



軍事後勤

裝備維修本體語意查詢系統建構之研究-以空軍某型無線電通信裝備為例

空軍中校 陳恩鴻、空軍中校 蘇園展

提

要

本軍部分使用之無線電通信裝備，架裝迄今已逾20年。本研究依據本體理論、本體發展方法論與知識轉換模式，再參考文中標的之無線電通信裝備歷年故障統計，探討最常出現之故障現象與故障原因，並透過修護專家訪談，發掘專家「內隱知識」後，比對訓練教材故障排除程序，完成該型無線電通信裝備故障分析表和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，據以建構該型無線電通信裝備故障診斷知識本體的模型，達到知識查詢與保存。

關鍵詞：本體論、語意查詢系統、Protégé。

壹、前言

本軍現階段所使用的裝備，部分已屆全壽期，衍生後續系統維修及保養困難等各項問題，雖然部分裝備刻正執行建案中，但在建案未完成的情況下，現用裝備依然屬於主力線上件，在國防預算不足的情況下，為維持一定的妥善率，需靠第一線的修護人員確實執行一般維護作業，並在故障初期能盡早發現原因，做最有效的修護判斷。然而在人事經管及軍隊裁員的情況下，許多的修護技術恐已在人員更迭中逐漸萎縮，目前部隊還是由資深帶領資淺、師傅帶領徒弟的方式執行修護工作，技令或是修護手冊有時未能即時更新，故期望透過本研究能夠在最有效率的知識管理



模式下提升文中標的之無線電通信裝備妥善率及精進零附件獲得後勤補給能力，為當下實施探討與規劃之首要任務。

管理大師彼得杜拉克(Peter F. Drucker)曾經說過：「知識只有透過有目的、有系統、有組織的學習，知識才會變成力量」，^{【註1】}而美國生產力和質量中心(APCQ)對知識管理的定義是：「知識管理應該是組織一種有意識採取的戰略，它保證能夠在最需要的時間將最需要的知識傳送給最需要的人，達到提高組織業績目的」。^{【註2】}因此，本研究藉由邏輯的觀點，提出一個以知識本體為基礎的裝備故障維修架構，探討出適合應用於國軍後勤維修資訊知識本體論塑模。目的是為了提高備料精確度，縮短修護時間，加強人員修護技術等三項。

目前國軍所使用無線電種類眾多，為使研究能更為精確，本研究係以空軍某型無線電通信裝備做為本研究的主要對象，期透過系統化分析及對空軍修維護作業的了解，探討知識管理理論及相關維修知識，進而建構出無線電裝備修護本體理論。本研究僅針對該型無線電通信裝備故障時，顯現於面板上的故障代碼做研究，無涉及軍事機敏數據。

貳、本體論

一、本體論定義

本體論(Ontology)源自哲學用語，意義上是用來解釋描述這個世界的現象，並且對應到生活中的實體。爾後，人工智慧的研究者將本體論應用在描述特定領域的知識，所以本體論已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。我們可以透過本體論，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，而且能夠讓機器更容易了解使用者的需求。^{【註3】}

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)」。^{【註4】}當中則說明本體論的四層涵義

註1 《EMBA雜誌》，<http://www.emba.com.tw/ad/084ff5084126496f93f8fabfbc624d98>，(檢索日期：2019年1月15日)。

註2 《知識管理MBA智庫百科》，<http://wiki.mbalib.com/zh-tw/%E7%9F%A5%E8%AF%86%E7%AE%A1%E7%90%86>，(檢索日期：2019年1月15日)。

註3 羅秀瑜，《應用本體論與語意網技術於國民中學資訊課程之研究》(國立交通大學理學院/碩士論文，2012年7月)，頁9。

註4 T.R. Gruber, "A translation approach to portable ontology specifications," Knowledge Acquisition, Vol.5, No.2 (1993), pp. 199-220.



；【註5】

- (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。

二、本體論組成元素：

本體論主要是由類別(class)、屬性(property)、實例(instance)等元素組成，【註6】說明如下：

- (一) 類別(class)：類別指的是因為擁有某些共同特性所形成的群體，用來描述特定領域(domain)中的概念，從物件導向的觀點來看可以視為一個類別。
- (二) 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。
- (三) 實例(instance)：class的實體，這也是我們所關心的，這些實體會繼承父類別的所有屬性或關連。【註7】

三、本體論優點

學者Noy及McGuinness對於建立知識本體提出六項優點：【註8】

- (一) 分享結構化資訊：此為建構知識本體最終的目的。期望在特定領域中分享知識，以使用者能輕易的擷取、蒐集所需要的知識。
- (二) 重複使用：當需要建立領域知識本體時，使用者可依照已公開的知識本體做適應性的修改，以符合本身領域所涵蓋的特質。
- (三) 明確定義領域：透過知識本體的建置，清楚界定領域的範圍，對於不熟悉此領域的使用者將會非常有幫助。
- (四) 獲取領域之專有知識：知識本體內所涵蓋的內容主要用以說明整個領域的概念和關連性。因此，知識本體的建構可以讓使用者更了解該領域的專有知識。
- (五) 分析領域知識：知識本體最主要就是完整表達特定領域的知識，在建構過程

註5 莊雯貞，「知識型模之研究：一個具解決問題特性之知識本體模式及查詢語言」，崑山科技大學資訊管理學系/碩士論文，2007年6月，頁10。

註6 Natalya F. Noy and Deborah L. McGuinness. (2001), "Ontology Development 101: A Guide to Creating Your First Ontology", from <http://protege.stanford.edu/>, Retrieved May 30, 2012.

註7 羅秀瑜，《應用本體論與語意網技術於國民中學資訊課程之研究》(國立交通大學理學院/碩士論文，2012年7月)，頁9。

註8 F.N. Noy, and D.L. McGuinness, "Ontology development 101: a guide to creating your first ontology," Stanford University, 2001.



針對領域所有相關的知識進行分析，以取得對於領域有價值的知識。
基於上述優點，知識本體應適當地被建置。【註9】

參、無線電通信裝備故障維修知識本體解析

本研究蒐集文中標的之無線電通信裝備近七年故障情況並歸納統計各項故障次數，常見故障代碼為A1A5等12項（如表一），透過故障統計表、該型無線電通信裝備技令與A級合格簽證訓練教材，將完整陳述於Protégé系統中，藉由此軟體分析而產生之修護經驗本體，提供後續從事無線電修護人員參據。

一、故障維修知識本體內涵

文中標的之無線電通信裝備一般故障情況均會於裝備上以代碼顯示，相關故障分析可參照該型裝備

表一 文中標的之無線電通信裝備故障統計表

項次	故障代碼	備考
1	A1A1	
2	A1A2	
3	A1A3	
4	A1A4	
5	A1A5	
6	A1A6	
7	A1A7	
8	A1A10	
9	A1A11	
10	A1A12	
11	A1A14	
12	A1A15	

資料來源：本研究整理

無線電修（維）護專長A級合格簽證訓練教材比對出故障原因及處理方式，該型無線電通信裝備故障維修知識本體內涵彙整如表二所示。

二、無線電通信裝備故障資源描述架構

文中標的之無線電通信裝備具有自測功能，我們可將故障燈亮顯示之故障代碼做為知識核心概念，運用資源描述架構三元組之「物件－屬性－值」的描述方式，透過屬性將資源指向另一個資源或是描述一段文字。【註10】就該型無線電通信裝備故障分析表的故障現象而言，我們若要以資源描述架構三元組來解釋其意涵，即可以：無線電通信裝備故障燈亮顯示之故障原因「無激發器模組件」是一個被描述的資源，其所發展的項目「A1-0裝置連接激勵器分組件」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，在這裡我們使用default:「items」來連結故障現象與故障原因；另使用default:「reference」來連結故障原因與處理

註9 莊雯貞，「知識型模之研究：一個具解決問題特性之知識本體模式及查詢語言」，崑山科技大學資訊管理學系/碩士論文，2007年6月，頁11-12。

註10 邱英華，〈以知識本體為基礎建構藥物指標語意查詢系統〉《南華大學資訊管理學報》，第十二期，2012年2月，頁21。



表二 文中標的之無線電通信裝備故障維修知識本體內涵

故障現象	故障原因	處理方式
A1A1-0	無激發器模組件	A1-0裝置連接激勵器分組件
A1A1-1	無調變器輸出	A1-1修(換)LPA/TGC分組件
A1A1-2	無調變器上旁波帶輸出	A1-2檢修AGC/TGC
		A1-2修(換)接收板分組件
		A1-2修(換)激勵器分組件
A1A1-3	無調變器調幅對等輸出	A1-3檢修AGC/TGC分組件
		A1-3修(換)激勵器分組件
A1A1-4	無調變器連續波輸出	A1-4修(換)激勵器分組件
A1A2-1	無上旁波帶(USB)中頻訊號	A2-1修(換)中頻濾波組件
A1A2-2	無下旁波帶(LSB)中頻訊號	A2-2修(換)中頻濾波組件
A1A2-3	無連續波(CW)中頻訊號	A2-3修(換)中頻濾波組件
A1A3-1	無第一轉換器接收訊號	A3-1修(換)第一轉換器分組件
A1A3-2	無第一轉換器發射訊號	A3-2更換AGC/TGC分組件。
		A3-2修(換)第一轉換器分組件
A1A4	無功率放大輸出	A4-0檢修第一轉換器分組件
		A4-0修(換)功率放大器
A1A5-1	低通濾波器第一波帶開路	A5-1修(換)低通濾波器分組件
A1A5-2	低通濾波器第二波帶開路	A5-2修(換)低通濾波器分組件
A1A5-3	低通濾波器第三波帶開路	A5-3修(換)低通濾波器分組件
A1A5-4	低通濾波器第四波帶開路	A5-4修(換)低通濾波器分組件
A1A5-5	低通濾波器第五波帶開路	A5-5修(換)低通濾波器分組件
A1A5-6	低通濾波器第六波帶開路	A5-6修(換)低通濾波器分組件
A1A5-7	低通濾波器插線通路	A5-7修(換)低通濾波器分組件
A1A5-8	電壓駐波比故障	A5-8檢查收發機、天線耦合及天線間的連接
A1A5-9	發射低通濾波器開路	A5-9檢修AGC/TGC分組件
		A5-9修(換)低通濾波器分組件
A1A6-1	高自動增益控制	A6-1修(換)AGC/TGC分組件
A1A6-2	無手動射頻增益控制	A6-2修(換)接收板分組件
		A6-2修(換)AGC/TGC分組件
A1A6-3	發射機增益控制設定點不良	A6-3修(換)AGC/TGC分組件
A1A6-4	無發射機增益控制	A6-4修(換)激勵器分組件。
A1A7-0	無接收器模組件	A7-0裝置或連接接收機分組件
A1A7-1	無第二轉換器接收訊號	A7-1修(換)第一轉換分組件。
		A7-1修換參考震盪/BFO組件。
		A7-1修(換)接收機組合件
A1A7-2	低線基準	A7-2修(換)接收機組合件
A1A7-3	接收器發射/接收電門不良(無發射訊號)	A7-3修(換)接收機組合件
A1A7-4	自動增益控制設定點不良	A7-4修(換)AGC/TGC分組件。
		A7-4修(換)接收機分組件
A1A9	差頻振盪器未鎖定	A9-0修(換)REF/BFO分組件
A1A10	無電子合成器模組件	A10-0裝置或連接合成器分組件
A1A10-1	電子合成器未鎖定	A10-1修(換)晶體振盪器分組件
		A10-1修(換)頻率合成器分組件



A1A12	類比/數位轉換器有缺陷	A12-0修(換)收發控制分組件
A1A13	無線性功率放大器/耦合器介面電路板組件	A13-0裝置或連LPA介面分組件
A1A14-1	高多重電壓供給	A14-1修(換)多電壓電源供給分組件
A1A14-2	低多重電壓供給	A14-2-修(換)多電壓電源供給分組件
A1A18-1	無音頻移頻鍵控輸出	A18-1修(換)AFSK分組件
A1A18-2	無音頻移頻鍵控中頻	A18-2修(換)AFSK分組件
A1A19-1	包速率無效	A19-1檢查遙控控制器飽率開關設置。
A1A19-2	通用非同步收發機迴路故障	A19-2-1設置遙控控制位元是打開的，然後再執行BIT測試，如果此故障碼持續下去，則修(換)遙控介面分組件。

資料來源：本研究整理

方式，而「items」、「reference」這兩個物件屬性的使用領域(Domain)以及所使用範圍(Range)整理如表

表三 物件屬性的使用領域及範圍

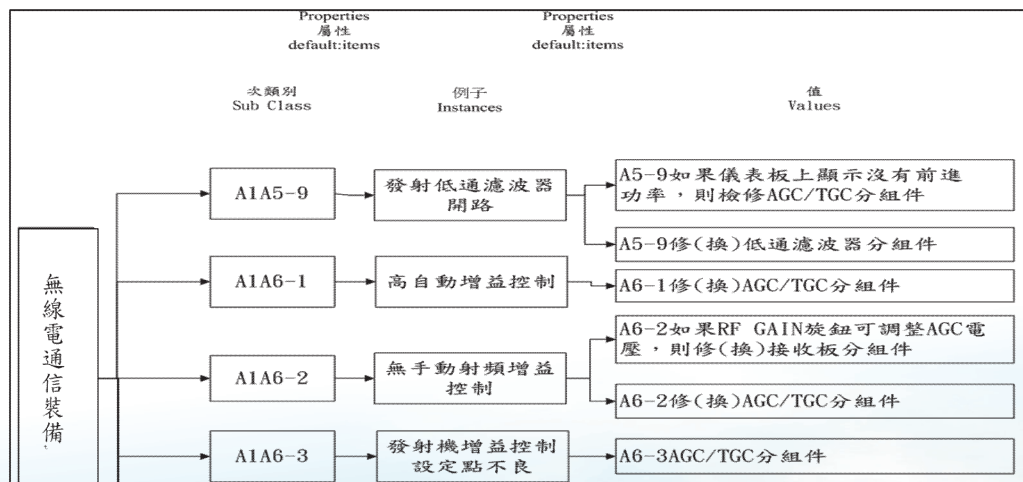
物件屬性(Properties)	領域(Domain)	範圍(Range)
Items	故障現象	故障原因
reference	故障原因	處理方式

資料來源：本研究整理

三所示，因此利用這樣的邏輯可將該型無線電通信裝備故障資源描述架構示意圖繪製如圖一所示。

肆、建置無線電通信裝備故障維修知識本體

Protégé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，根據Protégé官方網站至2019年1月的統計，Protégé的社群已達32萬9,118人



資料來源：本研究整理

圖一 文中標的之無線電通信裝備故障資源描述架構示意圖



，【註11】且已成為本體論發展的主要平台；另自1983年發展迄今(2019年)，已到5.5.0 beta 7的版本。【註12】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。【註13】

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。在Protégé 3.5的預設工作視窗中，包括了Metadata、OWL、Properties、Individuals及Forms等五個工作區，建置步驟如下：

一、完成類別(OWL Classes)建置

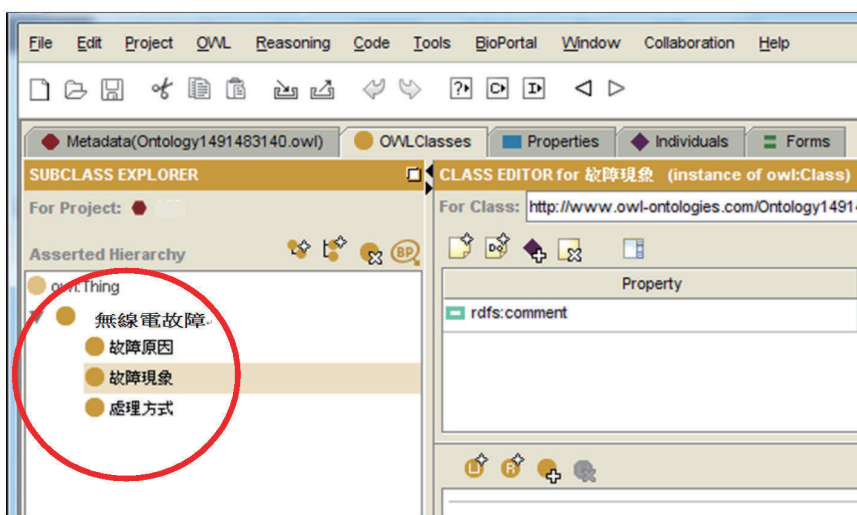
為使查詢速度加快提升效能，並使整體架構扁平化，在此我們建立「故障現象」、「故障原因」、「處理方式」三個類別，建置結果如圖二所示。

二、完成屬性(Properties)關聯定義建置

在建立屬性(Properties)時，我們點選Properties標籤，進入屬性後在Properties Browser(屬性瀏覽器)內選取物件(Object)標籤，並建立「items」這個物件屬性來定義「故障現象」、「故障原因」兩類別間之關聯；另建立「reference」這個物件屬性來定義「故障原因」、「處理方式」兩類別間之關聯，建置結果如圖三所示。

三、完成實例(Individuals)建置

在建立實例時，首先我們點選Individuals標籤進入工作區，從左至右依序分別為類別瀏覽



器 (Class Browser) 資料來源：本研究整理

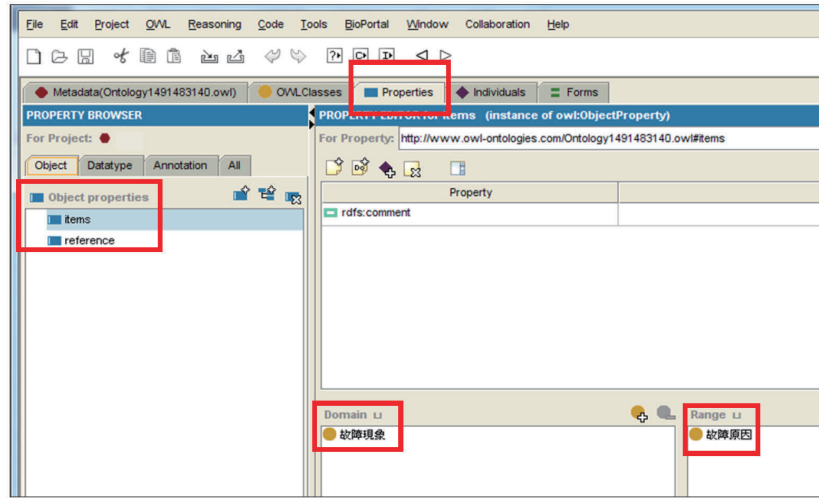
Browser)、實例 圖二 使用Protégé 3.5建立文中標的之無線電通信裝備故障類別

註11 Protégé 官方網站，<https://protege.stanford.edu/> (檢索日期：2019年1月7日)。

註12 Protégé Desktop Older Versions，https://protegewiki.stanford.edu/wiki/Protege_Desktop_Old_Versions，(檢索日期：2019年1月7日)。

註13 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年。

瀏覽器 (Instance Browser) 及實例編輯器 (Individual Editor) 三個次工作區。操作步驟為：在類別瀏覽器中選取要加入實例的類別，緊接著在實例瀏覽器中建立實例 (Create Instance)，之後



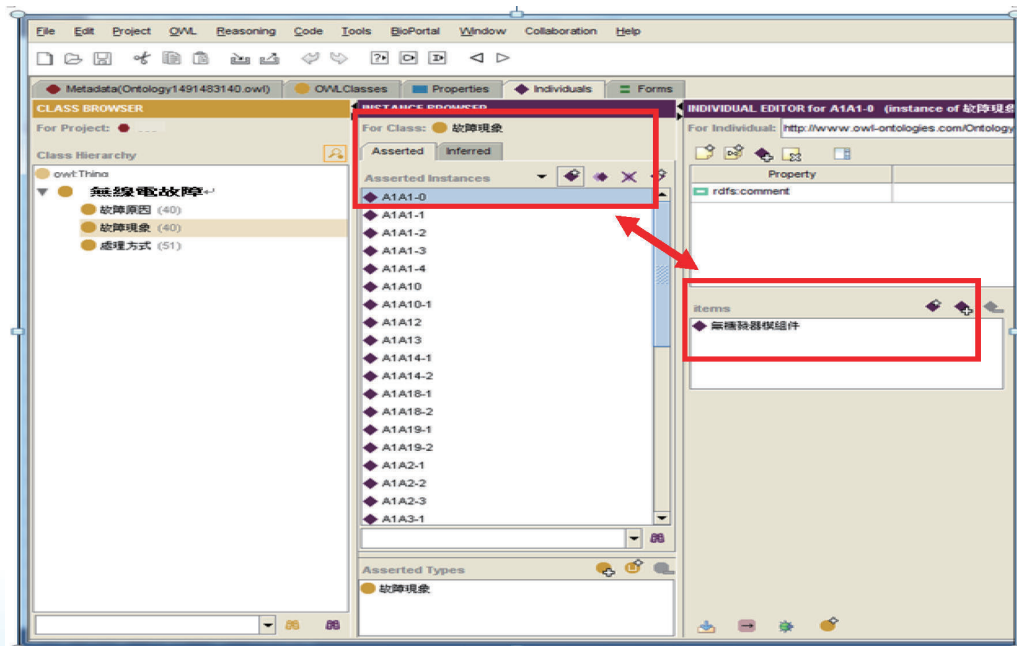
資料來源：本研究整理

在實例編輯器中修改實例的屬性及其對

應值關係。操作介面如圖四、五所示。

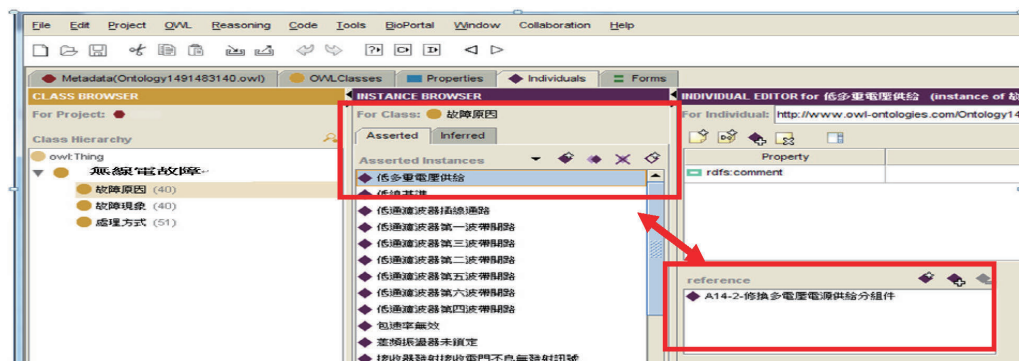
四、無線電通信裝備故障維修知識本體視覺化

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視化工具，來輔助使用者檢視建置完成後的本體架構。



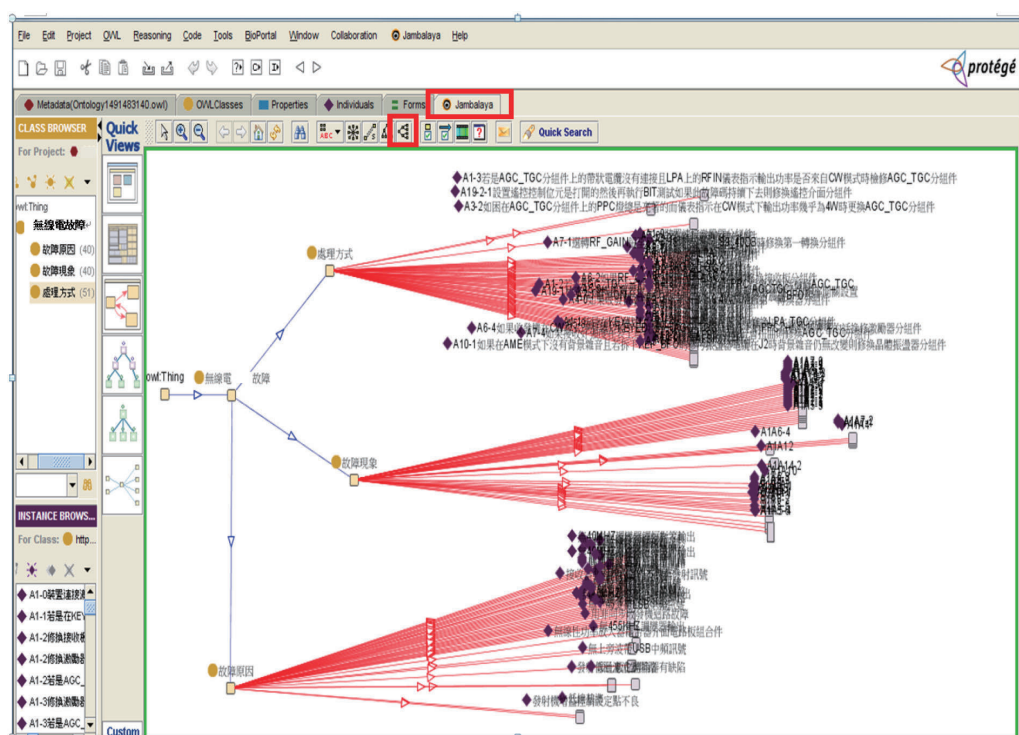
資料來源：本研究整理

圖四 使用Protégé 3.5建立「故障現象」實例及items屬性關係



資料來源：本研究整理

圖五 使用Protégé 3.5建立「故障原因」實例及reference屬性關係



資料來源：本研究整理

圖六 「Jambalaya」視窗之Class Tree(類別樹狀圖)

- (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，如圖六所示。



伍、建置語意查詢系統

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。【註14】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

```
命令提示字元
Microsoft Windows [版本 10.0.14393]
(c) 2016 Microsoft Corporation. 著作權所有，並保留一切權利。
C:\Users\long>cd c:\
c:\>set JENA_HOME=c:\apache-jena-3.2.0
c:\>cd %JENA_HOME%
c:\apache-jena-3.2.0>cd\jena-fuseki1-1.5.0
c:\jena-fuseki1-1.5.0>fuseki-server.bat --update --mem /ds
```

資料來源：本研究整理

圖七 設定fuseki環境變數

```
命令提示字元 - fuseki-server.bat --update --mem /ds
Microsoft Windows [版本 10.0.14393]
(c) 2016 Microsoft Corporation. 著作權所有，並保留一切權利。
C:\Users\long>cd c:\
c:\>set JENA_HOME=c:\apache-jena-3.2.0
c:\>cd %JENA_HOME%
c:\apache-jena-3.2.0>cd\jena-fuseki1-1.5.0
c:\jena-fuseki1-1.5.0>fuseki-server.bat --update --mem /ds
09:58:34 INFO Dataset: in-memory
09:58:35 INFO Dataset path = /ds
09:58:35 INFO Fuseki 1.5.0 2017-01-31T16:47:42+0000
09:58:35 INFO Started 2017/04/28 09:58:35 GMT+08:00 on port 3030
```

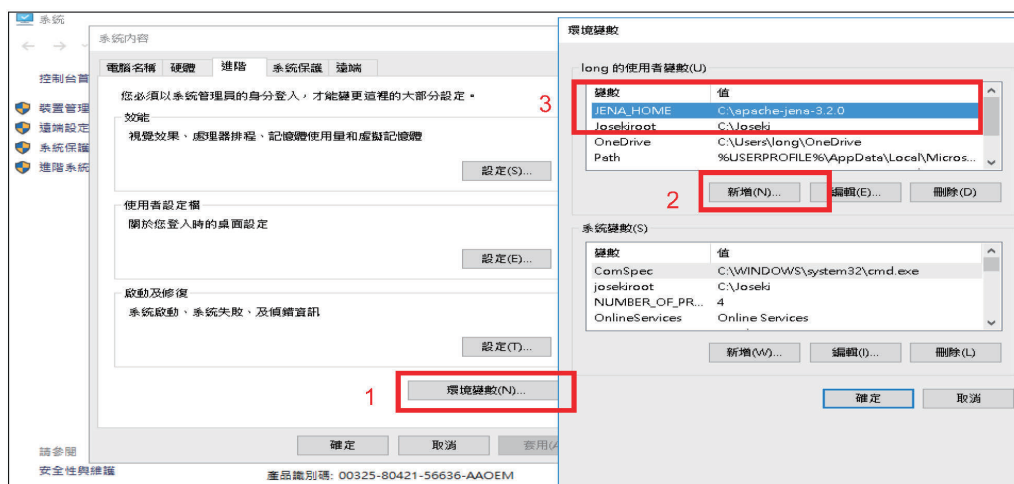
資料來源：本研究整理

圖八 FUSEKI 資料庫載入成功畫面

註14 蔡啟志，《建構以知識本體為基礎的居家修繕語意查詢系統》（南華大學資訊管理系/碩士論文，2013年6月），頁35。



- 縮至c:\。
- 二、其次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，正確會顯示c:\apache-jena-3.2.0，如圖七。
- 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，如圖八。
- 四、接續至系統-進階-環境變數中設定使用者環境變數，如圖九所示。
- 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，如圖十所示。



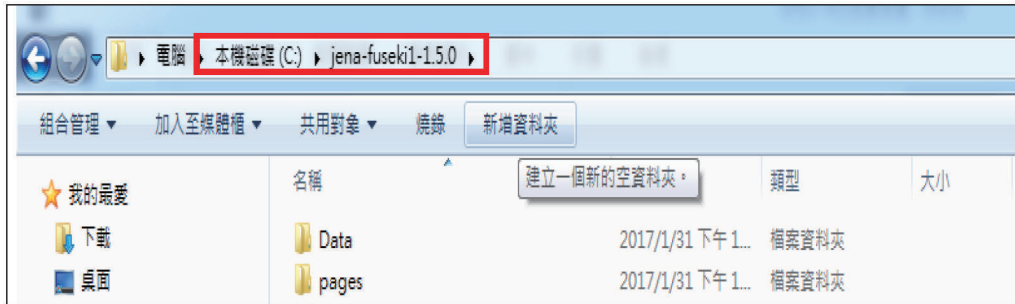
資料來源：本研究整理

圖九 系統環境變數設定



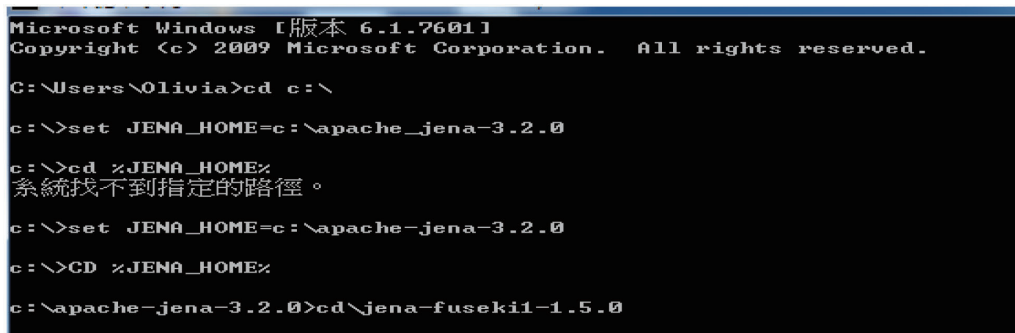
資料來源：本研究整理

圖十 以瀏覽器檢視server運行成功畫面



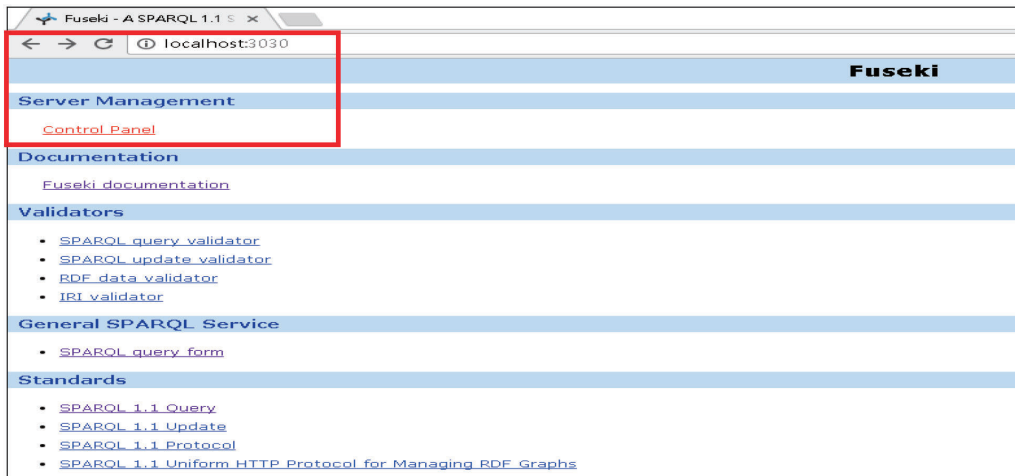
資料來源：本研究整理

圖十一 匯出本體知識



資料來源：本研究整理

圖十二 載入完成建置之知識本體



資料來源：本研究整理

圖十三 進入查詢畫面(一)

六、實際執行系統查詢

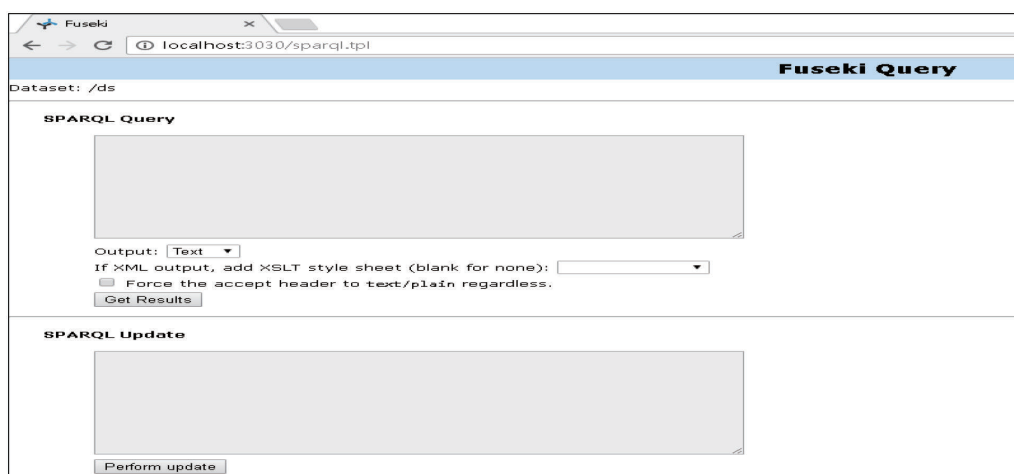
完成知識本體建置之後，以OWL格式匯出，並放置於c:\jena-fuseki1-1.5.0，後續新增、修改或刪除知識本體的內容時，均需重新以OWL格式儲



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本體或查詢錯誤情況，如圖十一所示。

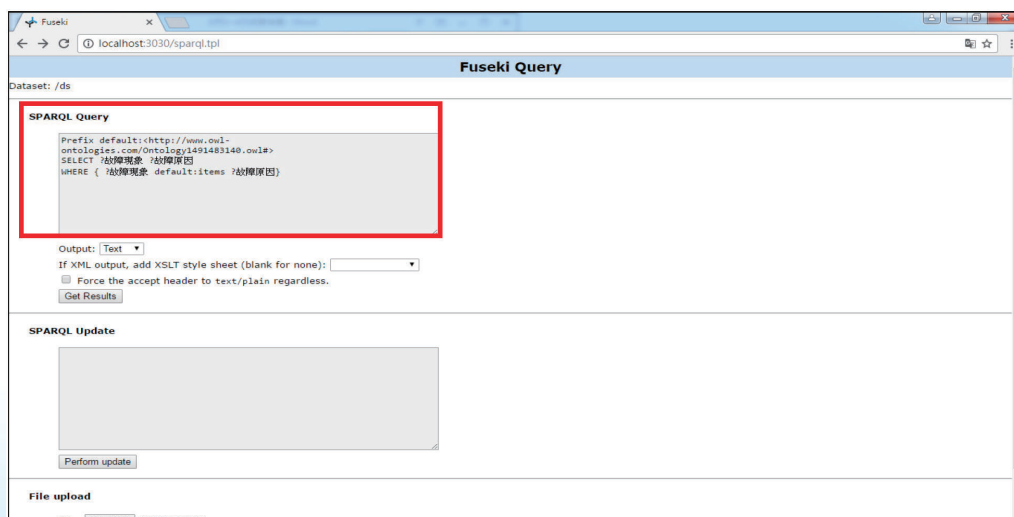
以命令提示字元下達指令set JENA_HOME=c:\apache-jena-3.2.0，cd %JENA_HOME%，cd\jena-fuseki1-1.5.0，重啟Fuseki伺服器，最後以指令”fuseki-serverbat - file=XXX.owl /ds”載入並讀取建置完成之知識本體（註：XXX.owl即前述以OWL格式匯出之知識本體檔案），如圖十二所示。

開啟網頁輸入查詢網址進入查詢畫面，如圖十三、十四所示。



資料來源：本研究整理

圖十四 進入查詢畫面(二)



資料來源：本研究整理

圖十五 輸入查詢指令(故障現象-故障原因)

故障現象	故障原因
default:A1A7-3	default:接收器發射接收電門不良無發射訊號

資料來源：本研究整理

圖十六 查詢結果(故障現象-故障原因)

Fuseki

localhost:3030/sparql.tpl

Fuseki Query

Dataset: /ds

SPARQL Query

```
Prefix default:<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1491483148.owl>
select ?故障原因 ?处理方式
{故障原因 default:reference ?处理方式}
```

Output: Text

If XML output, add XSLT style sheet (blank for none):

☐ Force the accept header to text/plain regardless.

Get Results

SPARQL Update

Perform update

File upload

File: 選擇檔案 上傳檔案到庫

資料來源：本研究整理

圖十七 輸入查詢指令(故障原因-處理方式)

故障原因	處理方式
default:無第二轉換器接收訊號	default:A7-1轉換接收機組合併

資料來源：本研究整理

圖十八 查詢結果(故障原因-處理方式)

本研究以文中標的之無線電通信裝備故障為例建立知識本體，類別區分為「故障現象」、「故障原因」、「處理方式」，並依「物件-屬性-值」特性完成三元組建置，再以屬性串連各類別間之關係，以下我們在SPARQL網頁運用對應之指令執行查詢，「故障現象」、「故障原因」之間之對應查詢情況如圖十五、十六所示。

在SPARQL網頁運用對應之指令執行查詢，「故障原因」、「處理方式」之間之對應查詢情況如圖十七、十八所示。



陸、結論

知識傳承向來都是維繫組織是否能夠持恆運作的重要指標，亦是人員訓練扎根的基礎課題。各部隊以往修護總是以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搶修各型無線電通信裝備，並以相關無線電通信裝備修護手冊輔助修護，但資深修護人員一旦退伍或是調差，後續從事修護之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快速恢復無線電通信裝備戰備任務，影響戰情傳遞。因此建置修護知識本體架構將可使知識資源有效轉化為組織的創新價值。

本研究共計整理出文中標的之無線電通信裝備「無法發射」、「無法接收」等故障分析，均為該型無線電通信裝備常見之故障。然而，不只此類無線電通信裝備，其他單位也具有相關裝備，相信各無線電修護人員均會遭遇不同類型之故障，也會根據修護手冊產生不同的修護經驗，假使各無線電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，勢必就能更加豐富本研究內容，使資料庫更加完整，這樣就能幫助後期修護人員在遭遇到類似無線電故障情況時能有所依循，手邊除了有修護手冊之線路圖或修護電腦上錯誤碼故障顯示情況供人員查修外，再利用本研究所列之故障分析結果，做進一步之比對，一定能更準確找到故障點，也就能縮短修護時間，以適應未來國軍人員精簡情況。

另本研究所產製之資料庫也能當作人員訓練教材，可在新進人員完成基礎裝備訓練後，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期間必定會遭遇到，可先由資深人員依故障修護方式一步步帶領新進人員解構相關故障修護作業，也可以將本研究當作修護人員實作鑑測題目，考評人員修護學養，據以落實知識傳承與知識庫管理，有效提升組織運作效能。

作者簡介

空軍中校 陳恩鴻

學歷：空軍官校90年班、國防大學空軍指揮參謀學院106年班，經歷：通信官、通參官、分隊長、副中隊長，現任空軍通信航管資訊聯隊第六通信航管資訊中隊中隊長。

空軍中校 蘇園展

學歷：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，經歷：陸電官、通參官、分隊長、研究教官，現任國防大學空軍指揮參謀學院教官。