

建構以知識本體為基礎的雷達發射機維修語意查詢系統

著者／楊宗郎 蘇園展

空軍航空技術學院 90 年班、國防大學空軍指揮參謀學院 106 年班，
現服務於空軍戰管聯隊第一雷達中隊

中正理工學院 85 年班、國防大學空軍指揮參謀學院 101 年班、國防
大學管理學院資管所碩士，現服務於國防大學空軍指揮參謀學院

本研究依據本體理論、本體發展方法論與知識轉換模式，再參考國軍某雷達系統歷年故障統計，探討最常出現的故障現象與故障原因，並透過從事雷達修護專家之訪談，發掘修護專家的「內隱知識」後，比對訓練教材故障排除程序，完成雷達故障分析表，完成以知識本體為基礎的裝備故障診斷框架，並使用美國史丹福大學所開發之 Protégé 公共軟體，據以建構雷達故障診斷知識本體的模型，達到知識查詢與保存。

本研究提供使用者查詢雷達故障維修的途徑，增進修護人員技術，縮短搶修時效，使雷達能長時間提供飛航服務，以維飛安。

壹、前言

雷達裝備因價格昂貴且獲得不易，在全壽期維護管理中，後續維持成本佔極大之比例，在維繫戰備的需求下，妥善率與修護時效的要求亦必須到達標準，而要維持裝備妥善，除了要有充分的零附件及完善的整體後勤支援制度外，完整的修護制度與維修能量亦是必備條件。

目前部隊均依訓練計畫逐步藉由在職訓練、專長訓練及專精訓練等流程傳承修護技能，然而雷達修護專長人員常因職務調動或離退更迭，修護能量維持不易，多數時間仍仰賴資深技優

人員帶領資淺人員靠維修經驗或創新修護技巧來搶修雷達裝備，資深修護人員之離退，使後續從事修護人員，可能因修護經驗不足或本職學能不佳，而無法於短時間內恢復雷達系統戰備任務。由於經驗之傳承至為重要，因此，為了避免修護技能斷層、修護能量難以為繼情況發生，實應充分推廣知識管理，建置修護知識本體理論，藉此建立完整修護知識，使知識資源轉化為組織的創新價值，亦是修護人員在未來國防政策人員持續精簡下存在之價值。

在眾多知識表達方法中，以本體論為基礎的系統具有明確表達領域知識中概念類別與其之

間關係建立的特性。因此，本研究採用文獻分析法及內容分析法，蒐集分析國軍某雷達最常出現之故障現象與故障原因，探討雷達故障維修知識本體內涵，發展雷達故障維修知識本體的模型，最後以本體論建置工具 Protégé3.5 來建構雷達故障維修知識本體，據以達成修護知識的分類及儲存，並以視覺化的方式表達於電腦系統中，提供使用者於故障維修時查詢之參考。

貳、知識表達與本體論

為了驗證以本體論知識庫做為雷達維修作業知識架構的可行性，本研究分別從知識表達方式、本體論以及 Protégé 平台進行探討，從中獲得知識本體建置的理論基礎。

一、知識表達方式

知識管理是一種常見的管理方法，如企業透過長年累積下來的經驗，利用知識管理將相同領域的知識統整、具體化並且進行合理的分類、管理及使用，讓企業運作更有效率，亦或者在求學過程中所學到的生物分類法：界、門、綱、目、科、屬、種，也是一種快速認識生物物種的知識管理方法。¹

知識表達可將抽象概念之間的關係，賦予圖表或規則等方式有系統地表達出來，以方便知識之儲存、管理、檢索與再利用，並能幫助企業成員之間快速分享。

目前知識表達的方法大致上包含框架式 (Frames)、規則式 (Rules)、邏輯表示式 (Logics) 及本體論 (Ontology)。² 上述各種知識表達方式之定義、優點、缺點整理比較如表 1 列示。

二、本體論

知識庫常會利用知識本體論的觀念來設計知識單位間彼此的聯結。³ 發展本體論的目的在希望人與軟體代理人之間分享一般能了解的資訊架構、達到領域知識重用與使領域假設明確。並且將領域知識從操作性知識中區分出來，協助分析領域知識。⁴

自 1990 年開始，已有許多關於本體論的定義被提出，其中最常被引用的為 Gruber 於 1993 年提出「本體論可以將共享 (share) 的概念 (conceptualization) 明確 (explicit) 的形式化 (formal)」。⁵ 當中則說明本體論的四層涵義：(一) 共享：本體論是被群體共同認可的知識，不是個體所有，而是屬於群體的；(二) 概念：是指本體論乃是從真實世界的現象中去得到一

- 1 陳珪儒，《基於本體論與語意網路之知識管理系統建構－以網球領域知識為例》（新北市：淡江大學資訊管理學系 / 碩士論文，2020 年 1 月），頁 1。
- 2 莊雯貞，《知識塑模之研究：一個具解決問題特性之知識本體模式及查詢語言》（臺南市：崑山科技大學資訊管理學系 / 碩士論文，2007 年 6 月），頁 7。
- 3 林東清，《知識管理》（臺北：智勝文化，2008）。
- 4 Natalya F. Noy and Deborah L. McGuinness, "Ontology Development 101: A Guide to Creating Your First Ontology", Stanford University, Stanford, CA, 94305.
- 5 T.R. Gruber, "A translation approach to portable ontology specifications, " Knowledge Acquisition, Vol.5, No. 2(1993), pp. 199-220.

表 1 各種知識表達方式之比較

知識表達方式	定義	優點	缺點	相關文獻
框架式	以「物件－屬性－屬性值」的組合來表達知識	1. 結構性強，能表示多種類的知識 2. 明確的知識架構	1. 無法提供知識間的因果關係 2. 缺乏彈性	白美滿 (2003)、Chen (1998)
規則式	以「If...Then…」子句建構所有知識規則	適用於表達程序性的知識	1. 不易表達複雜和完整的知識內容 2. 規則間的關聯定義不明確	劉翔銘 (2004)
邏輯表示式	一種正確推理之科學，目的在以嚴謹及可證真偽之方式呈現知識	可獨立於推理的方法（向前推理 / 向後推理）	1. 缺乏結構性 2. 難達到知識分享和再利用	Manjula 等人 (2003)、Fan 等人 (2001)
本體論	描述知識概念與關係的表達方法	1. 清楚描述領域知識的概念 2. 推論能力佳 3. 獲取領域之專有知識	目前尚未有統一標準	Sugumaran &Storey (2002)

資料來源：莊雯貞，《知識塑模之研究：一個具解決問題特性之知識本體模式及查詢語言》（臺南市：崑山科技大學資訊管理學系 / 碩士論文，2007 年 6 月），頁 9。

個概念的模式；（三）形式化：是指本體論可以被電腦所解讀；（四）明確性：是指概念的使用，概念必須被明確的定義及表達其限制。⁶

茲就多位學者對於本體論一詞之定義，綜整如表 2。

Noy 及 McHuinness 對於建立知識本體提出五項優點：（一）分享結構化資訊；（二）重複使用；（三）明確定義領域；（四）獲取領域之專有知識；（五）分析領域知識。⁷ 基於上述優點，知識本體應適當地被建置。而本體論構成的要素有 Class、Slot、Instance、Axiom 等四項，分述如後：⁸

（一）Class：
是人類腦中的一個類別或概念，如人、中國人、日本人等，而中國人、日本人是「人」的

子類別。所以「人」這個類別在這個例子中可當作是較高層次的類別。

（二）Slot：
是用來描述概念的屬性，或者是概念之間的關聯，例如：車子有型號、廠牌，或車子有其特定的功能。嚴格來說：父類別與子類別之間的關聯也可以說是一種 Slot。

（三）Instance：
稱作實例，是概念或類別中的一個案例，實例繼承了其類別的所有屬性與關聯，例如：旅行車、轎車都是小型車的實例，但是擁有不同的車型與廠牌。

（四）Axiom：
稱作原則或限制，是用來制定概念間關聯或限制，其與 Slot 不同的地方在於 Slot 清楚

6 莊雯貞，《知識塑模之研究：一個具解決問題特性之知識本體模式及查詢語言》（臺南市：崑山科技大學資訊管理學系 / 碩士論文，2007 年 6 月），頁 10。

7 F. N. Noy, and D. L. McGuinness, “Ontology development 101: a guide to creating your first ontology,” Stanford University, 2001.

8 林柏伸，《以本體論為基礎的運輸計畫知識系統》（高雄市：國立高雄第一科技大學資訊管理系 / 碩士論文，2010 年 12 月），頁 15。

表 2 學者對於本體論的定義

年度	學者名	定義
1991	R. Neches et. al.	本體論定義了組成主題領域的基本辭彙和關係，以及用於組合辭彙和關係的規則。
1993	T. R. Gruber	本體論是一種可分享概念的明確描述形式。
1999	William wartout and Austin Tate	本體論是用於描述某一特定領域知識的一套概念或術語，能夠組織較高層次的抽象知識，呈現該特定領域的知識內容。
2001	Noy et. al.	本體論是一個描述特定領域的基本知識包括了領域中的概念、描述概念的屬性、概念彼此間的關係以及概念的實例所組成的一個知識庫。

資料來源：

1. 林柏伸，《以本體論為基礎的運輸計畫知識系統》（高雄市：國立高雄第一科技大學資訊管理系 / 碩士論文，2010 年 12 月），頁 14。
2. 莊雯貞，《知識塑模之研究：一個具解決問題特性之知識本體模式及查詢語言》（臺南市：崑山科技大學資訊管理學系 / 碩士論文，2007 年 6 月），頁 11。
3. 本研究自行整理。

的定義了個類別之間的關聯，Axiom 可以定義 Slot 無法表達的關聯關係，這種關聯可以橫跨多個類別。例如：人具備「吃」這個類別，人會吃所有的動物，但人本身又屬於動物一員，則會推導出人會吃人這樣的結果，在道德上是不合邏輯的，這樣的關係就必須靠 Axiom 來定義。

三、Protégé 平台

Protégé 是由美國史丹佛大學所開發的本體論平台，根據 Protégé 官方網站至 2020 年 3 月的統計，Protégé 的社群已達 36 萬 6,084 人，⁹ 且已成為本體論發展的主要工具；另自 1983 年發展至今，已到 5.5.0 (2019 年) 的版本。¹⁰

Protégé 提供了知識本體的基本功能，使用起來簡單方便，更詳細的解說文檔，模組劃分清晰，因此基本上成為國內外眾多知識本體研究

機構建構本體的首選工具。¹¹

知識工作者可依循 Protégé -2000 的架構設計外掛系統，附掛於 Protégé -2000 系統之中。Protégé -2000 架構共分為三個層級（如圖 1）：
（一）使用者介面 (User Interface)：
利用預設的介面模組，由使用者自行決定並使用介面；亦可以外掛的方式增加新介面。

（二）Core Protégé -2000：
整個 Protégé -2000 管理知識庫的主要部分，包括知識的建立與推理。

（三）Persistent Storage：
包含儲存實體及知識庫對應 (Knowledge-base Mapping) 二部分，利用知識庫對應將本體論及其實例對應於儲存實體上。

從早期版本到 Protégé -2000，全世界至少有 50 項計畫採用 Protégé 相關系統。¹²

9 Prot g 官方網站，<https://protege.stanford.edu/>（檢索日期：2020 年 3 月 17 日）。

10 Protege Desktop Older Versions, https://protegewiki.stanford.edu/wiki/Protege_Desktop_Old_Versions（檢索日期：2020 年 3 月 17 日）。

11 葛慶柏，《汽車引擎故障診斷知識本體建構之研究》（臺北市：國立臺灣師範大學工業教育研究所博士論文，2010 年），頁 68。

12 王文君，〈初探 Ontology〉，台灣大學建築與城鄉研究所課程資料，頁 16。< <http://myweb.ncku.edu.tw/~ftlin/course/CAAD/CourseInformation/document/Ontology.pdf> >（檢索日期：2020 年 3 月 17 日）

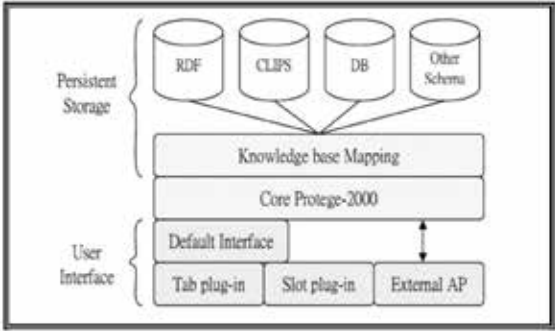


圖 1 Protégé-2000 架構圖

資料來源：王文君，〈初探 Ontology〉，台灣大學建築與城鄉研究所課程資料，頁 16。< <http://myweb.ncku.edu.tw/~ftlin/course/CAAD/CourseInformation/document/Ontology.pdf> >（檢索日期：2020 年 3 月 17 日）

參、雷達發射機故障維修知識本體解析

因知識管理層面廣泛，且國軍組織架構繁多，考量研究深度、廣度及限制，本研究主要以國軍某雷達做為主要標的，並僅列舉「發射機系統」故障進行範例研析，並運用 protégé 軟體建構出該型雷達修護本體模型，研究架構如圖 2 所示。

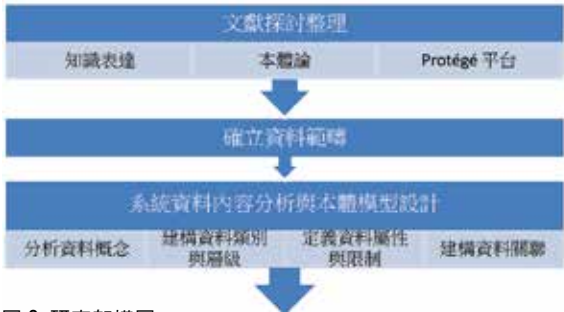


圖 2 研究架構圖

參考資料：本研究自行整理

13 呂宥廷，〈基於知識本體建構防救災通報資料標準—以高雄市政府為例〉（臺中市：逢甲大學都市計畫與空間資訊學系碩士論文，2019 年），頁 11-12。

一、雷達故障維修知識本體內涵

本研究為提升可靠度，除參考修護技令及訓練教材等資料外，另蒐集近 10 年故障維修紀錄執行分析統計，並針對該系統具備 A 等級資深修護經驗之專業人員實施訪談，深入探討各種故障現象及徵候，據此整理完成雷達發射機系統故障維修知識本體內涵，確認各故障現象之故障原因及維修相關知識說明，茲就「冷卻劑極級流量故障燈亮」為例列示如下頁表 3。

二、雷達發射機系統故障資源描述架構

1999 年全球資訊網協會（W3C）提到資源描述架構（Resource Description Framework，簡稱 RDF），主要目的是讓機器能夠真正了解人所輸入的描述為何，將現有網站的資料轉換成電腦可讀的程式語言，若是電腦與人能做到某種程度的溝通的話，則能讓使用者能更精準地找到資源，以避免與其他資源重複。¹³ 意即以資源描述架構三元組：「物件－屬性－值」將其資源加以描述其意義與使用的範圍，就文中雷達故障分析表的故障現象而言，「A 冷卻劑極級流量故障燈亮 COOLANT_COLLECTOR_FLOW」是一個被描述的資源，其所發展的项目「A-01 岐管壓力計 1A27M1」就可以用一段文字或是另一項資源來敘述，而成為三元組的值，而存在其間的關連，我們就以物件屬性來連結。雷達發射機系統故障資源描述架構示意圖如圖 3 所示。

肆、建置雷達發射機故障維修知識本體

表 3 雷達發射機系統故障維修知識本體內涵

故障現象	故障原因	相關知識
A 冷卻劑極級流量故障燈亮 COOLANT_COLLECTOR_FLOW	A-01 岐管壓力計	A-01-1 壓力應於 85 至 130 psig 之間
	A-02 確認換熱器正在工作	A-02-1 換熱器應運轉
	A-03 冷卻液儲桶液體位準指示器	A-03-1 冷卻液位準應在 1/2 至 3/4 滿之間
	A-04 換熱器儲氣筒氣壓計	A-04-1 儲桶氣壓應為 8 至 12 psig
	A-05 檢查冷卻劑系統是否洩漏	A-05-1 應無冷卻液洩漏
	A-06 冷卻劑洩漏時，檢查軟管及軟接頭	A-06-1 冷卻液系統洩漏應改善
	A-07 補充冷卻液至換熱器儲桶	

參考資料：本研究自行整理

一、定義知識本體

Protégé 平台是由美國史丹福大學所開發出來可供免費下載使用的知識本體建構工具，目前最新版本為 5.5.0 版。本研究考量系統穩定度與使用便利性，以 3.5 版進行知識本體建置。

定義知識本體的步驟如後：

（一）定義知識本體類別

1. 首先開啟 Protégé 3.5，直接點選 New

Project。

2. 點選 OWL/RDF Files 後進入 Protégé 3.5 工作視窗。

3. 在 Protégé 3.5 預設的工作視窗中，包括了 Metadata、OWL Classes、Properties、Individuals 及 Forms 等五個工作區。

4. 建立類別（Owl Classes）：點選「Owl Classes（類別）」視窗，分別建立「故障現象」、

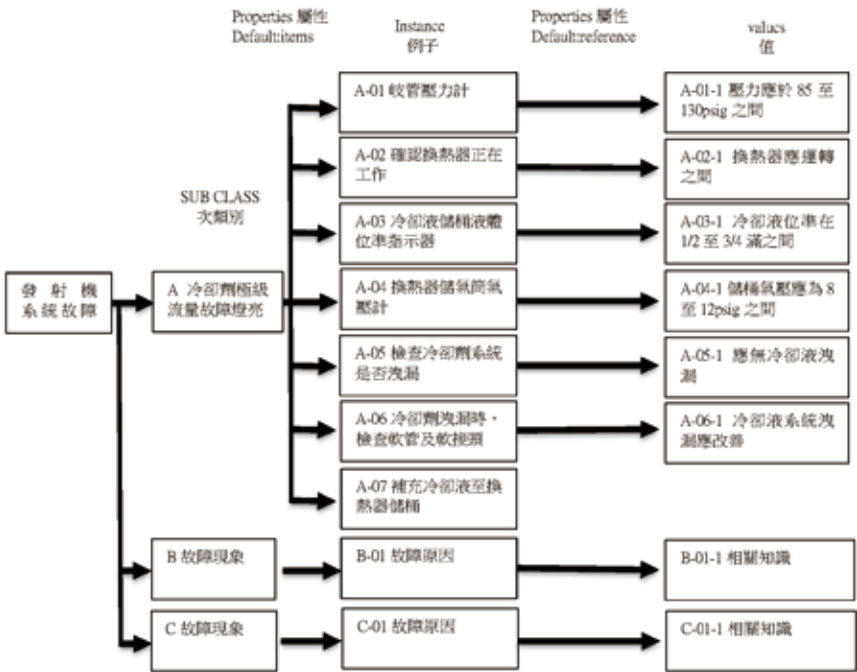


圖 3 發射機故障資源描述架構示意圖
參考資料：本研究自行整理

「故障原因」、「相關知識」三個新增類別，如圖 4 所示。

（二）完成實例（Individuals）建置

1. 在「Class Browser（類別瀏覽器）」中選擇「故障現象」類別，並在「Instance Browser（例子瀏覽器）」建立「A 冷卻劑極級流量故障燈亮」及「B 冷卻劑本體流量故障燈亮」等 2 項實例做為本研究範例，如圖 5 所示。

2. 在「Class Browser（類別瀏覽器）」中選擇「故障原因」類別，並在「Instance Browser（例子瀏覽器）」中建立「A-01 歧管壓力計 1A27M1」等 14 項實例，如圖 6 所示。

3. 在「Class Browser（類別瀏覽器）」中選擇「相關知識」類別，並在「Instance Browser（例子瀏覽器）」中建立「A-01-1 壓力



圖 4 使用 Protégé 3.5 建立類別
參考資料：本研究自行整理

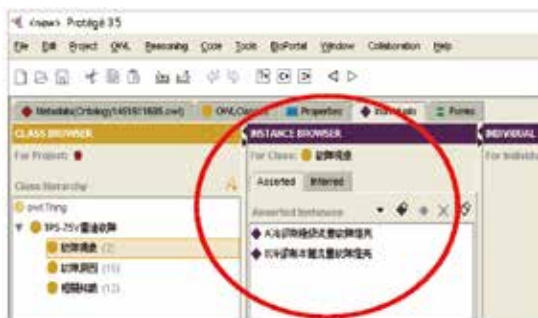


圖 5 使用 Protégé 3.5 建立「故障現象」之實例
參考資料：本研究自行整理



圖 6 使用 Protégé 3.5 建立「故障原因」之實例
參考資料：本研究自行整理

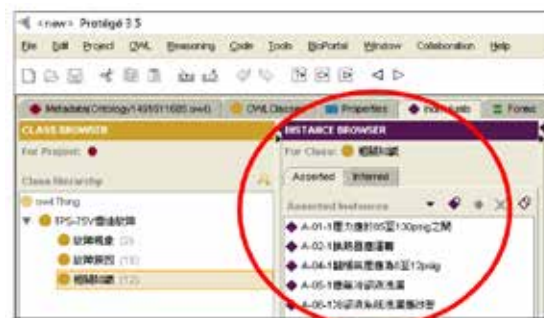


圖 7 使用 Protégé 3.5 建立「相關知識」之實例
參考資料：本研究自行整理

應於 85 至 130psig 之間」等 12 項實例，如圖 7 所示。

（三）定義類別中的屬性

點選「Properties（屬性）」視窗，在左方「Properties Browser（屬性瀏覽器）」內點選「Object（物件）」工作區，分別建立 items 以及 references 兩個物件屬性，如圖 8 所示。

上述兩個屬性的「Domain（使用領域）」及「Range（使用範圍）」，如表 4 說明。

表 4 物件屬性的使用領域（Domain）及範圍（Range）

物件屬性 (Properties)	領域 (Domain)	範圍 (Range)
items	故障現象	故障原因
reference	故障原因	相關知識

參考資料：本研究自行整理

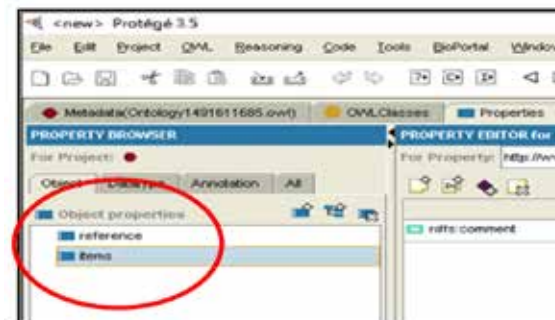


圖 8 使用 Protégé 3.5 建立物件屬性
參考資料：本研究自行整理

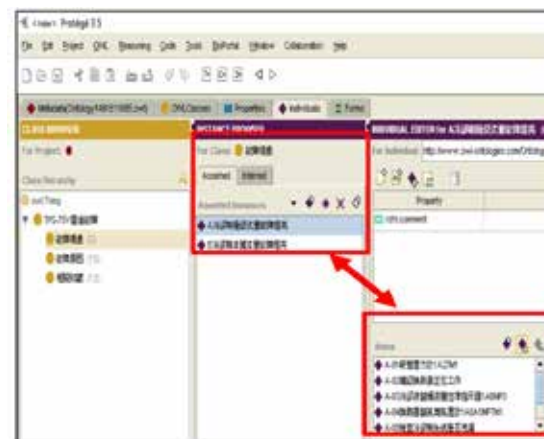


圖 9 使用 Protégé 3.5 建立實例及 items 屬性關係
參考資料：本研究自行整理

（四）完成屬性關係建立

1. 在「故障現象」、「故障原因」下的各項「Instance Browser（例子瀏覽器）」及「Individual Editor（實例編輯器）」之間建立 items 屬性關係，如圖 9 所示。

2. 在「故障原因」、「相關知識」下的各項「Instance Browser（例子瀏覽器）」及「Individual Editor（實例編輯器）」之間建立 reference 屬性關係，如圖 10 所示。

二、雷達故障維修知識本體視覺化

在完成雷達故障維修知識本體建置後，本研究採用 Protégé 平台本身之 Jambalaya 視覺化工

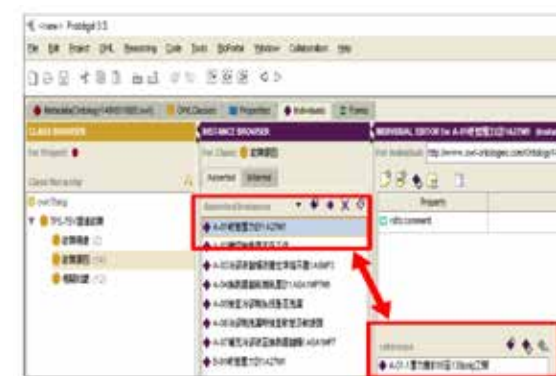


圖 10 使用 Protégé 3.5 建立實例及 reference 屬性關係
參考資料：本研究自行整理

具，來輔助使用者檢視建置完成後的本體架構。

（一）點選 Protégé 平台中「project」選項的 configure。

（二）在 configure 視窗中，勾選「Jambalaya Tab」，按下 OK 按鈕。

（三）在 Protégé 平台工作區中點選「Jambalaya」視窗，選擇 Quick Views（快速查看）之「Class Tree（類別樹狀圖）」檢視本體架構，如圖 11 所示。

伍、語意查詢系統建置

一、建置步驟

本文所規劃建置之語意查詢系統，是以 JENA 官方網站 (<http://jena.apache.org/index.html>) 所提供之 JENA 套件來建置 RDF 伺服器的查詢服務。而其中包含了 Apache-Jena 以及 Jana-Fuseki 兩個伺服器套件所需要的執行元件。其建置 Fuseki 伺服器的步驟如下：

（一）至 JENA 官方網站下載 apache-jena-3.2.0 及 jena-fuseki1-1.5.0 檔案並解壓縮至 c:\。

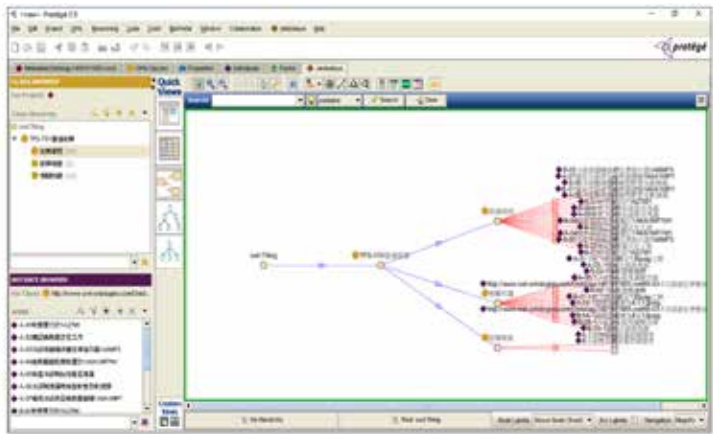


圖 11 「Jambalaya」視窗之 Class Tree (類別樹狀圖)
參考資料：本研究自行整理

(二) 使用命令提示字元視窗設定環境變數，先定義 set JENA_HOME=c:\apache-jena-3.2.0，再以指令 cd %JENA_HOME% 確認是否設定正確，如圖 12。

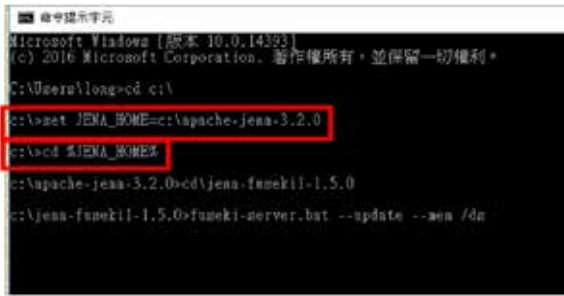


圖 12 設定 fuseki 環境變數
參考資料：本研究自行整理

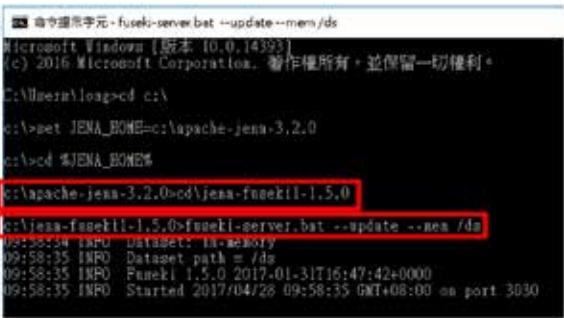


圖 13 FUSEKI 資料庫載入成功畫面
參考資料：本研究自行整理

(三) 繼續使用命令提示字元下達指令 cd\jena-fuseki1-1.5.0 以及 fuseki-server.bat - update - mem/ds 載入系統資料庫，如圖 13。

(四) 接續至系統 - 進階 - 環境變數中設定使用者環境變數，在使用者變數新增「JENA_HOME」，路徑指向「c:\apache-jena-3.2.0」，如圖 14 所示。

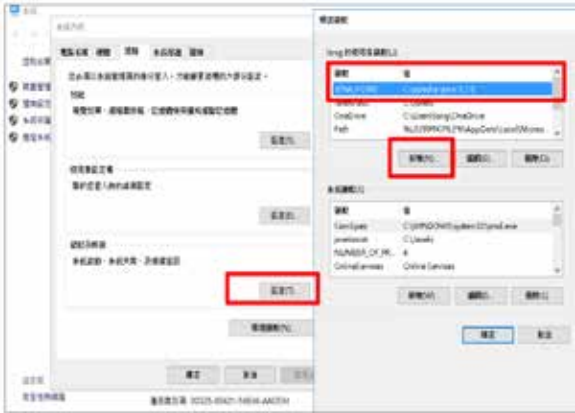


圖 14 系統環境變數設定
參考資料：本研究自行整理

(五) 我們實際使用瀏覽器輸入網址 http://localhost:3030/ 來確認查詢伺服器是否運行成功，當查詢網頁可開啟則表示安裝成功，如圖 15 所示。

二、實際執行系統查詢

(一) 完成知識本體建置之後，以 OWL 格式匯出，並放置於 c:\jena-fuseki1-1.5.0，後續新增、修改或删除知識本體的內容時，均需重新以 OWL 格式儲存至該位置，並重新啟動 Fuseki 伺服器，使其重新載入更新過的檔案，避免發生載入尚未更新的知識本體或查詢錯誤情況。

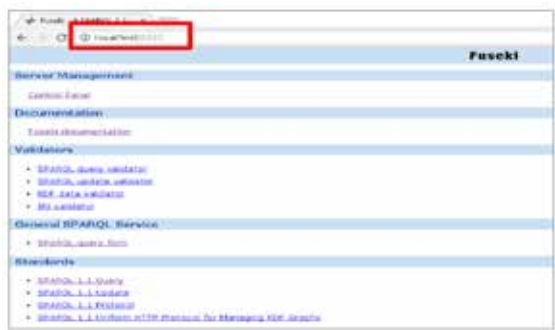


圖 15 以瀏覽器檢視 server 運行成功畫面
參考資料：本研究自行整理

(二) 以命令提示字元下達指令 set JENA_HOME=c:\apache-jena-3.2.0，cd %JENA_HOME%，cd\jena-fuseki1-1.5.0，重啟 Fuseki 伺服器，最後以指令“fuseki-server.bat - file=XXXX.owl (係指前述匯出之 OWL 格式命名檔) /ds”載入並讀取建置完成之知識本體。

(三) 開啟網頁輸入查詢網址進入查詢畫面，如圖 16、17 所示。

(四) 本研究僅以「A 冷卻劑極級流量故障燈亮」、「B 冷卻劑本體流量故障燈亮」兩類故障為例建立知識本體，類別區分為「故障現象」、「故障原因」、「相關知識」，並依「物件-屬性-值」特性完成三元組建置，再以屬性串連各類



圖 16 進入查詢畫面 (一)
參考資料：本研究自行整理



圖 17 進入查詢畫面 (二)
參考資料：本研究自行整理

別間之關係，以下我們在 SPARQL 網頁運用對應之指令執行查詢，查詢指令語法說明，如表 5、表 6。「故障現象」、「故障原因」之間之對應

表 5 查詢語法說明 (一)

指令區塊	指令功能	指令內容說明
第一行	定義名稱空間	定義查詢指令中會用到的前置詞「default」
第二行	定義查詢名稱	定義第三行中查詢內容「故障現象」、「故障原因」的顯示欄位名稱
第三行	定義查詢條件	「故障現象」 default:items 「故障原因」
第四行	排序	以「故障現象」排序

參考資料：本研究自行整理

表 6 查詢語法說明 (二)

指令區塊	指令內容
第一行	Prefix default:<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1491611685.owl#>
第二行	SELECT ?故障現象 ?故障原因
第三行	WHERE { ?故障現象 default:items ?故障原因 }
第四行	ORDER BY ASC (?故障現象)

參考資料：本研究自行整理

之查詢情況如圖 18、19 所示。

（五）在 SPARQL 網頁運用對應之指令執行查詢，「故障原因」、「相關知識」之間之對應之查詢情況如圖 20、21 所示。



圖 18 輸入查詢指令（故障現象 - 故障原因）

參考資料：本研究自行整理



圖 19 查詢結果（故障現象 - 故障原因）

參考資料：本研究自行整理



圖 20 輸入查詢指令（故障原因 - 相關知識）

參考資料：本研究自行整理



圖 21 查詢結果（故障原因 - 相關知識）

參考資料：本研究自行整理

陸、結論

本體論是哲學領域上探討萬物的本質並加以分析歸納的概念。本體論的概念常常被應用在語意網上，其所具有的關聯性架構能夠建立成語意知識本體論，所以拿來檢索、判讀非常具有準確度和提升檢索效率。¹⁴

面對知識經濟時代的來臨，部隊除主要依照技令、維修手冊及線路圖來搶修雷達系統故障，並由資深人員帶領資淺人員一步一步的靠經驗或創新修護技巧來協助技術及經驗傳承，但現今國軍組織不斷精簡，恐導致修護人員間年班斷層，再者資深修護人員一但退伍或是調差，而後續從事修護人員，可能因修護經驗不足或本職學能不佳，而無法於搶修時間內恢復雷達系統戰備任務，進而影響防空雷情搜索涵蓋。

因此修護知識本體理論建置將使知識資源轉化為組織的創新價值，將是雷達修護人員在未來國防政策人員持續精簡下存在之價值。

茲將本研究所得貢獻說明如下：

一、本研究計整理出國軍某雷達發射機系統「A 冷卻劑極級流量故障燈亮 COOLANT_

COLLECTOR_FLOW」等 30 種故障分析，並從故障現象歸納整理出各種故障原因判讀，再分析出其相關知識。

二、運用 Protégé 3.5 版完成雷達故障維修知識本體之建構，並採用 Protégé 平台本身之 Jambalaya 視覺化工具，來輔助使用者檢視建置完成後的本體架構，提升參考價值。

三、本研究所產製之資料庫也能當作人員訓練教材，研究內容均為資深修護人員心血的結晶，新進人員在做完基礎的養成訓練後，可要求其開始研讀本研究之資料庫，因資料庫所產製之故障在其擔任修護人員時期一定會遭遇，可先由資深人員依故障修護方式一步步帶領新進人員從事修護工作，也可以將本研究當作測驗題目供人員實作鑑測依據，可謂一舉數得。

四、本研究建置語意擴充查詢，將雷達發射機的相關資訊進行標準化的分析與模組設計，讓知識能被運用，並提高搜尋的準確度。此外，還以互動式的查詢介面來顛覆繁瑣的詢問方式，使得使用者能更清楚的表達其資料檢索之意圖；¹⁵ 另外，透過查詢系統，讓使用者可以針對故障原因，得到進一步完整的部件維修建議，增加維修便利性，有效縮短維修工時。

柒、國軍管理之實務運用

本研究係關於雷達發射機系統常見之故障，因國軍雷達系統種類眾多，分別部署於全臺各地，相信各雷達陣地修護人員均會遭遇不同類型之故障，也會根據修護手冊執行修護，假使各雷達陣地修護人員都能把前人留下之修護經驗保存，再利用 Protégé 軟體分析其本體性質，

勢必能更加豐富本研究內容，使資料庫更加完整，這樣就能讓後期修護人員在遭遇到類似雷達故障情況時，手邊除了有技令、修護手冊及線路圖或修護電腦上錯誤碼故障顯示情況供人員查修外，亦可再利用本研究所列之故障分析結果，做進一步之比對，相信能更準確找到故障點，有效縮短修護工時，確保裝備妥善，使各式雷達均能廣續擔負重要任務。

參考資料

- 一、中文部分
 - (一) 專書
林東清，2008。《知識管理》。臺北：智勝文化。
 - (二) 期刊論文
陳志達、施伯沅，2019。《可自動轉換專利本體與語意查詢之專利文件應用》。TANET2019 臺灣網際網路研討會。
陳志達、郭建明、楊以縉，2017。《以水果本體為基礎提供語意檢索與推薦系統之研製》。（TANET2017 臺灣網際網路研討會。）
 - (三) 學位論文
呂宥廷，2019。《基於知識本體建構防災通報資料標準－以高雄市政府為例》臺中市：逢甲大學都市計畫與空間資訊學系碩士論文。
林柏伸，2010。《以本體論為基礎的運輸計畫知識系統》。高雄市：國立高雄第一科技大學資訊管理系碩士論文。
莊雯貞，2007。《知識塑模之研究：一個具解決問題特性之知識本體模式及查詢語言》。臺南市：崑山科技大學資訊管理學系碩士論文。
陳玗儒，2020。《基於本體論與語意網路之知識管理系統建構－以網球領域知識為例》。新北市：淡江大學資訊管理學系碩士論文。
葛慶柏，2010。《汽車引擎故障診斷知識本體建構之研究》。臺北市：國立臺灣師範大學工業教育研究所博士論文。
- 三、網際網路
王文君，〈初探 Ontology〉，台灣大學建築與城鄉研究所課程資料，< <http://myweb.ncku.edu.tw/~ftlin/course/CAAD/CourseInformation/document/Ontology.pdf> >。
- 四、外文部分
 - (一) 專書
Natalya F. Noy and Deborah L. McGuinness, Ontology Development 101: A Guide to Creating Your First Ontology, Stanford University. Stanford, CA, 94305.
 - (二) 期刊論文
T.R. Gruber, 1993. “A translation approach to portable ontology specifications,” Knowledge Acquisition, Vol.5, No.2, 199-220.
 - (三) 網際網路
Protégé Desktop Older Versions, https://protegewiki.stanford.edu/wiki/Protege_Desktop_Old_Versions
Protégé 官方網站, <https://protege.stanford.edu/>