是提供適合任課教師、學生，以及家長使用的動物教學查詢輔助系統，協助教師容易取得相關動物教學資料以利定位學生的起點行為，並能因此而輕易進行備課之需求，學生及家長亦能使用本系統輔助學生學習。本系統亦可提供給國民中小學自然與生活科技課程任課教師教學活動內容編排之參考。本文所設計的動物教學語意查詢系統架構，如圖 3-1 所示。

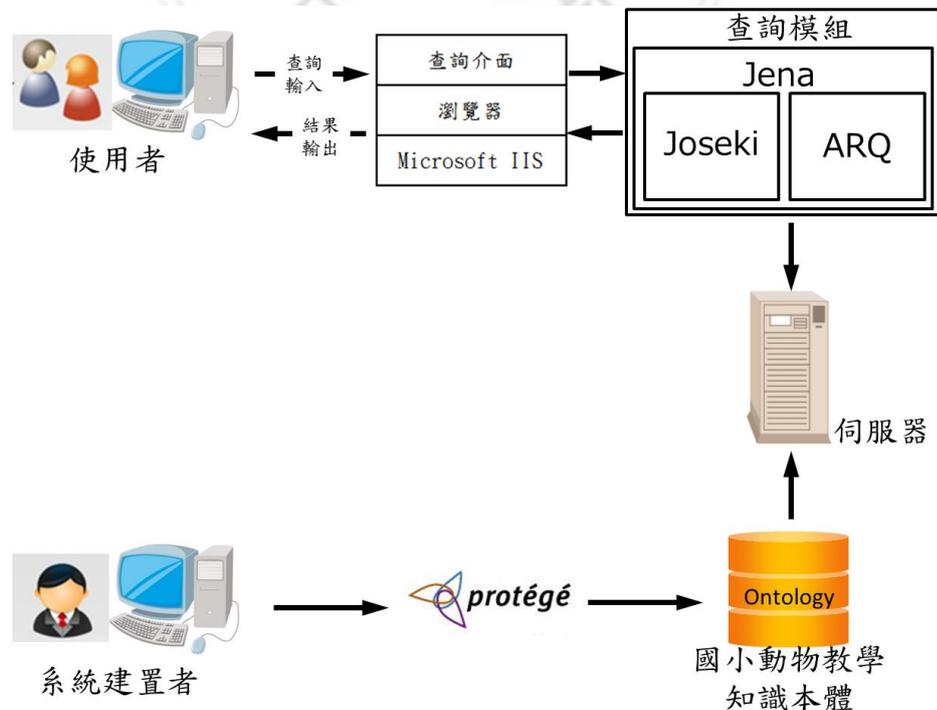


圖 3-1 國小動物教學語意查詢系統架構

系統主要部份是由三個元件所組成，包括：網頁表單查詢介面(Query Form Page Interface)、系統查詢模組(Query Module)、RDF/RDFS 知識本體。我們分別描述這三個元件如下：

1. RDF/RDFS 知識本體：此為本文描述動物教學的知識核心，我們使用 Protégé 程式建置完成，內容描述了各教科書版本有關動物的教學重點、動物與年級間的關係。此項知識本體在我們所開發的語意查詢系統啟動時即被載入，當使用者端給予查詢事件時，Jena API 就會對載入的 RDF 知識本體作內容上的搜尋處理，最後將其查詢之結果回傳至前端，以回應搜尋顯示之要求，將查詢結果顯示於使用者的瀏覽器端。
2. 網頁表單查詢介面：本系統的查詢方式是以 SPARQL 語意查詢指令為主，為了免去使用者學習 SPARQL 查詢語言的困擾，我們特別建置了使用者最常接觸，且簡單易用的網頁表單操作介面，將 SPARQL 查詢語言隱藏於其後，期使使用者能以最輕鬆的方式進行查詢操作。
3. 系統查詢模組：此部份的運用模組，共區分為以下三個部份：
  - Programmatic Environment for RDF(Jena)：是一個讓使用者可以存取 RDF 的環境，本文系統之建置即以 Jena API 來進行實作部份。它主要包含有解析、建立與搜尋 RDF 的相關模組，而所有的查詢模組元件都建立在這個 Jena API 之上。

- SPARQL Implementing Program(ARQ)：這是本系統用來實作 SPARQL 查詢 RDF 知識本體的函式庫。在目前眾多針對 SPARQL 所開發的程式當中，我們採用完成度較高，且比較相容於上述 Jena API 的 ARQ 來實作。
- RDF Server Program(Joseki)：是實作 SPARQL 在網路上使用所遵循之通訊協定伺服器程式。我們同樣採用較相容於 Jena API 的 Joseki 來進行系統實作，以提升效能。

## 第二節 動物知識本體之架構

現行國民小學自然與生活科技領域教材是以教育部公布之「九二課綱」為基礎所編輯，一百零二學年度送審合格共有「翰林版」、「康軒版」及「南一版」等三個版本（國立編譯館，2009）。本文所建置的國小動物教學知識本體，即以此三個版本教材中所列動物相關教學重點為目標，並將教學重點、動物名稱和年級之間建立關聯屬性。

我們先將系統中「國小動物教學」當作整件(Whole Object)，其下有「教科書版本」和「教學重點」二個部件(Part Object)，亦即「國小動物教學」由「教科書版本」和「教學重點」所組成，其聚合關係(Aggregation Relationship)，如圖 3-2 所示。在「教科書版本」的類別階層，我們以圖 3-3 表示。另外，再以「教學重點」為超類別(SuperClass)，其下設有「動物運動與行為」、「動

物特徵與構造」、「昆蟲類動物」和「動物的生活環境」等四個教學重點為其次類別(SubClass)；最後，以「動物的行為」為超類別(SuperClass)，其下再設「覓食行為」、「禦敵與避敵行為」、「求偶行為」、「繁殖行為」、「育幼行為」、「社會行為」等六項為其次類別(SubClass)，詳如圖 3-4 所示。在我們所設置的查詢系統中，就將各項教學重點作為「國小動物教學」的實例(Instance)或物件(Object)。在 RDF 中的資源必須加以描述才具實際意義，也就是經過描述的抽象概念會更加具體。以上述的教學重點言之，他們即是一群資源，但對於使用者而言，教學重點必與動物實例關聯才具實際意義，也才能讓使用者更清楚的理解其相互關係。因此，在每個教學重點項下列出出現過的相關動物，並以 default:names 作為教學重點與動物名稱之間的關聯屬性。

我們以國民小學自然與生活科技領域教材中動物實例來說明，例如：南一版教學重點「動物的生活環境」之下，共有「台灣藍鵲」和「台北樹蛙」等 44 個動物實例，本文收錄三個版本動物實例共 238 種，康軒版教學重點之動物實例有綠繡眼等 172 種，詳如表 3-1，翰林版教學重點之動物實例有鱷魚等 221 種，詳如表 3-2，南一版教學重點之動物實例有台灣藍鵲等 206 種，詳如表 3-3。為使電腦能對使用者詮釋這兩者間的關係與意義，我們利用教學重點與動物名稱三元組關係來呈現。

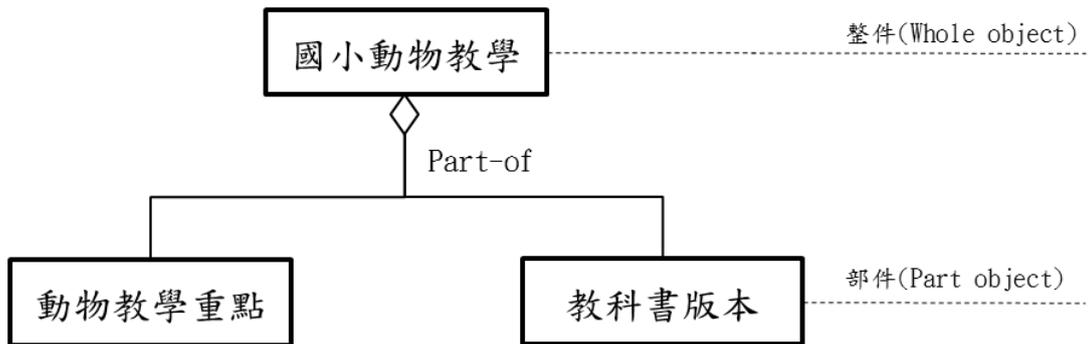


圖 3-2 國小動物教學與教科書版本及教學重點之聚合關係

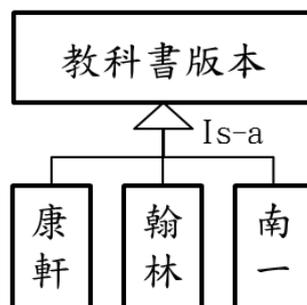


圖 3-3 教科書版本與各出版商之類別階層關係(陳科富，2010)

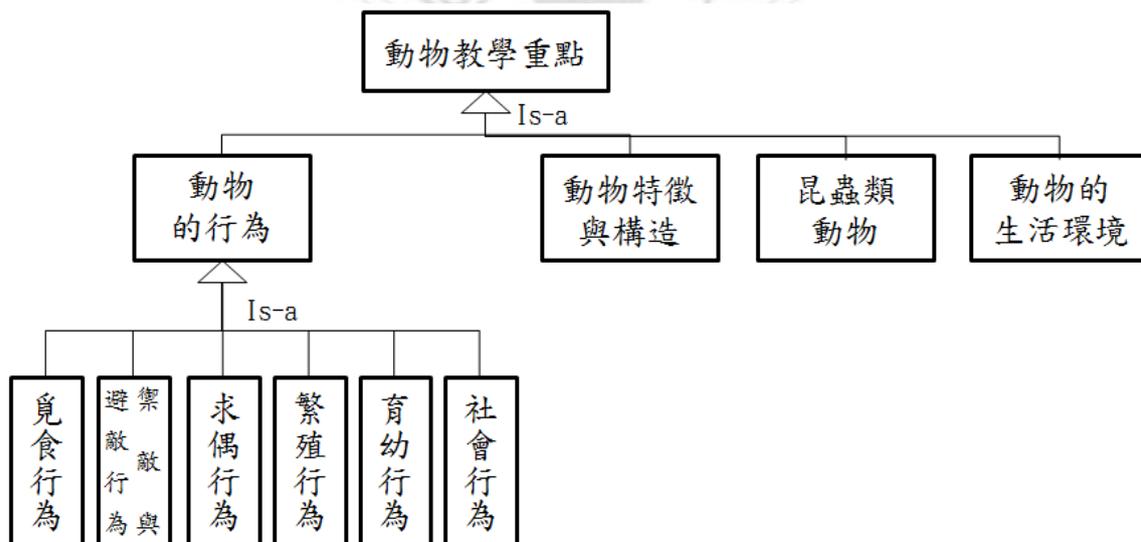


圖 3-4 動物教學重點及其子類別之階層關係

表 3-1 康軒版教學重點之動物實例

教學重點	動物實例(Instance)
覓食行為	蝙蝠、蝗蟲、蜜蜂、冀金龜、蝴蝶、螳螂、竹節蟲、鍬形蟲、蟬、蜘蛛、蚊子、翠鳥、蜥蜴、狼、麻雀。
禦敵與避敵行為	枯葉蝶、青蛙、蝸牛、天蛾、蟾蜍、蝗蟲、金龜子、黃長腳蜂、椿象、穿山甲、壁虎、瓢蟲、河豚。
求偶行為	蟋蟀。
繁殖行為	蜻蜓、樺斑蝶、人類、狗、鼠、鴨子、綠蠹龜、蠶蛾、雞、貓、金魚、海龜、蝴蝶、大象、大肚魚。
育幼行為	冀金龜、捲葉象鼻蟲、狗、綠繡眼、袋鼠。
社會行為	螞蟻、猴子。
動物的特徵與構造	羊、狗、鴿子、麻雀、雞、兔子、牛、貓、鴨子、松鼠、海豚、蝸牛、蜘蛛、蜈蚣、蛇、鳥、蝴蝶、蜥蜴、章魚、蜻蜓、藍鯨、非洲象、長頸鹿、乳牛、白鷺鷥、大肚魚、蝙蝠、螃蟹、烏龜、魚、水黽、青蛙、螺、蝌蚪、蝦子、蝗蟲、螞蟻、蒼蠅、蚯蚓、蟋蟀、鍬形蟲、金龜子、紅娘華、蝨斯、馬陸、蠶蛾、螳螂、紋白蝶、樺斑蝶、無尾鳳蝶、蚊子、螳螂、獨角仙、金魚、泥鰱、猴子、海龜、白頭翁、紅嘴鷗、翠鳥、小水鴨、狼、大象、老虎、青背山雀、台北樹蛙、楚南氏山椒魚、紅星斑蛺蝶、梅花鹿、駱駝、企鵝、海豹、彈塗魚、招潮蟹。
昆蟲類動物	蝗蟲、螞蟻、蜻蜓、蒼蠅、蝴蝶、蟋蟀、鍬形蟲、金龜子、紅娘華、蝨斯。
動物的生活環境	螃蟹、烏龜、魚、水黽、青蛙、螺、蝌蚪、蝦子、蝗蟲、蜜蜂、瓢蟲、蟬、螞蟻、蚊子、蠶蛾、牛、狗、蛇、北極熊、企鵝、小水鴨、青背山雀、台北樹蛙、楚南氏山椒魚、紅星斑蛺蝶、梅花鹿、駱駝、海豹、彈塗魚、招潮蟹、紅火蟻、美國螯蝦、福壽螺、珊瑚、台灣獼猴。

表 3-2 翰林版教學重點之動物實例

教學重點	動物實例(Instance)
覓食行為	長腳家蟻、豆芫菁、蒼蠅、蜜蜂、鳳頭燕鷗、長圓金蛛、棕熊、樺斑蝶、鯨鯊、翠鳥、蜂鳥、草蜥、長頸鹿、馬、黑面琵鷺。
禦敵與避敵行為	竹節蟲、枯葉蝶、枯葉蛾、象鼻蟲、食蚜蠅、黃腹鹿子蛾、鳳蝶幼蟲、夾竹桃天蛾幼蟲、波紋小灰蝶、蛇目蝶、莫氏樹蛙、紋白蝶幼蟲、沙氏變色蜥、獵豹、裂腹蛛、澤蛙。
求偶行為	黃緣螢、紅鶴、腹斑蛙、企鵝、羚羊、孔雀、紋白蝶、諸羅樹蛙、扁鍬形蟲、鴛鴦、皇帝企鵝。
繁殖行為	黃金獵犬、箱龜、水雉、黃瓢蟲、梭德氏赤蛙、人類、鼠、非洲象、瓶鼻海豚、鴨子、狗、雞、蚯蚓、金魚、柴犬、人面蜘蛛、貓、鼎脈蜻蜓、兔子、皇帝企鵝。
育幼行為	無尾熊、紅頭山雀、猴子、袋鼠、綿羊、鸞鵲、人類、企鵝、皇帝企鵝。
社會行為	螞蟻、蜜蜂、台灣獼猴、狒狒、猩猩、獅子。
動物的特徵與構造	蛇、馬、袋鼠、鳥、蜈蚣、魚、青蛙、鴨子、牛、麻雀、白鷺鷥、蜥蜴、螳螂、螞蟻、蜘蛛、蜻蜓、狗、蝸牛、蝙蝠、白鯨、人類、鱷魚、駝鳥、企鵝、兔子、雞、蝴蝶、蚊子、蝦子、章魚、旗魚、獵豹、游隼、軍艦鳥、蒼蠅、貓、蚯蚓、綿羊、猴子、鴿子、烏龜、水黽、蝌蚪、紅娘華、螺、螃蟹、瓢蟲、天牛、蜜蜂、福壽螺、燕子、虎頭蜂、鍬形蟲、蝗蟲、大鳳蝶、金魚、飛魚、褐長腳蜂、柴犬、黑脈樺斑蝶、人面蜘蛛、壁虎、鱗趾虎、腹斑蛙、北極兔、沙漠野兔。
昆蟲類動物	螞蟻、蝴蝶、瓢蟲、天牛、蜜蜂、蜻蜓、虎頭蜂、竹節蟲、獨角仙、長腳家蟻、豆芫菁、紋白蝶、大鳳蝶、蒼蠅、枯葉蝶、枯葉蛾、象鼻蟲、食蚜蠅、黃腹鹿子蛾、鳳蝶幼蟲、夾竹桃天蛾幼蟲、波紋小灰蝶、蛇目蝶、鍬形蟲、蚊子、蝗蟲。
動物的生活環境	魚、青蛙、鴨子、牛、麻雀、白鷺鷥、蜥蜴、螳螂、螞蟻、金龜子、蜜蜂、蝴蝶、大肚魚、蝦子、白腹秧雞、貢德氏赤蛙、泥鰱、蓋斑鬥魚、紅冠水雞、田螺、鯽魚、拉氏清溪蟹、小丑魚、海龜、龍蝦、竹節蟲、蜻蜓、獨角仙、紋白蝶、大鳳蝶、瓢蟲、樁象、海豚、海星、水母、海葵、珊瑚、赤尾青竹絲、黑面琵鷺、莫氏樹蛙、台灣獼猴、招潮蟹、彈塗魚、灰面鷺、紅尾伯勞、櫻花鉤吻鮭、金翼白眉、楚南氏山椒魚、長鬃山羊、企鵝、紅火蟻、美國螯蝦、琵琶鼠魚、福壽螺、海豹、北極熊、紅毛猩猩、北極兔、沙漠野兔、小水鴨、寬尾鳳蝶。

表 3-3 南一版教學重點之動物實例

教學重點	動物實例(Instance)
覓食行為	螳螂、瓢蟲、蜜蜂、獨角仙、蜘蛛、松鼠、老鷹、熊、獅子、啄木鳥、蜂鳥。
禦敵與避敵行為	台灣黑熊、斑馬、獅子、竹節蟲、金龜子、壁虎、皇蛾、瓢蟲、椿象、蜂鳥。
求偶行為	鍬形蟲、台灣黃綠螢、諸羅樹蛙、四角招潮蟹、孔雀、五色鳥、莫氏樹蛙。
繁殖行為	黃裳鳳蝶、長腳蜂、粉紅鸚嘴、螞蟻、雞、人類、狗、鴨子、豬、牛、松鼠、貓、金魚、黑天鵝。
育幼行為	拉氏清溪蟹、長腳蜂、粉紅鸚嘴、螞蟻、人類、紅頭啄木鳥、牛、袋鼠、鴨子。
社會行為	螞蟻、黑猩猩。
動物的特徵與構造	麻雀、大肚魚、蜻蜓、山羊、瓢蟲、赤星椿象、無尾鳳蝶、斯文豪氏攀蜥、赤腹松鼠、大卷尾、黑眶蟾蜍、長毛臘腸狗、金魚、狗、白鷺鷥、蝸牛、台灣黃蝶、蝴蝶、魚、螞蟻、黃牛、蚯蚓、台灣藍鵲、台北樹蛙、台灣獼猴、燕子、蟾蜍、蝌蚪、鯉魚、樺斑蝶、台灣馬口魚、馬、兔子、袋鼠、鳥、蝙蝠、粗鉤春蜓、綠頭鴨、水黽、台灣石鮒、鴿子、蝦子、蛇、灰面鵟鷹、虎皮蛙、台灣黑熊、貓、海鷗、人類、小丑魚、青蛙、鴨子、豬、松鼠、貝、螺、章魚、烏賊、蛞蝓、九孔、子子、文蛤、蓋斑鬥魚、澤蛙、錐實螺、秀麗白蝦、莫氏樹蛙、龍蝨、霧臺澤蟹、紅娘華、拉氏清溪蟹、珠頸斑鳩、紅姬緣椿象、獨角仙、青帶鳳蝶、蟬、六條瓢蟲、人面蜘蛛、蜜蜂、柑橘鳳蝶、蝗蟲、螳螂、蟋蟀、蚊子、蜈蚣、雞、牛、蜂鳥。
昆蟲類動物	紅姬緣椿象、螞蟻、樺斑蝶、獨角仙、青帶鳳蝶、蟬、六條瓢蟲、蜻蜓、蝴蝶、蜜蜂、柑橘鳳蝶、蝗蟲、水黽、螳螂、蟋蟀、紋白蝶、蠶蛾、黃裳鳳蝶、鍬形蟲、蚊子、蒼蠅。
動物的生活環境	台灣藍鵲、台北樹蛙、台灣獼猴、燕子、蟾蜍、蝌蚪、鯉魚、狗、樺斑蝶、台灣馬口魚、馬、兔子、袋鼠、鳥、蝙蝠、粗鉤春蜓、珊瑚、小丑魚、彈塗魚、魚、蝦子、貝、大肚魚、鯉魚、子子、文蛤、蓋斑鬥魚、澤蛙、錐實螺、秀麗白蝦、莫氏樹蛙蝌蚪、龍蝨、水黽、霧臺澤蟹、紅娘華、網紋招潮蟹、清白招潮蟹、台灣招潮蟹、拉氏清溪蟹、紋白蝶、蠶蛾、蟋蟀、獨角仙、黑猩猩。

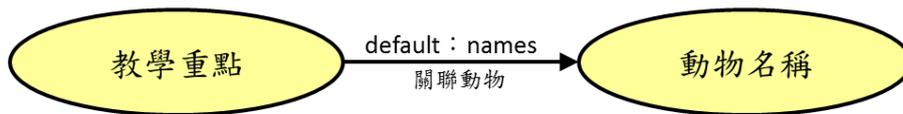


圖 3-5 教學重點與動物名稱三元組關係

RDF 三元組是以「物件—屬性—值」的描述方式，藉由屬性將資源指向另一個資源或是一段描述文字，以將資源的意義與使用的範圍予以具體化。以本文研究之教學重點中的動物實例而言，我們要以三元組關係來解釋其意涵。亦即，國小動物教學之教學重點「根」是一個被描述的資源，其所屬的項目(動物名稱)就可以指向另一個資源或是一段描述文字來敘述，而成為三元組的值，存在其間的關連以物件屬性來連結，在此使用 default:names(關聯動物)來連結教學重點與動物名稱。這樣的表示方式，如圖 3-5 所示。我們以國小動物教學之教學重點「動物的生活環境」為例，其物件屬性為關聯動物，屬性的值有「台灣藍鵲」、「台北樹蛙」和「台灣獼猴」等等。如圖 3-6 所示。

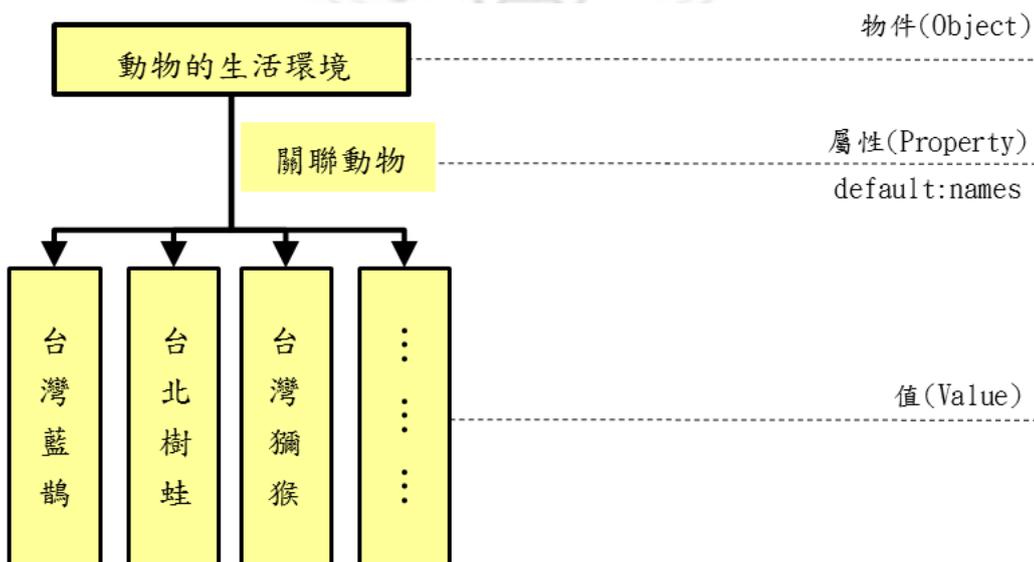


圖 3-6 教學重點與動物名稱之關係

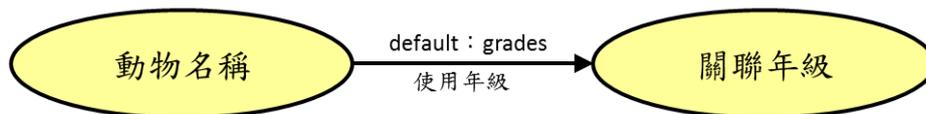


圖 3-7 動物名稱與關聯年級三元組關係圖

在建構各教科書版本到各動物名稱之間的關聯概念之後，我們為各項動物名稱標註關聯年級，此將以國民小學自然與生活科技領域各版本教科書內所述及動物實例作為建構的依據。如前文所述，我們將各項動物實例作為 RDF 三元組當中被描述的資源。因此，關聯年級即成為用來描述的資源或文字，在動物名稱與關聯年級中以一個物件屬性 default: grades(使用年級)建立其關聯屬性，如圖 3-7 所示。我們以國小動物教學之教學重點「動物的特徵與構造」的動物實例「蝸牛」為例，康軒版六年級並未實際討論該動物，故其所關聯之年級為「三年級」、「四年級」與「五年級」等三項，其階層關係如圖 3-8 所示。在系統實作時康軒版、翰林版和南一版並不一定在同樣的年級討論到蝸牛。所以，我們仍分別列出，如表 3-4 所示；另外，現行的版本中，南一版六年級以及翰林版五年級的自然領域教科書，並沒有安排動物的教學單元。

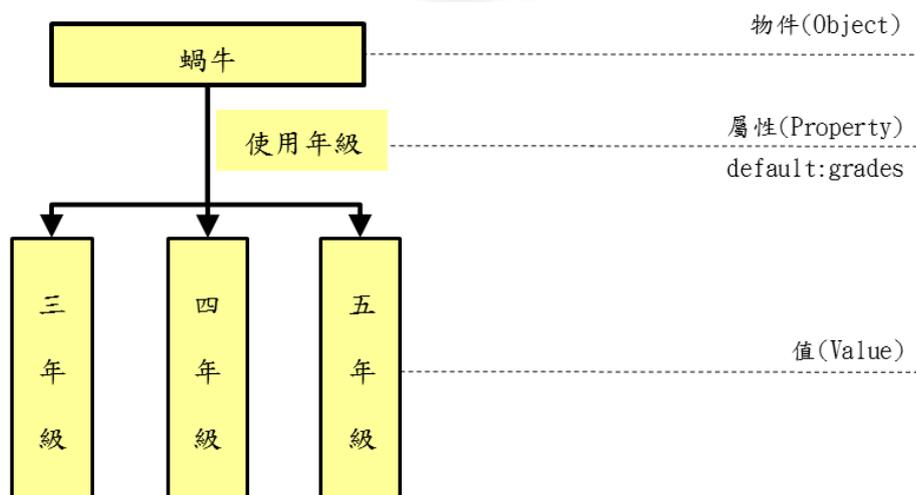


圖 3-8 動物名稱與關聯年級之階層關係實例

表 3-4 蝸牛之版本與關聯年級

動物名稱	版本與關聯年級
蝸牛	康軒版_三年級、康軒版_四年級、康軒版_五年級、 翰林版_三年級、翰林版_四年級、翰林版_六年級、 南一版_三年級、南一版_四年級。

依前述之教科書版本、教學重點、關聯動物及為各教學重點與動物名稱註解的三元組關聯，我們可以描繪出完整的知識本體概念關聯圖，如圖 3-9 所示。在圖 3-9 中之「國小動物教學」為整件(Whole Object)，「教科書版本」和「教學重點」是部件(Part Object)；再以「教學重點」為父類別(SuperClass)，在其下一層的四個子類別(SubClass)分別為：「動物的行為」、「動物特徵與構造」、「昆蟲類動物」和「動物的生活環境」；最後，在「動物運動與行為」之下則列出多個可以實際表示該次類別的實例(Instance)或物件(Object)：「覓食行為」、「禦敵與避敵行為」、「求偶行為」、「繁殖行為」、「育幼行為」以及「社會行為」共六項。這些實例(Instance)就是 RDF/S 的資源，再透過物件屬性 default:names(關聯動物)來將其與各動物名稱如「台灣藍鵲」、「台北樹蛙」、「台灣獼猴」、「燕子」、「蟾蜍」等實例關聯。

本文運用三元組的概念，把每個物件(或實例)作為需要註解之資源，並加上屬性關聯 default:names(關聯動物)來描述其具體意涵(動物名稱)；在這些連結的值(動物名稱)中，又當作另外需要註解之資源或物件(動物名稱)，並為其加上屬性 default:grades(使用年級)連結其值(關聯年級)。「教科書版本」之下則列出「翰林」、「康軒」和「南一」三個教科書出版商為其次類別(SubClass)。

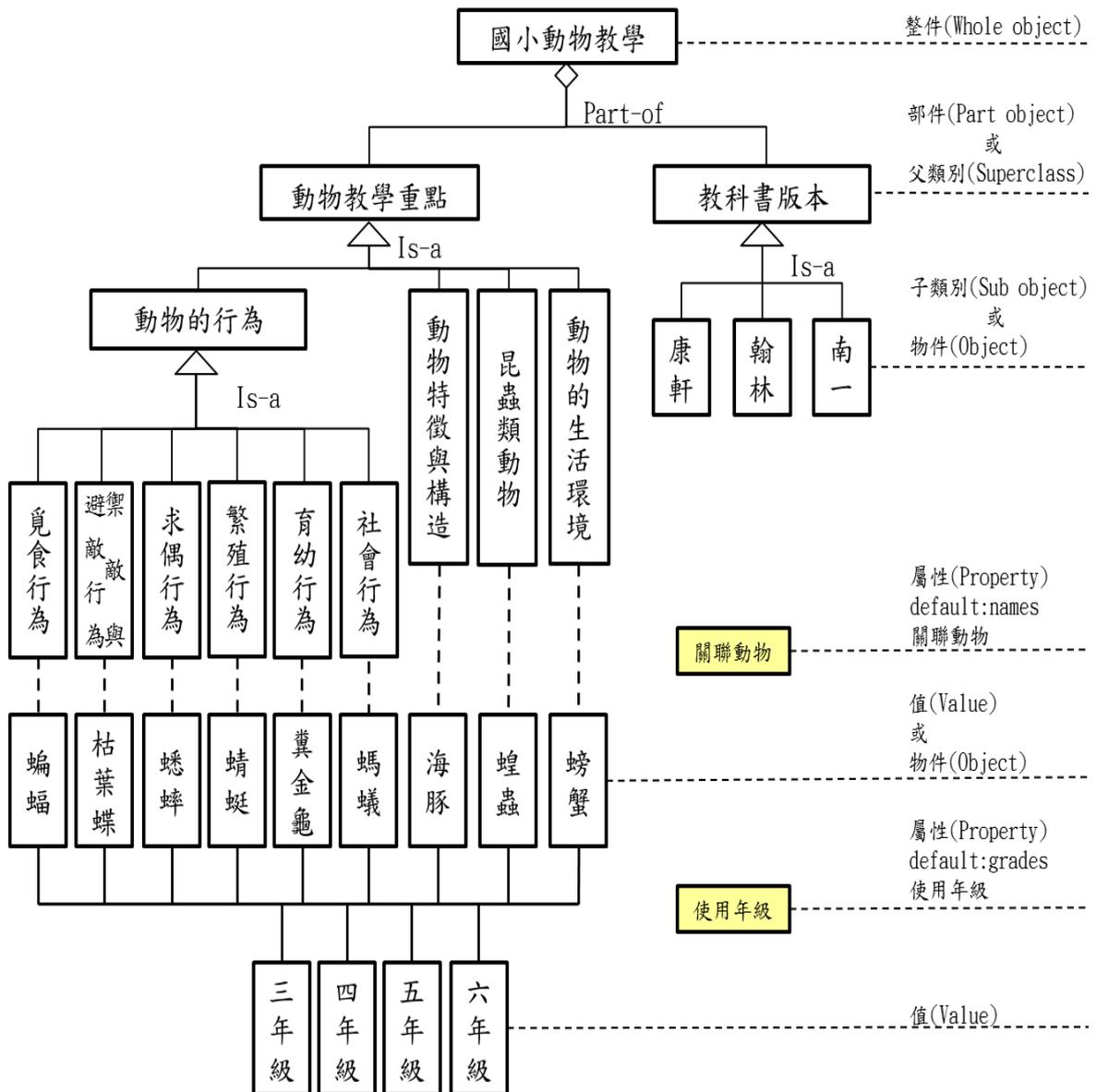


圖 3-9 國小動物教學知識本體架構

## 第四章、系統實作

在本章，我們介紹本文所開發的語意查詢系統所需之工具，以及建置系統之詳細流程，包括：建置動物教學知識本體、建置查詢系統運作環境、開發網頁表單查詢介面，以及系統實作與測試。我們使用 Protégé 程式來建立系統所需之知識本體，Joseki 等相關套件建置 RDF 查詢服務伺服器，並以 Microsoft Visual Web Developer 開發使用者網路查詢表單介面，將查詢之指令隱藏而改以網頁表單點選方式代替指令查詢，以降低系統使用者操作門檻，開發流程如圖 4-1 所示。

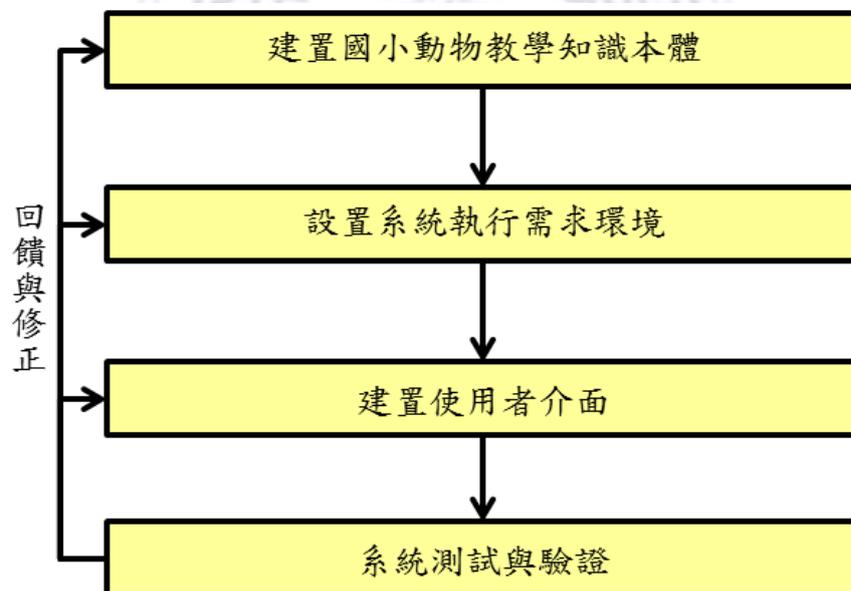


圖 4-1 系統實作流程

## 第一節 系統建置開發環境與工具

表 4-1 列出本系統所建置之環境及工具，我們將各程式的來源及用途說明如下：

- **Protégé 3.4.1** (<http://protege.stanford.edu/>)：Protégé 程式是由史丹佛大學 (Leland Stanford Junior University) 醫學院生物信息研究中心基於 Java 語言開發的本體編輯和知識獲取軟件，或者說是本體開發工具。這個軟件主要用於語義網中本體的構建，是語義網中本體構建的核心開發工具，現在的最新版本為 4.3 版本，但經過多方嘗試，發現還是 3.4.1 版本較為穩定，因此還是決定使用此版本。
- **Jena** (<http://jena.sourceforge.net/>)：是由 HP Labs Semantic Web Programme 所開發，這是一套建立語意網架構的軟體程式。它支援 RDF(S)、OWL、SPARQL 所需要的建構環境，其中包括了 RDF 和 OWL 的應用程式介面，以及讀取及寫入 RDF 檔案的能力，並且擁有 SPARQL 的查詢引擎。
- **ARQ** (<http://jena.sourceforge.net/>)：這是一套支援 Jena 所設計的 RDF 查詢引擎，包含 SPARQL、RDQL 及 ARQ 自有語法等三種查詢語法，可支援進行本機及遠端查詢工作。
- **Joseki** (<http://www.joseki.org/>)：它是一個 Jena 的 SPARQL 伺服器程式，

使用 ARQ 及 SPARQL 通訊協定來提供服務。本系統的查詢系統就是  
以它做為 RDF 查詢伺服器。

- **Adobe Dreamweaver CS4**：Adobe Dreamweaver(前稱 Macromedia Dreamweaver)是 Adobe 公司的著名網站開發工具，用於設計網頁與網路應用程式的專業編輯軟體。可以使用視覺化的方式進行 Web 應用程式及資料庫開發設計。本系統之實作即以此為開發所需之網頁表單查詢介面。

表 4-1 查詢系統開發工具及其應用範圍

系統運作環境項目	開發工具	應用範圍
開發環境	Windows XP	作業系統
	Microsoft .Net Framework 3.5	網路系統開發環境
知識本體系統	Protégé 3.4.1	動物教學實例知識本體建置
查詢介面系統	Adobe Dreamweaver CS4	使用者操作介面開發
伺服器端	Jena 2.10.0	語意網開發工具集
	ARQ 2.6.0	RDF(S)推論引擎
	Joseki 3.3.0	RDF 查詢伺服器

## 第二節 建置動物教學實例知識本體

在本文，我們使用 Protégé 3.4.1 程式建立查詢系統之動物教學實例知識本體，其建構步驟簡述如下：

- 一、滑鼠雙擊開啟 Protégé 3.4.1 後，點選開啟新專案 (New Project)，如圖 4-2 所示。
- 二、在開啟新專案 (New Project) 的視窗選擇使用 OWL/RDF Files 後，直接點選 Finish，如圖 4-3 所示。
- 三、進入 Protégé 3.4.1 之工作視窗，使用者介面如圖 4-4 所示。茲將其工作視窗分別簡介如下：
  - Metadata：設定知識本體的統一資源標識符 (URI)，命名空間 (namespace) 等相關設定。因本文未使用自訂前置詞 (Prefix)，故無須建置新的命名空間，也無須使用此工作視窗。
  - OWL Classes：設定知識本體的類別。
  - Properties：設定知識本體的類別之間的屬性。
  - Individuals：設定知識本體類別中所屬的實例。

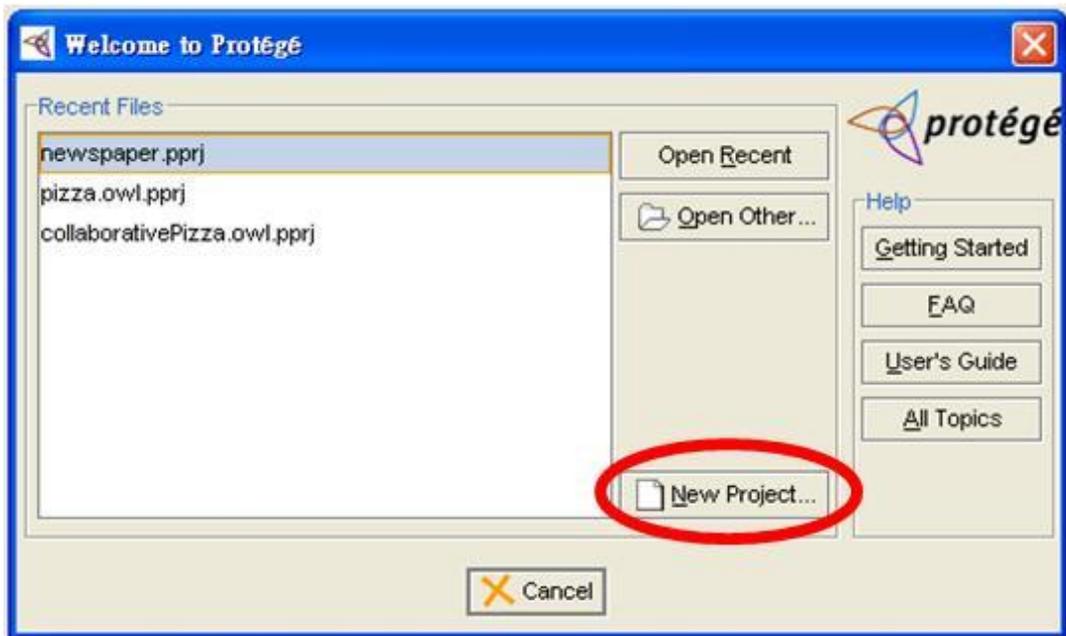


圖 4-2 開啟 Protégé 3.4.1 新專案

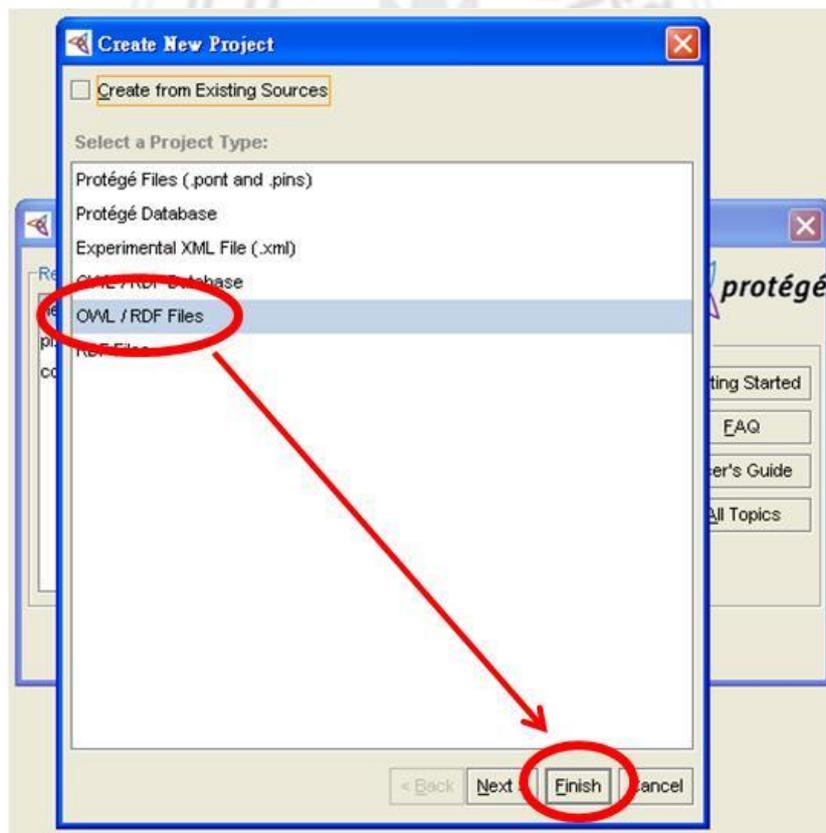


圖 4-3 選擇使用 OWL/RDF Files

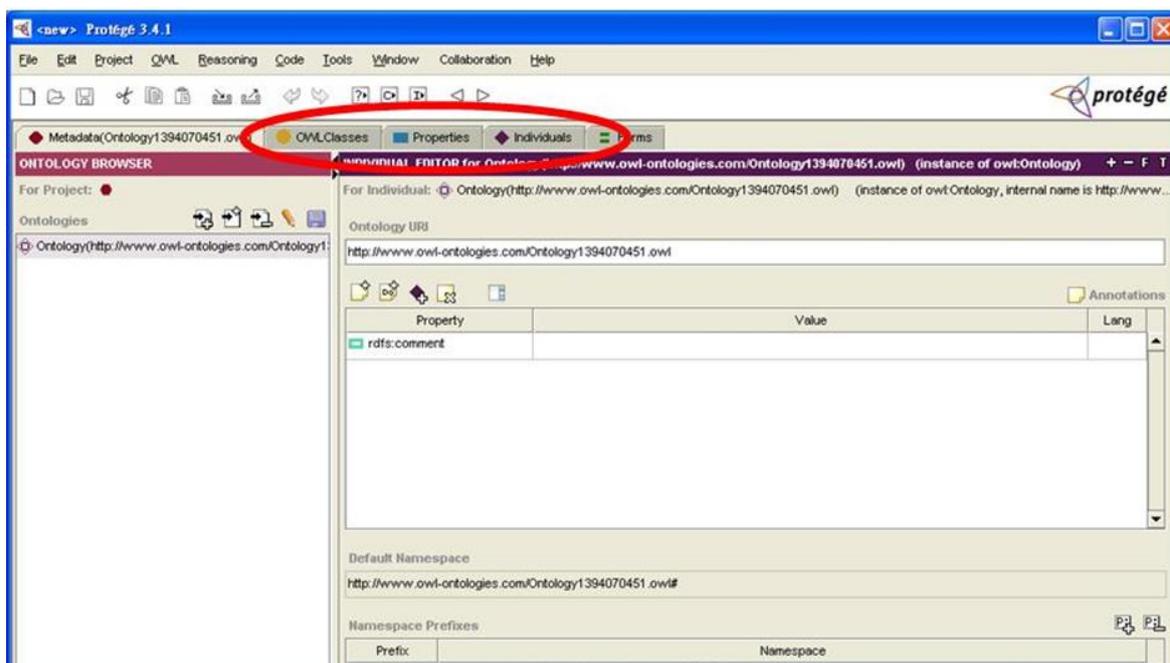


圖 4-4 Protégé 3.4.1 預設工作視窗介面

## 壹、建立類別（OWL Classes）

接下來我們以前一章所描述之知識本體概念為依據，使 Protégé 3.4.1 建立國小動物教學實例知識本體，且為使系統查詢速度加快，提升效能，我們將整體架構扁平化（蔣冠倫，2009）。首先，我們建立類別與次類別，點選「OWL Classes」標籤進入類別工作視窗，並新增類別，「國小動物教學」、「動物名稱」、「關聯年級」等三個類別，並在「國小動物教學」下建立「教學重點」和「教科書版本」；「教學重點」之下建立「動物的行為」、「動物的特徵與構造」、「昆蟲類動物」、「動物生活環境」；「教科書版本」之下則建立「康軒版」、「翰林版」和「南一版」等三個次類別，建置結果如圖 4-5 所示。

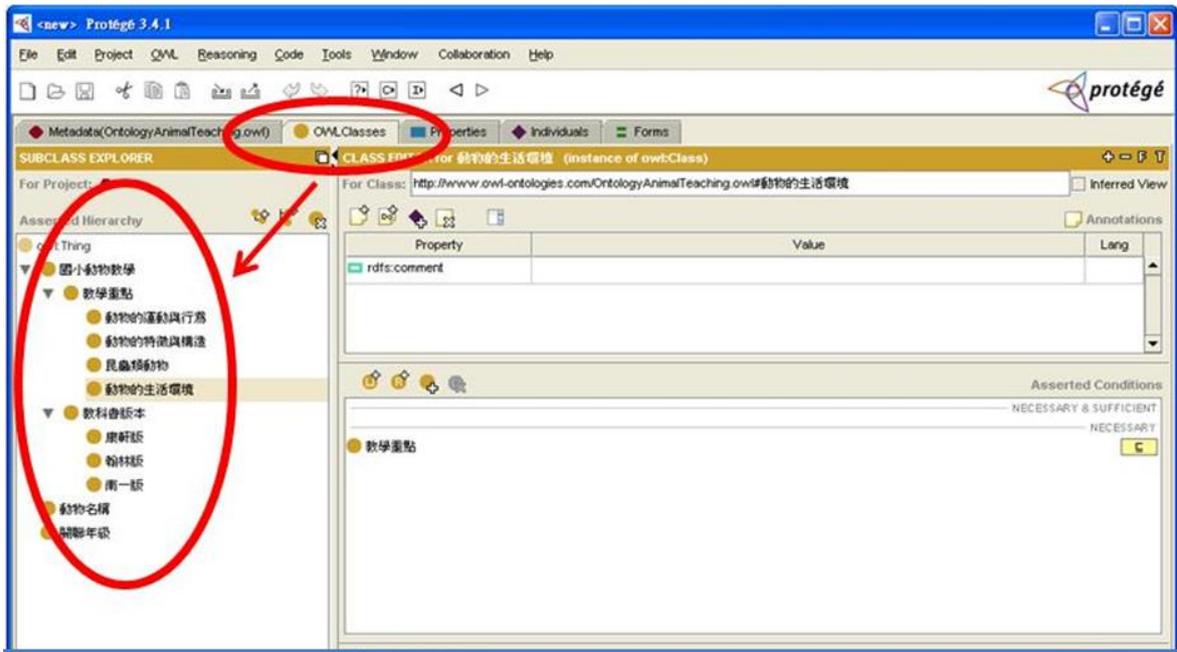


圖 4-5 使用 Protégé 3.4.1 建立類別與次類別

## 貳、建立屬性(Properties)

接著我們點選 Properties 標籤，將畫面切換到屬性工作區，在左方 Properties Browser(屬性瀏覽器)內繼續選擇 Object(物件)標籤，在工作視窗內建立 names 及 grades 兩個物件屬性(Object Properties)，如圖 4-6 所示。而這兩項屬性的使用 Domain(領域)及使用 Range(範圍)，我們將列於表 4-2 來分別說明。

表 4-2 物件屬性的使用領域及範圍

物件屬性(Property)	領域(Domain)	範圍(Range)
names	教學重點	動物名稱
grades	動物名稱	關聯年級

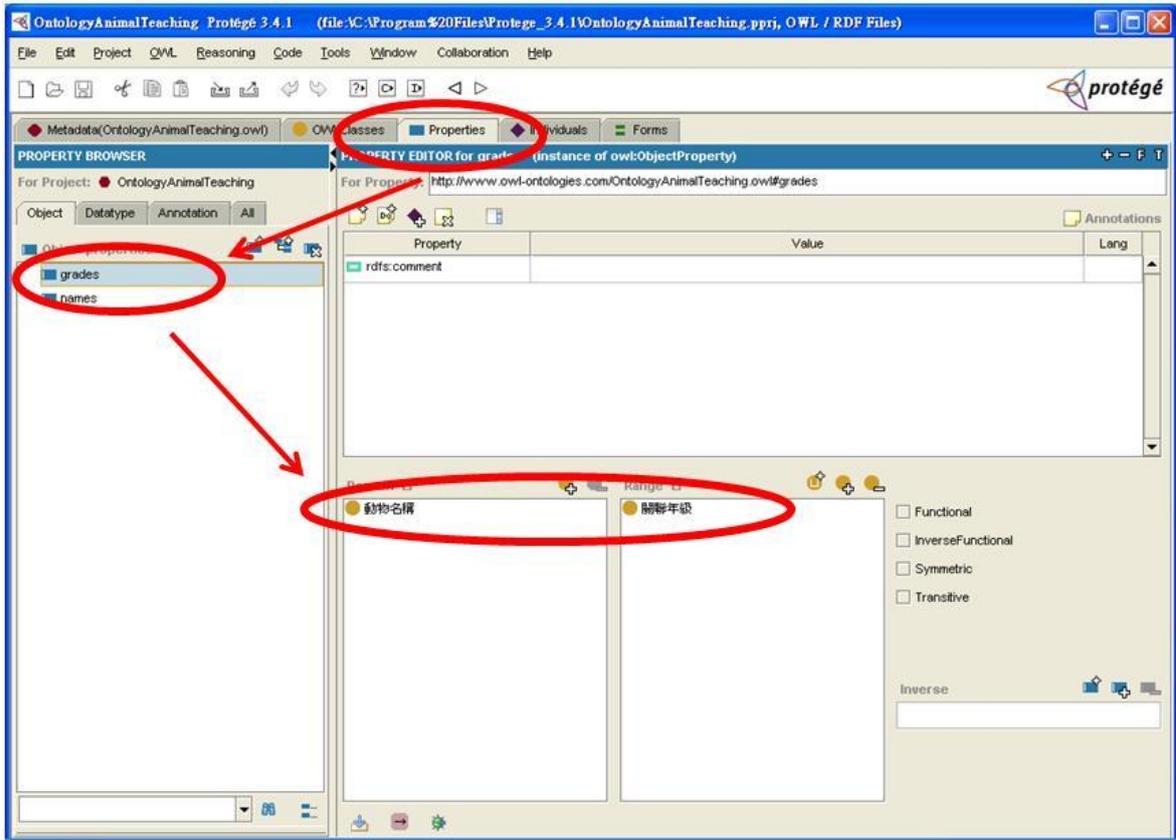


圖 4-6 使用 Protégé 3.4.1 建立物件屬性

### 參、建立實例(Individuals)

我們點選 Individuals 標籤進入工作區，在此工作區共分為三個區塊，從左至右依序為 Class Browser(類別瀏覽器)、Instance Browser(例子瀏覽器)及 Individual editor(實例編輯器)。操作方式依序為：在類別瀏覽器中選取要加入實例的類別；接著在例子瀏覽器中建立例子(Create instance)；最後，在實例編輯器中修改例子的屬性。整個操作介面如圖 4-7 所示。

接著，我們將所有動物實例，約 200 餘個實例建立於「動物名稱」類別中，「關聯年級」內則建立「康軒版」、「翰林版」、「南一版」3-6 年級共 12 個實例、「教學重點」內建立「動物的生活環境」等 3 個實例及

「動物的行為」內包括「覓食行為」等六個實例。並為「教學重點」下的實例加上 names 屬性(如圖 4-7),「動物名稱」下的實例加上 grades 屬性(如圖 4-8)。

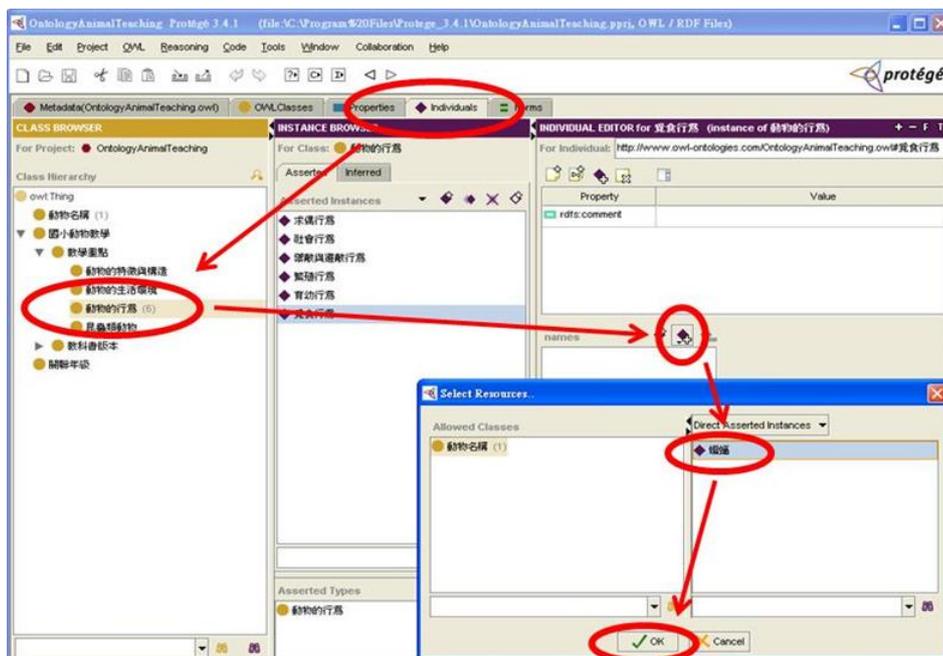


圖 4-7 使用 Protégé 3.4.1 建立 names 屬性關係

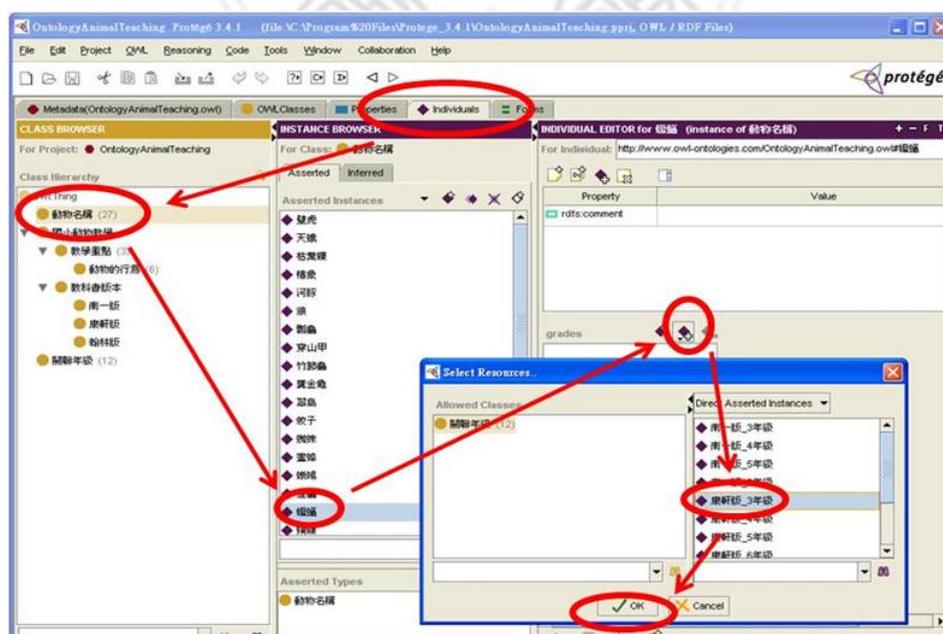


圖 4-8 使用 Protégé 3.4.1 建立 grades 屬性關係

### 第三節 建置查詢服務

本文以 joseki 網站(<http://www.joseki.org/>)所提供的 joseki 套件來建置查詢服務，Joseki3.3.0 版中包含了 Jena 及 ARQ 兩個套件所需要的運作元件，我們只須下載 Joseki3.3.0 並安裝，就可以使用整組軟體的服務，其建置操作步驟如下：

- 一、安裝 joseki：將已下載 joseki-3.3.0 解壓縮為 c:\joseki。
- 二、使用命令提示字元視窗設定環境變數：先進入 joseki 目錄，定義 JOSEKIROOT：JOSEKIROOT=c:\joseki，如圖 4-9。為免去每次開機都重複此一動作，我們將環境變數加入電腦系統中，使其開機自動執行。
- 三、執行環境設定：bin\joseki\_path。
- 四、運行 server：bin\rdfserver，如圖 4-10。如果運行無誤，就可以看到如圖 4-11 所示之畫面。
- 五、我們實際由瀏覽器確認查詢伺服器是否運作無誤，如圖 4-12。輸入網址 <http://127.0.0.1:2020/query.html> 可看查詢介面，如圖 4-13。

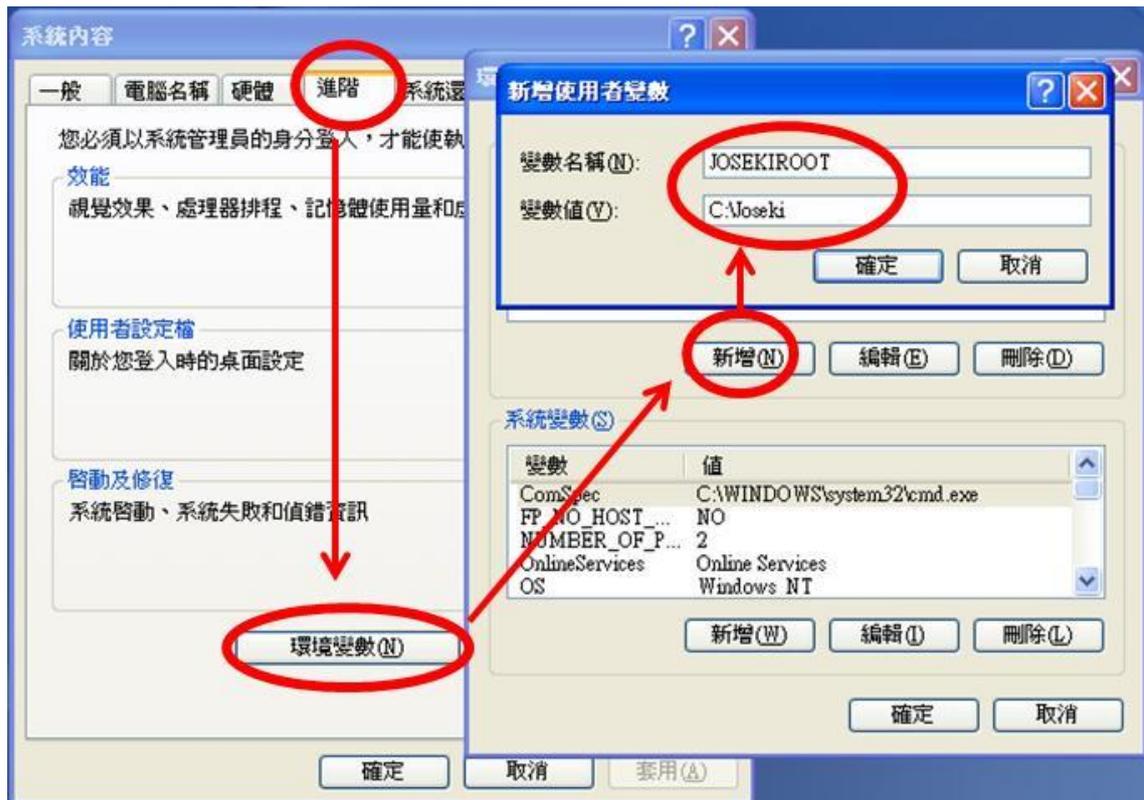


圖 4-9 設置系統內容中的 Joseki 環境變數

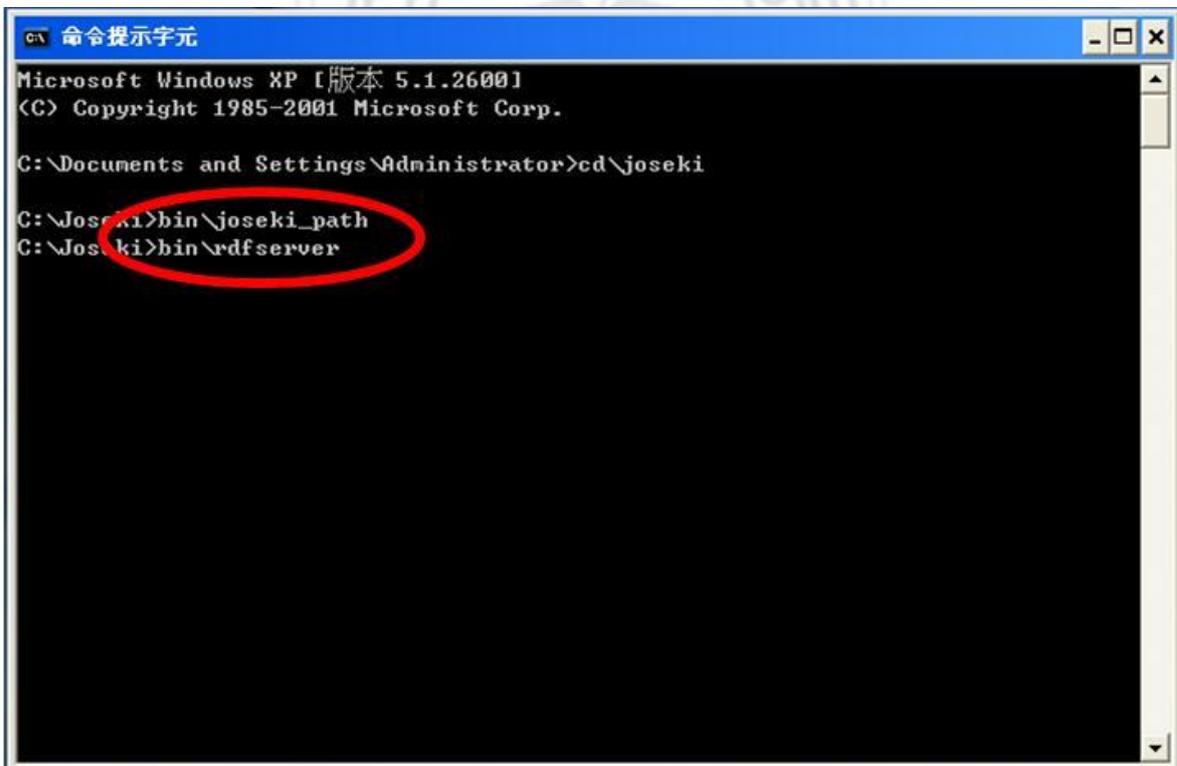


圖 4-10 使用命令提示字元視窗進行 Joseki 設定

```
GA 命令提示字元 - bin\rdfserver
09:05:47 INFO SPARQL      :: Locking policy: multiple reader, single w
riter
09:05:47 INFO SPARQL      :: Dataset description: false // Web loading
: false
09:05:47 INFO Configuration  :: Dataset: Books
09:05:47 INFO Configuration  :: Service reference: "sparql"
09:05:47 INFO Configuration  :: Class name: org.joseki.processors.SPARQ
L
09:05:47 INFO SPARQL      :: SPARQL processor
09:05:47 INFO SPARQL      :: Locking policy: none
09:05:47 INFO SPARQL      :: Dataset description: true // Web loading:
true
09:05:47 INFO Configuration  :: ==== Bind services to the server ====
09:05:47 INFO Configuration  :: Service: <books>
09:05:47 INFO Configuration  :: Service: <sparql>
09:05:47 INFO Configuration  :: ==== Initialize datasets ====
09:05:47 INFO Configuration  :: ==== End Configuration ====
09:05:47 INFO Dispatcher    :: Loaded data source configuration: joseki-
config.ttl
2014-03-10 09:05:47.292::INFO: Logging to STDERR via org.mortbay.log.StderrLog
2014-03-10 09:05:47.355::INFO: jetty-6.1.10
2014-03-10 09:05:48.589::INFO: NO JSP Support for /, did not find org.apache.ja
sper.servlet.JspServlet
2014-03-10 09:05:48.808::INFO: Started SelectChannelConnector@0.0.0.0:2020
```

圖 4-11 Joseki 設定完成 Server 運作成功畫面

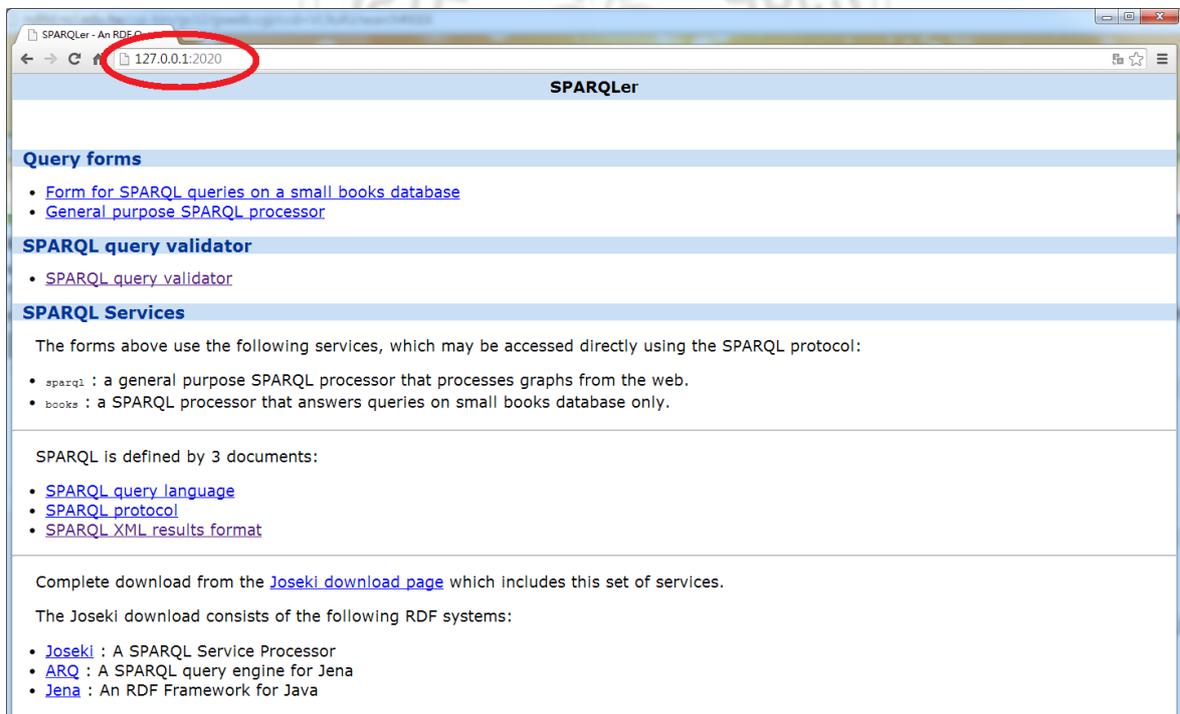


圖 4-12 以瀏覽器檢視 Server 運作成功畫面

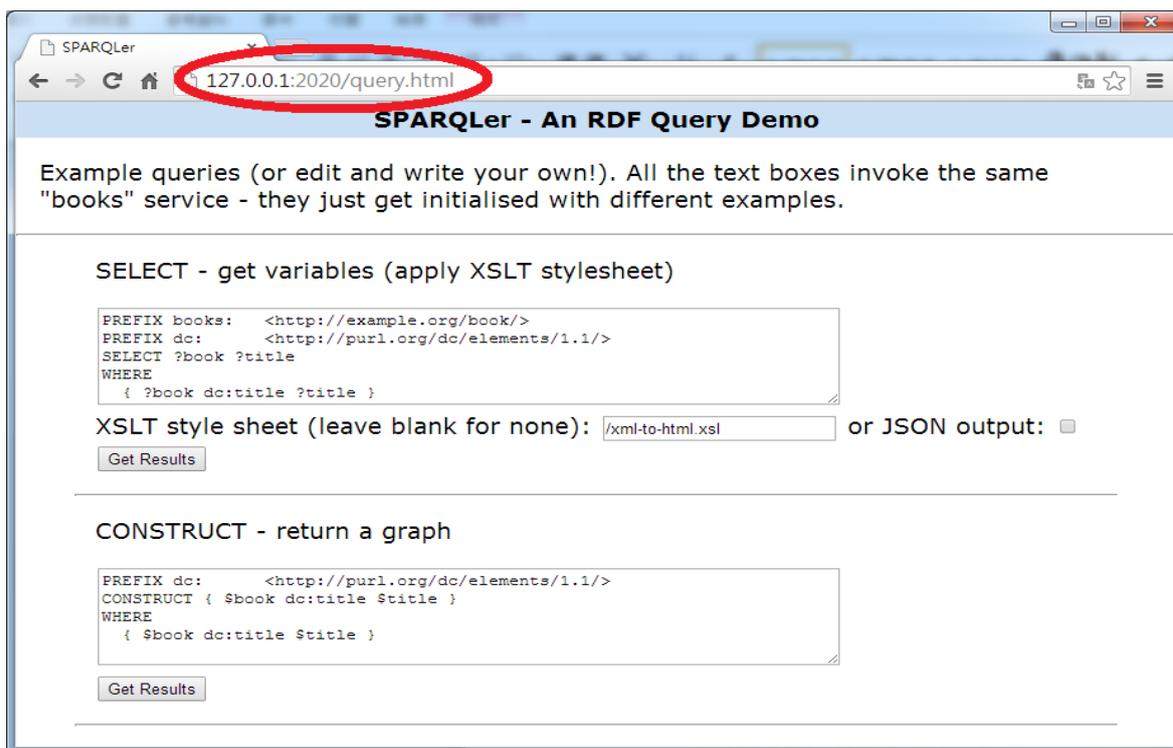


圖 4-13 SPARQL 查詢介面

接下來，我們將建置完成之動物教學知識本體輸出，以供系統查詢服務使用，操作步驟如下：

- 一、為了配合 joseki 設定檔，我們將已經建置好的知識本體以 N3 格式匯出，如圖 4-14。
- 二、將檔案輸出為 books.n3，此檔案名稱為 joseki 預設值，且把檔案輸出至 c:\joseki\data 中，如圖 4-15。
- 三、重複執行運行伺服器的動作：bin\rdfserver，讓系統重新載入 books.n3。特別說明一下，每次修正該 N3 檔案且重新匯出至該位置時，皆須重新執行伺服器運行的動作，以使其重新載入更新過之檔案，避免因更新過後產生查詢錯誤或傳回空值的情形產生。

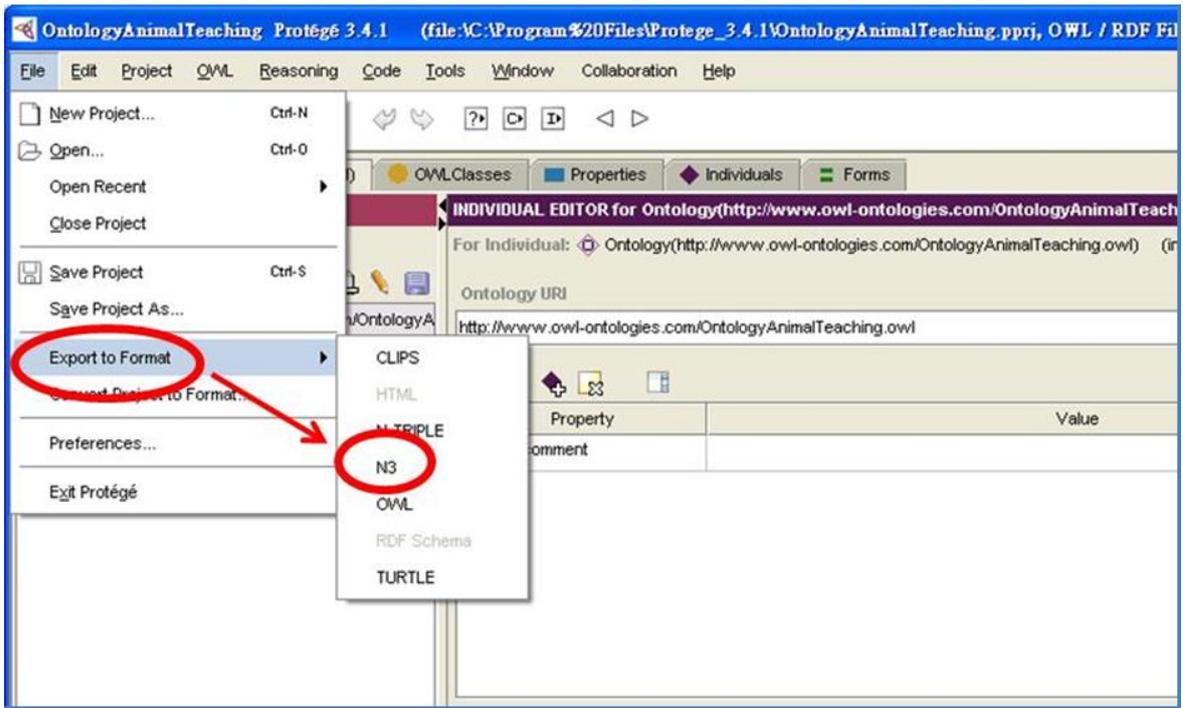


圖 4-14 使用 Protégé 3.4.1 匯出 N3 檔案

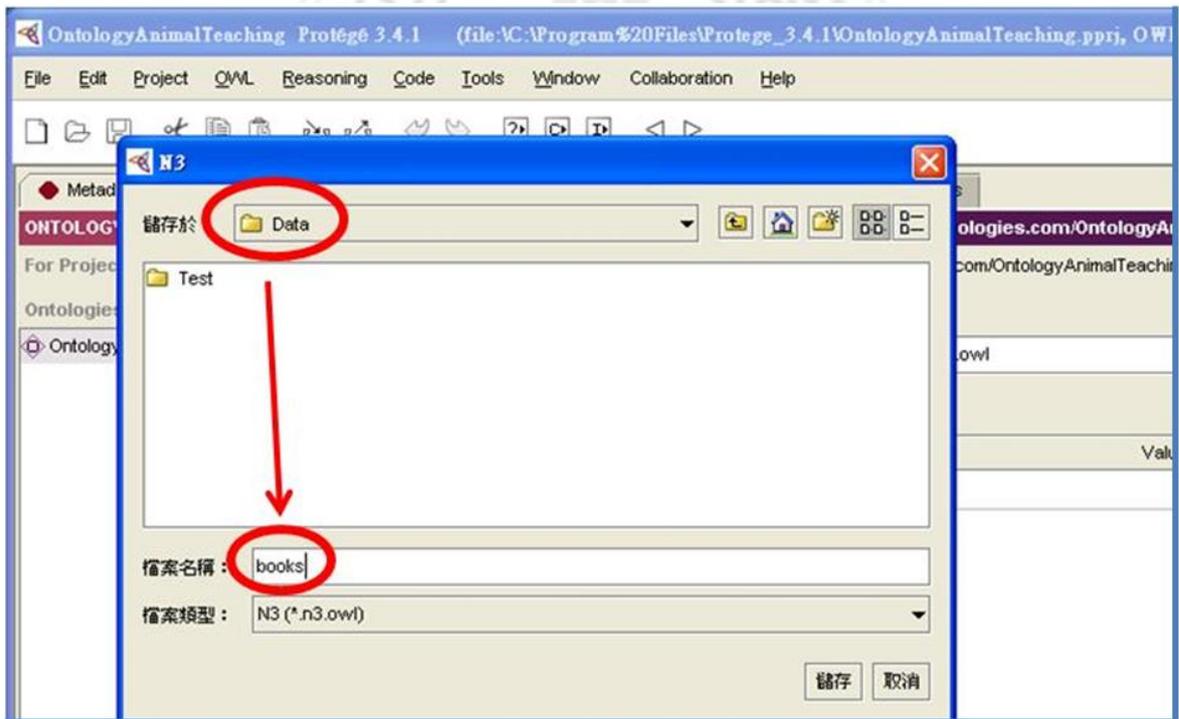


圖 4-15 將匯出之 N3 檔案儲存至 c:\joseki\data 子目錄

為了確認一下我們前一節用 Protégé 所建置的動物資訊及其屬性關係是否正確，在建置查詢介面之前，我們先以 SPARQL 的 Query 介面進行簡單的查詢。在查詢介面上，我們輸入查詢指令，如圖 4-16。而其查詢後所得之結果，如圖 4-17 所示。

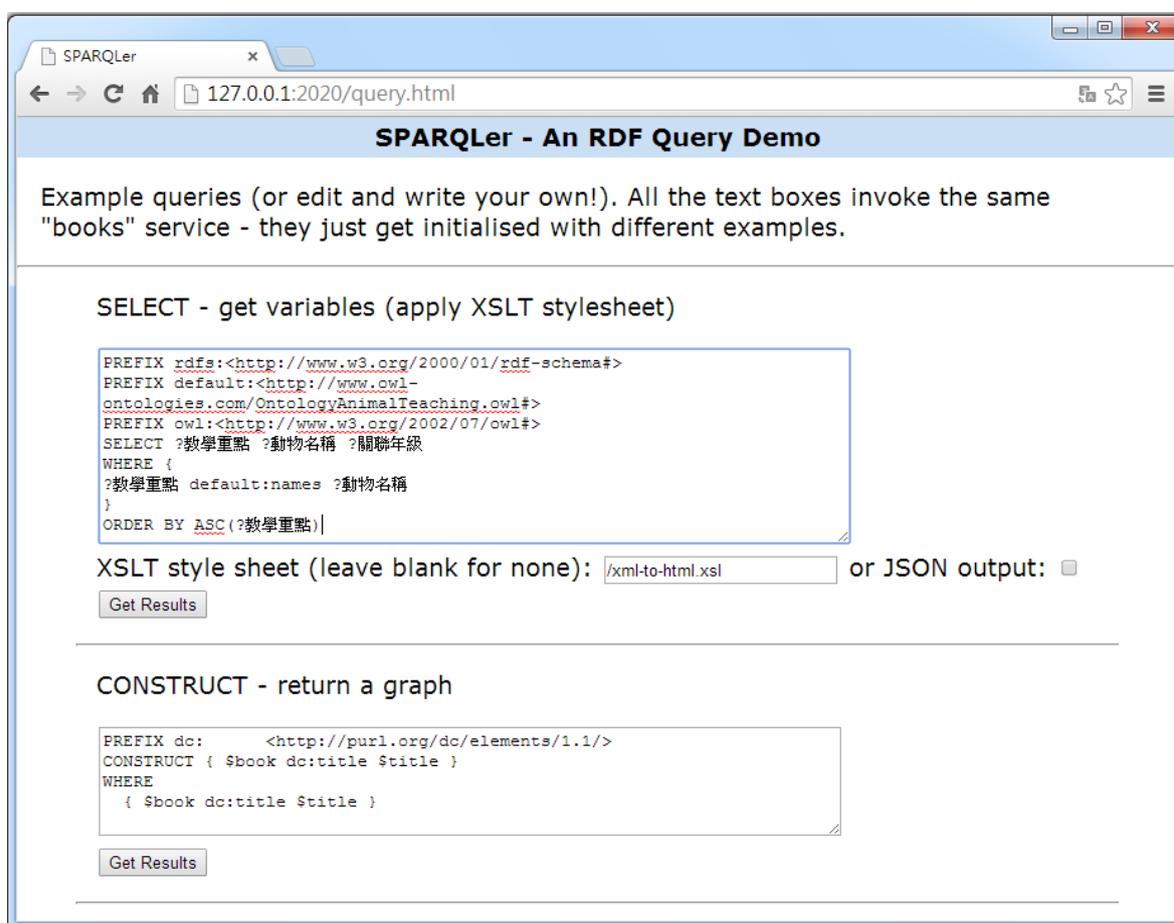


圖 4-16 SPARQL 簡單查詢頁面

教學重點	動物名稱
<http://www.owl-ontologies.com/OntologyAnimalTeaching.owl#動物的特徵與構造>	<http://www.owl-ontologies.com/OntologyAnimalTeaching.owl#九孔>
<http://www.owl-ontologies.com/OntologyAnimalTeaching.owl#動物的特徵與構造>	<http://www.owl-ontologies.com/OntologyAnimalTeaching.owl#乳牛>
<http://www.owl-ontologies.com/OntologyAnimalTeaching.owl#動物的特徵與構造>	<http://www.owl-ontologies.com/OntologyAnimalTeaching.owl#人面蜘蛛>
<http://www.owl-ontologies.com/OntologyAnimalTeaching.owl#動物的特徵與構造>	<http://www.owl-ontologies.com/OntologyAnimalTeaching.owl#人類>
<http://www.owl-ontologies.com/OntologyAnimalTeaching.owl#動物的特徵與構造>	<http://www.owl-ontologies.com/OntologyAnimalTeaching.owl#企鵝>
<http://www.owl-ontologies.com/OntologyAnimalTeaching.owl#動物的特徵與構造>	<http://www.owl-ontologies.com/OntologyAnimalTeaching.owl#兔子>
<http://www.owl-ontologies.com/OntologyAnimalTeaching.owl#動物的特徵與構造>	<http://www.owl-ontologies.com/OntologyAnimalTeaching.owl#六條瓢蟲>
<http://www.owl-ontologies.com/OntologyAnimalTeaching.owl#動物的特徵與構造>	<http://www.owl-ontologies.com/OntologyAnimalTeaching.owl#北極兔>

圖 4-17 SPARQL 簡單查詢結果

#### 第四節 建置使用者查詢介面

為了使不瞭解 SPARQL 語法的一般使用者也可以輕易的使用本系統，本文利用本文使用 Adobe Dreamweaver CS4 來進行使用者查詢介面之建置與開發。建置完成的使用者查詢介面圖 4-18 所示。

本查詢介面除了提供使用者「查詢所有教學重點」和「查詢所有動物名稱」兩種展示功能外，並提供使用者依教科書版本查詢教學重點、依教學重點查詢動物名稱、依動物名稱查詢關聯年級等功能。本系統的操作介面，除了「查詢所有教學重點」和「查詢所有動物名稱」直接以查詢按鈕的方式查詢外，其它各查詢，皆以下拉式選單以及查詢按鈕來提供查詢與選擇，主要目的是為了讓使用者在系統操作上更加簡便且快速的獲得所需資料。我們將各頁面的查詢按鈕內建的 SPARQL 查詢指令語法，分別於下列說明。

自然與生活科技領域動物教學實例查詢系統

查詢所有教學重點	Tips : 本查詢功能將列出所有教學重點下的動物名稱，包含教科書版本與使用年級也會一併列出，若需更詳細的查詢功能，請使用進階查詢。	查詢結果
查詢所有動物名稱	Tips : 本查詢功能將以動物名稱為主，列出其所屬的教學重點、教科書版本以及使用年級，若需更詳細的查詢功能，請使用進階查詢。	查詢結果
進階查詢		
依教科書版本查詢教學重點	康軒版_3年級 ▼	查詢結果
依教學重點查詢動物名稱	覓食行為 ▼	查詢結果
依動物名稱查詢版本年級	九孔 ▼	查詢結果

圖 4-18 使用者查詢介面

### 壹、查詢所有教學重點、動物名稱

本系統的查詢介面第一、二項提供兩種查詢功能，以教學重點和動物名稱分別將系統內所有對應的動物名稱和關聯年級全部展示在網頁表單中。使用者在首頁的查詢表單中，可以點選「查詢所有教學重點」或「查詢所有動物名稱」以表列出系統內所有已建置之資料。表 4-3 說明查詢語法的內容，但使用者在操作過程中，無須輸入或修改這些語法。表

4-3 為點選「查詢所有教學重點」時執行的查詢語法，其語法功能說明如下：

- A、B、C 為名稱空間，亦即定義使用到的前置詞（PREFIX）。
- D 為 WHERE{}查詢中的「教學重點」、「動物名稱」與「關聯年級」即表列出教學重點及相應之動物名稱與關聯年級。
- E、H 分別為 WHERE{}查詢開始與結束的表示符號。
- F 為取出教學重點與動物名稱，關聯屬性為 default：names。
- G 為取出動物名稱與關聯年級，關聯屬性為 default：grades。
- I 為顯示資料時依教學重點以升冪方式排序。

表 4-3 系統中 SPARQL 查詢指令-查詢所有教學重點

序號	指令內容
A	PREFIX rdfs : <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#>
B	PREFIX default : <http://www.owl-ontologies.com/OntologyAnimalTeaching.owl#>
C	PREFIX owl : <http://www.w3.org/2002/07/owl#>
D	SELECT ?教學重點 ?動物名稱 ?關聯年級
E	WHERE {
F	?教學重點 default : names ?動物名稱.
G	?動物名稱 default : grades ?關聯年級
H	}
I	ORDER BY ASC (?教學重點)

將表 4-3 當中的 D、F 分別置換如表 4-4 後，即為點選「查詢所有動物名稱」之查詢語法，說明如下：

- A、B、C 為名稱空間，亦即定義使用到的前置詞(PREFIX)。
- D 為 WHERE{} 查詢中的「動物名稱」、「關聯年級」，即表列出動物名稱及其關聯年級。
- E、G 分別為 WHERE{} 查詢開始與結束的表示符號。
- F 為取出所有動物名稱及關聯年級，關聯屬性為 default : grades。
- H 為顯示資料時依動物名稱以升冪方式排序。

由系統網頁表單查詢介面與隱含之表 4-3、表 4-4 查詢語法進行查詢，將可得到如圖 4-19、圖 4-20 所顯示的結果。

表 4-4 系統中 SPARQL 查詢指令-查詢所有動物名稱

序號	指令內容
A	PREFIX rdfs : <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#>
B	PREFIX default : <http://www.owl-ontologies.com/OntologyAnimalTeaching.owl#>
C	PREFIX owl : <http://www.w3.org/2002/07/owl#>
D	SELECT ?動物名稱 ?關聯年級
E	WHERE {
F	?動物名稱 default : grades ?關聯年級
G	}
H	ORDER BY ASC (?動物名稱)

## SPARQLer Query Results

教學重點	動物名稱	關聯年級
<http://www.owl-ontologies.com/OntologyAnimalTeaching.owl#動物的特徵與構造>	<http://www.owl-ontologies.com/OntologyAnimalTeaching.owl#九孔>	<http://www.owl-ontologies.com/OntologyAnimalTeaching.owl#南一版_3年級>
<http://www.owl-ontologies.com/OntologyAnimalTeaching.owl#動物的特徵與構造>	<http://www.owl-ontologies.com/OntologyAnimalTeaching.owl#乳牛>	<http://www.owl-ontologies.com/OntologyAnimalTeaching.owl#康軒版_3年級>
<http://www.owl-ontologies.com/OntologyAnimalTeaching.owl#動物的特徵與構造>	<http://www.owl-ontologies.com/OntologyAnimalTeaching.owl#人面蜘蛛>	<http://www.owl-ontologies.com/OntologyAnimalTeaching.owl#康軒版_4年級>
<http://www.owl-ontologies.com/OntologyAnimalTeaching.owl#動物的特徵與構造>	<http://www.owl-ontologies.com/OntologyAnimalTeaching.owl#人面蜘蛛>	<http://www.owl-ontologies.com/OntologyAnimalTeaching.owl#翰林版_6年級>
<http://www.owl-ontologies.com/OntologyAnimalTeaching.owl#動物的特徵與構造>	<http://www.owl-ontologies.com/OntologyAnimalTeaching.owl#人類>	<http://www.owl-ontologies.com/OntologyAnimalTeaching.owl#南一版_3年級>
<http://www.owl-ontologies.com/OntologyAnimalTeaching.owl#動物的特徵與構造>	<http://www.owl-ontologies.com/OntologyAnimalTeaching.owl#人類>	<http://www.owl-ontologies.com/OntologyAnimalTeaching.owl#南一版_4年級>
<http://www.owl-ontologies.com/OntologyAnimalTeaching.owl#動物的特徵與構造>	<http://www.owl-ontologies.com/OntologyAnimalTeaching.owl#人類>	<http://www.owl-ontologies.com/OntologyAnimalTeaching.owl#南一版_5年級>

圖 4-19 查詢所有教學重點之結果

## SPARQLer Query Results

動物名稱	關聯年級
<http://www.owl-ontologies.com/OntologyAnimalTeaching.owl#九孔>	<http://www.owl-ontologies.com/OntologyAnimalTeaching.owl#南一版_3年級>
<http://www.owl-ontologies.com/OntologyAnimalTeaching.owl#乳牛>	<http://www.owl-ontologies.com/OntologyAnimalTeaching.owl#康軒版_3年級>
<http://www.owl-ontologies.com/OntologyAnimalTeaching.owl#五色鳥>	<http://www.owl-ontologies.com/OntologyAnimalTeaching.owl#南一版_5年級>
<http://www.owl-ontologies.com/OntologyAnimalTeaching.owl#人面蜘蛛>	<http://www.owl-ontologies.com/OntologyAnimalTeaching.owl#康軒版_4年級>
<http://www.owl-ontologies.com/OntologyAnimalTeaching.owl#人面蜘蛛>	<http://www.owl-ontologies.com/OntologyAnimalTeaching.owl#翰林版_6年級>
<http://www.owl-ontologies.com/OntologyAnimalTeaching.owl#人類>	<http://www.owl-ontologies.com/OntologyAnimalTeaching.owl#南一版_3年級>
<http://www.owl-ontologies.com/OntologyAnimalTeaching.owl#人類>	<http://www.owl-ontologies.com/OntologyAnimalTeaching.owl#南一版_4年級>
<http://www.owl-ontologies.com/OntologyAnimalTeaching.owl#人類>	<http://www.owl-ontologies.com/OntologyAnimalTeaching.owl#南一版_5年級>
<http://www.owl-ontologies.com/OntologyAnimalTeaching.owl#人類>	<http://www.owl-ontologies.com/OntologyAnimalTeaching.owl#康軒版_5年級>
<http://www.owl-ontologies.com/OntologyAnimalTeaching.owl#人類>	<http://www.owl-ontologies.com/OntologyAnimalTeaching.owl#翰林版_3年級>
<http://www.owl-ontologies.com/OntologyAnimalTeaching.owl#人類>	<http://www.owl-ontologies.com/OntologyAnimalTeaching.owl#翰林版_6年級>
<http://www.owl-ontologies.com/OntologyAnimalTeaching.owl#企鵝>	<http://www.owl-ontologies.com/OntologyAnimalTeaching.owl#康軒版_5年級>

圖 4-20 查詢所有動物名稱之結果

## 貳、依教科書版本查詢教學重點

本系統除了可以直接點選「查詢所有教學重點」或「查詢所有動物名稱」來顯示系統內已建置資料之外，尚有第二種查詢可依使用者於下拉式選單選擇之教科書版本，表列出所有已建置之教學重點與相應之動物名稱。操作畫面如圖 4-21 所示，而查詢結果如圖 4-22 所示，其 SPARQL 查詢語法以表 4-5 呈現其內容，說明如下：

- A、B、C 為名稱空間，亦即定義使用到的前置詞 (PREFIX)。
- D 為 WHERE{} 查詢中的「教科書版本」、「教學重點」、「動物名稱」、「關聯年級」，即表列出教科書版本及相應之教學重點、動物名稱。
- E、I 分別為 WHERE{} 查詢開始與結束的表示符號。
- H 為過濾出某教科書版本的教學重點，其中雙引號內字串會隨使用者在下拉式選單中的選擇而更改。
- F、G 為過濾出符合使用者由 6 選擇出之條件的教學重點及動物名稱，關聯屬性為 default : names。
- J 為顯示資料時依教學重點以升冪方式排序。

表 4-5 系統中 SPARQL 查詢指令-依教科書版本查詢

序號	指令內容
A	PREFIX rdfs : <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#>
B	PREFIX default : <http://www.owl-ontologies.com/OntologyAnimalTeaching.owl#>
C	PREFIX owl : <http://www.w3.org/2002/07/owl#>
D	SELECT ?關聯年級 ?教學重點 ?動物名稱
E	WHERE {
F	?教學重點 default : names ?動物名稱.
G	?動物名稱 default : grades ?關聯年級
H	FILTER REGEX (str(?關聯年級), " ")
I	}
J	ORDER BY ASC (?關聯年級)

查詢所有教學重點	本查詢功能將列出所有教學重點下的動物名稱，包含教科書版本與使用年級也會一併列出，若需更詳細的查詢功能，請使用進階查詢。	查詢結果
查詢所有動物名稱	Tips : 本查詢功能將以動物名稱為主，列出其所屬的教學重點、教科書版本以及使用年級，若需更詳細的查詢功能，請使用進階查詢。	查詢結果
進階查詢		
依教科書版本查詢教學重點	康軒版_3年級	查詢結果
依教學重點查詢動物名稱	康軒版_3年級 康軒版_4年級 康軒版_5年級 康軒版_6年級	查詢結果
依動物名稱查詢版本年級	翰林版_3年級 翰林版_4年級	查詢結果

圖 4-21 依教科書版本查詢教學重點之查詢頁面

## SPARQLer Query Results

關聯年級	教學重點	動物名稱
<http://www.owl-ontologies.com/Ontology/AnimalTeaching.owl#翰林版_3年級>	<http://www.owl-ontologies.com/Ontology/AnimalTeaching.owl#動物的特徵與構造>	<http://www.owl-ontologies.com/Ontology/AnimalTeaching.owl#人類>
<http://www.owl-ontologies.com/Ontology/AnimalTeaching.owl#翰林版_3年級>	<http://www.owl-ontologies.com/Ontology/AnimalTeaching.owl#繁殖行為>	<http://www.owl-ontologies.com/Ontology/AnimalTeaching.owl#人類>
<http://www.owl-ontologies.com/Ontology/AnimalTeaching.owl#翰林版_3年級>	<http://www.owl-ontologies.com/Ontology/AnimalTeaching.owl#育幼行為>	<http://www.owl-ontologies.com/Ontology/AnimalTeaching.owl#人類>
<http://www.owl-ontologies.com/Ontology/AnimalTeaching.owl#翰林版_3年級>	<http://www.owl-ontologies.com/Ontology/AnimalTeaching.owl#動物的特徵與構造>	<http://www.owl-ontologies.com/Ontology/AnimalTeaching.owl#企鵝>
<http://www.owl-ontologies.com/Ontology/AnimalTeaching.owl#翰林版_3年級>	<http://www.owl-ontologies.com/Ontology/AnimalTeaching.owl#動物的生活環境>	<http://www.owl-ontologies.com/Ontology/AnimalTeaching.owl#企鵝>
<http://www.owl-ontologies.com/Ontology/AnimalTeaching.owl#翰林版_3年級>	<http://www.owl-ontologies.com/Ontology/AnimalTeaching.owl#求偶行為>	<http://www.owl-ontologies.com/Ontology/AnimalTeaching.owl#企鵝>
<http://www.owl-ontologies.com/Ontology/AnimalTeaching.owl#翰林版_3年級>	<http://www.owl-ontologies.com/Ontology/AnimalTeaching.owl#育幼行為>	<http://www.owl-ontologies.com/Ontology/AnimalTeaching.owl#企鵝>
<http://www.owl-ontologies.com/Ontology/AnimalTeaching.owl#翰林版_3年級>	<http://www.owl-ontologies.com/Ontology/AnimalTeaching.owl#動物的特徵與構造>	<http://www.owl-ontologies.com/Ontology/AnimalTeaching.owl#兔子>

圖 4-22 依教科書版本查詢教學重點之結果

### 叁、依教學重點查詢動物名稱

本系統的第三種查詢方式是由選擇下拉式選單中之各教學重點查詢表列出符合之動物名稱，其操作畫面如圖 4-23 所示，而查詢結果如圖 4-24 所示。在表 4-6 的 SPARQL 查詢語法，我們說明如下：

- A、B、C 為名稱空間，亦即定義使用到的前置詞 (PREFIX)。
- D 為 WHERE{} 查詢中的「教學重點」、「動物名稱」、「關聯年級」，即表列出使用者選擇之教學重點及其對應之動物名稱。
- E、I 分別為 WHERE{} 查詢開始與結束的表示符號。
- F、G、H 為過濾出符合使用者由下拉式選單選擇之條件的教學重點及動物名稱，關聯屬性為 default:names。
- J 為顯示資料時依教學重點以升冪方式排序。

表 4-6 系統中 SPARQL 查詢指令-依教學重點查詢動物名稱

序號	指令內容
A	PREFIX rdfs : <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#>
B	PREFIX default : <http://www.owl-ontologies.com/OntologyAnimalTeaching.owl#>
C	PREFIX owl : <http://www.w3.org/2002/07/owl#>
D	SELECT ?教學重點 ?動物名稱 ?關聯年級
E	WHERE {
F	?教學重點 default : names ?動物名稱.
G	?動物名稱 default : grades ?關聯年級
H	FILTER REGEX (str(?教學重點), " ")
I	}
J	ORDER BY ASC (?教學重點)

查詢所有教學重點	本查詢功能將列出所有教學重點下的動物名稱，包含教科書版本與使用年級也會一併列出，若需更詳細的查詢功能，請使用進階查詢。	查詢結果
查詢所有動物名稱	Tips : 本查詢功能將以動物名稱為主，列出其所屬的教學重點、教科書版本以及使用年級，若需更詳細的查詢功能，請使用進階查詢。	查詢結果
進階查詢		
依教科書版本查詢教學重點	康軒版_3年級 ▾	查詢結果
依教學重點查詢動物名稱	覓食行為 ▾	查詢結果
依動物名稱查詢版本年級	覓食行為 繁殖與避敵行為 求偶行為	查詢結果

圖 4-23 查詢教學重點之關聯動物

## SPARQLer Query Results

教學重點	動物名稱	關聯年級
<http://www.owl-ontologies.com/OntologyAnimalTeaching.owl#求偶行爲>	<http://www.owl-ontologies.com/OntologyAnimalTeaching.owl#五色鳥>	<http://www.owl-ontologies.com/OntologyAnimalTeaching.owl#南一版_5年級>
<http://www.owl-ontologies.com/OntologyAnimalTeaching.owl#求偶行爲>	<http://www.owl-ontologies.com/OntologyAnimalTeaching.owl#企鵝>	<http://www.owl-ontologies.com/OntologyAnimalTeaching.owl#康軒版_5年級>
<http://www.owl-ontologies.com/OntologyAnimalTeaching.owl#求偶行爲>	<http://www.owl-ontologies.com/OntologyAnimalTeaching.owl#企鵝>	<http://www.owl-ontologies.com/OntologyAnimalTeaching.owl#康軒版_6年級>
<http://www.owl-ontologies.com/OntologyAnimalTeaching.owl#求偶行爲>	<http://www.owl-ontologies.com/OntologyAnimalTeaching.owl#企鵝>	<http://www.owl-ontologies.com/OntologyAnimalTeaching.owl#翰林版_3年級>
<http://www.owl-ontologies.com/OntologyAnimalTeaching.owl#求偶行爲>	<http://www.owl-ontologies.com/OntologyAnimalTeaching.owl#企鵝>	<http://www.owl-ontologies.com/OntologyAnimalTeaching.owl#翰林版_6年級>
<http://www.owl-ontologies.com/OntologyAnimalTeaching.owl#求偶行爲>	<http://www.owl-ontologies.com/OntologyAnimalTeaching.owl#台灣黃綠螢>	<http://www.owl-ontologies.com/OntologyAnimalTeaching.owl#南一版_5年級>
<http://www.owl-ontologies.com/OntologyAnimalTeaching.owl#求偶行爲>	<http://www.owl-ontologies.com/OntologyAnimalTeaching.owl#四角招潮蟹>	<http://www.owl-ontologies.com/OntologyAnimalTeaching.owl#南一版_5年級>
<http://www.owl-ontologies.com/OntologyAnimalTeaching.owl#求偶行爲>	<http://www.owl-ontologies.com/OntologyAnimalTeaching.owl#孔雀>	<http://www.owl-ontologies.com/OntologyAnimalTeaching.owl#南一版_5年級>

圖 4-24 查詢教學重點之關聯動物結果

### 肆、依動物名稱查詢關聯年級

本系統的第四種查詢方式是由選擇下拉式選單中之各動物名稱查詢表列出符合之關聯年級，其操作畫面如圖 4-25 所示，查詢結果如圖 4-26 所示。在表 4-7 的 SPARQL 查詢語法，其語法功能說明如下：

- A、B、C 為名稱空間，亦即定義使用到的前置詞 (PREFIX)。
- D 為 WHERE{} 查詢中的「教學重點」、「動物名稱」、「關聯年級」，即表列出使用者選擇之教學重點、動物名稱及其對應之關聯年級。
- E、I 分別為 WHERE{} 查詢的開始與結束。
- F、G、H 為過濾出符合使用者由下拉式選單選擇之條件的動物名稱及關聯年級，關聯屬性為 default:grades。
- J 為顯示資料時依動物名稱以升冪方式排序。

表 4-7 系統中 SPARQL 查詢指令-依動物名稱查詢關聯年級

序號	指令內容
A	PREFIX rdfs : <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#>
B	PREFIX default : <http://www.owl-ontologies.com/OntologyAnimalTeaching.owl#>
C	PREFIX owl : <http://www.w3.org/2002/07/owl#>
D	SELECT ?動物名稱 ?教學重點 ?關聯年級
E	WHERE {
F	?教學重點 default : names ?動物名稱.
G	?動物名稱 default : grades ?關聯年級
H	FILTER REGEX (str(?動物名稱), " ")
I	}
J	ORDER BY ASC (?動物名稱)



圖 4-25 查詢動物之關聯版本年級

## SPARQLer Query Results

動物名稱	教學重點	關聯年級
<http://www.owl-ontologies.com/OntologyAnimalTeaching.owl#大肚魚>	<http://www.owl-ontologies.com/OntologyAnimalTeaching.owl#動物的特徵與構造>	<http://www.owl-ontologies.com/OntologyAnimalTeaching.owl#南一版_3年級>
<http://www.owl-ontologies.com/OntologyAnimalTeaching.owl#大肚魚>	<http://www.owl-ontologies.com/OntologyAnimalTeaching.owl#動物的特徵與構造>	<http://www.owl-ontologies.com/OntologyAnimalTeaching.owl#南一版_4年級>
<http://www.owl-ontologies.com/OntologyAnimalTeaching.owl#大肚魚>	<http://www.owl-ontologies.com/OntologyAnimalTeaching.owl#動物的特徵與構造>	<http://www.owl-ontologies.com/OntologyAnimalTeaching.owl#康軒版_3年級>
<http://www.owl-ontologies.com/OntologyAnimalTeaching.owl#大肚魚>	<http://www.owl-ontologies.com/OntologyAnimalTeaching.owl#動物的特徵與構造>	<http://www.owl-ontologies.com/OntologyAnimalTeaching.owl#康軒版_5年級>
<http://www.owl-ontologies.com/OntologyAnimalTeaching.owl#大肚魚>	<http://www.owl-ontologies.com/OntologyAnimalTeaching.owl#動物的特徵與構造>	<http://www.owl-ontologies.com/OntologyAnimalTeaching.owl#翰林版_4年級>
<http://www.owl-ontologies.com/OntologyAnimalTeaching.owl#大肚魚>	<http://www.owl-ontologies.com/OntologyAnimalTeaching.owl#動物的生活環境>	<http://www.owl-ontologies.com/OntologyAnimalTeaching.owl#南一版_3年級>
<http://www.owl-ontologies.com/OntologyAnimalTeaching.owl#大肚魚>	<http://www.owl-ontologies.com/OntologyAnimalTeaching.owl#動物的生活環境>	<http://www.owl-ontologies.com/OntologyAnimalTeaching.owl#南一版_4年級>
<http://www.owl-ontologies.com/OntologyAnimalTeaching.owl#大肚魚>	<http://www.owl-ontologies.com/OntologyAnimalTeaching.owl#動物的生活環境>	<http://www.owl-ontologies.com/OntologyAnimalTeaching.owl#康軒版_3年級>

圖 4-26 查詢動物之關聯版本年級結果

## 第五節 系統應用實例

不同使用者在使用本系統時，會因為其不同的身分而出現不同的使用方式，如何進行實際的使用本系統進行語意查詢，我們列舉下列三種案例來說明。

### 壹、案例一：由特定教科書版本進行查詢

語意國小新學年度一開始，剛升上六年級的六年甲班就轉學來了一位轉學生，自然科授課教師為了重新掌握轉學生在自然科學習的起點，經詢問，知道轉學生之前學校所使用的五年級自然科教科書版本為翰林版，和學校六年級現在使用的康軒版不同，因此，備課時可運用前文所

提之第二種查詢方式進行有關學生的起點行為確立和未來教材中相關教學重點、動物實例的分析。

進入本系統後，可以在「依教科書版本查詢教學重點」選擇「康軒版\_5年級」以及「翰林版\_5年級」開始查詢，其查詢操作畫面及結果分別如圖 4-27 以及 4-28 所示。語意查詢結果列出兩種版本教科書中使用動物實例所屬的教學重點，再將得到的結果參照比對，因此得知翰林版五年級並沒有動物相關的教學內容，而康軒版卻有，為了讓轉學生能跟上其他同學的進度，必須為他製作補充教材幫他加強。如此，老師在備課時即已知學生之過去所學與未來將學的動物實例為何，以之作為教學藍圖的重要資訊將無往而不利。

進階查詢	
依教科書版本查詢教學重點	康軒版_3年級 康軒版_4年級 康軒版_5年級 康軒版_6年級 翰林版_3年級 翰林版_4年級 翰林版_5年級 翰林版_6年級 南一版_3年級 南一版_4年級 南一版_5年級 南一版_6年級
依教學重點查詢動物名稱	
依動物名稱查詢版本年級	

圖 4-27 案例一之使用者操作介面

## SPARQLer Query Results

關聯年級	教學重點	動物名稱
<http://www.owl-ontologies.com/OntologyAnimalTeaching.owl#康軒版_5年級>	<http://www.owl-ontologies.com/OntologyAnimalTeaching.owl#動物的特徵與構造>	<http://www.owl-ontologies.com/OntologyAnimalTeaching.owl#人類>
<http://www.owl-ontologies.com/OntologyAnimalTeaching.owl#康軒版_5年級>	<http://www.owl-ontologies.com/OntologyAnimalTeaching.owl#繁殖行為>	<http://www.owl-ontologies.com/OntologyAnimalTeaching.owl#人類>
<http://www.owl-ontologies.com/OntologyAnimalTeaching.owl#康軒版_5年級>	<http://www.owl-ontologies.com/OntologyAnimalTeaching.owl#育幼行為>	<http://www.owl-ontologies.com/OntologyAnimalTeaching.owl#人類>
<http://www.owl-ontologies.com/OntologyAnimalTeaching.owl#康軒版_5年級>	<http://www.owl-ontologies.com/OntologyAnimalTeaching.owl#動物的特徵與構造>	<http://www.owl-ontologies.com/OntologyAnimalTeaching.owl#企鵝>
<http://www.owl-ontologies.com/OntologyAnimalTeaching.owl#康軒版_5年級>	<http://www.owl-ontologies.com/OntologyAnimalTeaching.owl#動物的生活環境>	<http://www.owl-ontologies.com/OntologyAnimalTeaching.owl#企鵝>
<http://www.owl-ontologies.com/OntologyAnimalTeaching.owl#康軒版_5年級>	<http://www.owl-ontologies.com/OntologyAnimalTeaching.owl#求偶行為>	<http://www.owl-ontologies.com/OntologyAnimalTeaching.owl#企鵝>
<http://www.owl-ontologies.com/OntologyAnimalTeaching.owl#康軒版_5年級>	<http://www.owl-ontologies.com/OntologyAnimalTeaching.owl#育幼行為>	<http://www.owl-ontologies.com/OntologyAnimalTeaching.owl#企鵝>
<http://www.owl-ontologies.com/OntologyAnimalTeaching.owl#康軒版_5年級>	<http://www.owl-ontologies.com/OntologyAnimalTeaching.owl#動物的特徵與構造>	<http://www.owl-ontologies.com/OntologyAnimalTeaching.owl#兔子>

圖 4-28 案例一之查詢結果-康軒版五年級

### 貳、案例二：由特定動物進行查詢

家長在暑假想帶剛讀完國小三年級的小朋友到海生館去看小白鯨，也計畫在觀賞小白鯨時給小朋友一些機會教育，最好能和小朋友在學校所學相呼應，但是他不知道小朋友學校所使用的翰林版自然科教科書是否有教過白鯨。

這位家長使用這進入本系統後，可以從「依動物名稱查詢版本年級」選擇「白鯨」開始查詢，其查詢操作畫面及結果分別如圖 4-29 及圖 4-30 所示。查詢結果證實：「翰林版三年級」已使用白鯨動物實例，且在「動物的特徵與構造」主題介紹過，如此一來，這位家長可以給孩子一個快樂又能兼顧學業複習的海生館體驗了。



圖 4-29 案例二之使用者操作介面

SPARQLer Query Results

動物名稱	教學重點	關聯年級
<http://www.owl-ontologies.com/OntologyAnimalTeaching.owl#白鯨>	<http://www.owl-ontologies.com/OntologyAnimalTeaching.owl#動物的特徵與構造>	<http://www.owl-ontologies.com/OntologyAnimalTeaching.owl#翰林版_3年級>

圖 4-30 案例二之查詢結果

參、案例三：由特定教學重點進行查詢

使用者為一位學生家長，欲為其就讀於國小之子女在「動物的行為—社會行為」方面查詢其他版本或年級使用的動物資料，並作為課外補充之用。進入本系統後，可以點選「依教學重點查詢動物名稱」，並選擇「社會行為」開始查詢，其查詢操作畫面及結果分別如圖 4-31 及圖 4-32 所示。



圖 4-31 案例三之使用者操作介面

### SPARQLer Query Results

教學重點	動物名稱	關聯年級
<http://www.owl-ontologies.com/OntologyAnimalTeaching.owl#社會行為>	<http://www.owl-ontologies.com/OntologyAnimalTeaching.owl#台灣獼猴>	<http://www.owl-ontologies.com/OntologyAnimalTeaching.owl#南一版_3年級>
<http://www.owl-ontologies.com/OntologyAnimalTeaching.owl#社會行為>	<http://www.owl-ontologies.com/OntologyAnimalTeaching.owl#台灣獼猴>	<http://www.owl-ontologies.com/OntologyAnimalTeaching.owl#康軒版_6年級>
<http://www.owl-ontologies.com/OntologyAnimalTeaching.owl#社會行為>	<http://www.owl-ontologies.com/OntologyAnimalTeaching.owl#台灣獼猴>	<http://www.owl-ontologies.com/OntologyAnimalTeaching.owl#翰林版_6年級>
<http://www.owl-ontologies.com/OntologyAnimalTeaching.owl#社會行為>	<http://www.owl-ontologies.com/OntologyAnimalTeaching.owl#獼猴>	<http://www.owl-ontologies.com/OntologyAnimalTeaching.owl#翰林版_6年級>
<http://www.owl-ontologies.com/OntologyAnimalTeaching.owl#社會行為>	<http://www.owl-ontologies.com/OntologyAnimalTeaching.owl#猩猩>	<http://www.owl-ontologies.com/OntologyAnimalTeaching.owl#翰林版_6年級>
<http://www.owl-ontologies.com/OntologyAnimalTeaching.owl#社會行為>	<http://www.owl-ontologies.com/OntologyAnimalTeaching.owl#猴子>	<http://www.owl-ontologies.com/OntologyAnimalTeaching.owl#康軒版_5年級>
<http://www.owl-ontologies.com/OntologyAnimalTeaching.owl#社會行為>	<http://www.owl-ontologies.com/OntologyAnimalTeaching.owl#猴子>	<http://www.owl-ontologies.com/OntologyAnimalTeaching.owl#翰林版_3年級>

圖 4-32 案例三之查詢結果

## 第五章、結論與未來展望

### 第一節 結論

我們以國民小學自然與生活科技領域動物教學為範圍，以康軒版、翰林版、南一版所編輯並送審通過的教學指引、課本和習作為對象。由上述來源中取出的資料，蒐集整理調查的結果，並參考作者本身的教學經驗，將其整理出類別的階層關係與實例，並建置動物教學的知識本體，以利分享與交流。我們再搭配運用語意網(Semantic Web)的技術，設計出國民小學動物教學實例查詢系統，以整合教科書中的學習資源，對於教師備課或是學生學習，提供一個有系統與脈絡的查詢管道，以改善自然與生活科技領域課程的教學與學習成效。本系統優點簡述如下：

- 透過語意查詢介面，可以更方便快速查詢到精確的教學資源應用，教師備課可以更有效率，隨時掌握學生起點進度與教科書內容資源。
- 系統能夠依據條件呈現篩選後結果，充分發揮網路的優勢，快速連結學習資源，並且減少不必要資源的搜尋時間，減少重覆的開發教材與備課時間，提升教學的效能。
- 根據教學主題、版本、關聯年級呈現不同的教學內容，更容易呈現適性化的學習。

- 提供學生以及家長查詢教科書內容的管道，不受空間與時間的限制，就算在轉學後也能快速跟上進度。
- 各版本出版商編輯部除了可以透過網路化的查詢系統互相比較教材中使用的實例是否搭配合宜之外，亦可作為未來發展教材的參考，以達到資訊資源共享的效用。

總結本文主要有兩大貢獻，第一是建置國民小學自然與生活科技領域動物教學知識本體，第二是設計與建置「動物教學實例查詢系統實驗平台」，協助整合各版本自然科教科書的學習資源。

## 第二節 未來展望

本文以國小自然領域教科書動物教學為範圍，建置動物教學的知識本體，搭配運用語意網的技術建置資訊教育查詢系統實驗平台。本研究成果雖已見雛型，惟尚有許多未盡規劃完全之處。我們列舉下列幾點未來可以持續發展的參考方向：

- **擴充現有的資料庫：**本文所建置的知識本體資料來源，僅為在資料蒐集期間各教科書出版商依「九年一貫課程綱要」編輯送審通過的版本。若是能夠擴大建置如生活領域，以及自然與生活科技領域七年級至九年級等範圍之教學實例作為系統參考內容，或更擴大至各領域所有相關內容，將可使本系統之效用持續增長。

- **建置智慧型代理人(Intelligent Agent)機制**：若按照本文前章節中所分析及實作之方法擴充系統知識本體，將面臨知識量暴增，致於人力無法勝任之窘境。若能建置此機制，由這個系統定期、自動地從現有的搜尋引擎(例如 Google)，篩選出實用的資訊，加入本系統的推論知識庫，豐富可用的教學與學習資源。
- **開發適性化學習環境**：可以嘗試由本知識本體出發，整合其他的學習系統，在系統中建置相關網站連結，讓使用者獲得查詢結果後，點選相關知識後能延伸查詢，取得更多相關資訊。



# 參 考 文 獻

## 一、中文部分

1. 陳科富，“開發國小植物教學語意查詢系統”，南華大學資訊管理學系碩士論文，2010。
2. 蔡宜玲，“建置遊戲知識本體支援國小綜合活動學習領域教學”，南華大學資訊管理學系碩士論文，2010。
3. 曾國峰，“開發語意查詢系統支援國小體適能訓練處方之擬定”，南華大學資訊管理學系碩士論文，2010。
4. 蔣冠倫，“建構語意查詢系統協助國小教師專業發展評鑑規準之編寫”，南華大學資訊管理學系碩士論文，2009。
5. 吳育賢，“開發語意查詢系統協助教案之編寫”，南華大學資訊管理學系碩士論文，2008。
6. 葛慶柏，“汽車引擎故障診斷知識本體建構之研究”，國立臺灣師範大學工業教育研究所博士論文，2010。
7. 許良榮，“本體論在科學學習之意涵”，國教輔導期刊37卷1期，2010，PP. 17-20。
8. 徐濟世、洪庭啟，“以本體論為基礎之案例推理系統之研究：以旅遊行程

- 推薦為例”，國立空中大學管理與資訊學系管理與資訊學報9期，2004，PP. 31-61。
9. 鍾正男，“以知識本體為基礎的語意查詢系統之研究—以圖書館為例”，大葉大學資訊管理學系研究所碩士論文，2004。
10. 國立編譯館，九年一貫教科書審定資訊網，[http://dic.nict.gov.tw/~textbook/dic\\_idx.php](http://dic.nict.gov.tw/~textbook/dic_idx.php)，2009。
11. 教育部，“92年國民中小學九年一貫課程綱要”，[http://teach.eje.edu.tw/9CC/index\\_new.php](http://teach.eje.edu.tw/9CC/index_new.php)，2003。
12. 葉乃菁，“本體論與文字探勘在注意力經濟下之應用研究與價值”，[http://thinktank.stpi.narl.org.tw/Chinese/Column/Pages/Column\\_0922\\_1.aspx](http://thinktank.stpi.narl.org.tw/Chinese/Column/Pages/Column_0922_1.aspx)，2009。
13. 趙伯偉，“本體論為基之產品生命週期知識整合機制研發”，成功大學製造工程學系碩士論文，2007。
14. 陳仲彥，“教育研究資訊資源服務析論”，秀威資訊科技，2008。
15. 蔡永橙、黃國倫、邱志義，“數位典藏技術導論”，國立臺灣大學出版中心，2007。
16. 蔡京珩、龔旭陽、張又蓁，“基於語意網技術之電子商務社群網設計模式—以3C團購網為例”，第23屆國際資訊管理學術研討會論文，2012。

17. 黃光雄，“國民中學「一綱多本」教科書政策實施之研究”，中華民國教材研究發展學會，2007。
18. 古智雄、何耀州、蔡易輯，“國小五年級自然與生活科技學習領域課程銜接與教學創新研究”，中華民國第22屆科教年會，國立台灣師範大學，2006。
19. 蘇進茶，“九年一貫「一綱多本」教科書政策衍生問題與因應策略”，教育研究與發展期刊，2006。
20. 黃隆民、陳麗美、張其政，“九年一貫課程國小教科書的問題及其解決對策”，國小九年一貫課程實施後：理論與實務的對話研討會論文，2003。

## 二、西文部份

1. Berners-Lee, T., “Semantic Web - XML2000”,  
<http://www.w3.org/2000/Talks/1206-xml2k-tbl/slide10-0.html>,2000.
2. Berners-Lee, T., Hendler, J., and Lassila, O., “ The Semantic Web”,  
Scientific American, 2001.
3. Guarino, N., “Formal Ontology and Information Systems”, Formal otology  
in Information Systems, 1998.
4. Koivunen, M. R. and Miller, E., “W3C Semantic Web Activity”,  
<http://www.w3.org/2001/12/semweb-fin/w3csw>, 2001.
5. Grigoris, A. and Frank, V. H., “A Semantic Web Primer”, Massachusetts  
Institute of Technology, 2004.
6. Horrocks, I., “Semantic Web: The Story So Far.”, International Cross  
Disciplinary, pp.120-125, 2007.
7. Noy, N. F. and McGuinness, D. L., “Ontology Development101 :A Guide  
to Creating Your First Ontology” , Stanford Medical Informatics Technical  
Report, 2001.
8. Alesso, H. P. and Smith, C. F., “Thinking on the Web : Berners-Lee, Godel,  
and Turing”, John Wiley & Sons, Inc, 2006.

9. Breslin, J. G., Passant, A., and Decker, S., “The Social Semantic Web”,  
Berlin Heidelberg, 2009.
10. Kashyap, V., Bussler, C., and Moran, M., “The Semantic Web : semantics  
for data and services”, Berlin Heidelberg, 2008.
11. Manola, F. and Miller, E., “RDF Primer” ,  
<http://www.w3.org/TR/2004/REC-rdf-primer-20040210/>, 2004.

