

東海大學資訊管理研究所

碩士學位論文

整合非 RFID 感測器於 EPCglobal 結構框架上之研究
— 以工具機產業為例

The study of integrating non-RFID sensors into the
EPCglobal Architecture Framework — in the case of
machine tool industry

指導教授：余心淳 博士

研究生：顏家柔 撰

中華民國 105 年 6 月



東海大學資訊管理學系碩士學位
考試委員審定書

資訊管理學系研究所 顏家柔 君所提之論文

整合非 RFID 感測器於 EPCglobal 結構框架上之研
究—以工具機產業為例

經本考試委員會審查，符合碩士資格標準。

學位考試委員會 召集人：印信堃 (簽章)
委員：張顧耀
茹正光
印信堃
余心淳

中華民國 105 年 6 月 30 日

致謝

自從大學部就是東海大學資管系，身為五年一貫的研究生，需要在一年之內完成研究所的學業以及論文，因在這麼短的期限內，十分擔心是否自己能夠完成且畢業，非常感謝指導教授余心淳老師細心的指導並給予許多意見，給予了許多在研究上的提點，讓我能夠更快速地完成研究。在這段時間裡，老師教導我的不僅僅是學術方面，待人處事方面也是老師重視的一環，老師也常常分享與我們自身的經歷，並且教導正確的邏輯思考語言就應有的精神。

論文能夠完成，除了心淳老師的提攜外，特別感謝林翰昱學長，他提供了許多關於研究上的想法，更在我研究遇到瓶頸時，適時地提出不同於學界的實務上的看法，每次和林學長討論完總是會有一些新的想法，而這些想法也使我的論文更加的完善。

另外也感謝我的研究所同學以及幫助我的人，林翰昱、沈怡庭、徐照芸學姐、鄭乃誠學長與楊博名學長，還有許多研究所的同學們，不管是在課業上的幫助還是在論文上的一些想法，總是可以讓我的論文與課業更加順利的進行，可以說如果沒有你們我可能就無法這麼順利的完成我的論文題目與學業課程。最後，要感謝我的家人們，在我求學途中遇到挫折時，給予我關懷與鼓勵，讓我得到精神上的支持，讓我在求學研究時沒有後顧之憂，得以順利於碩士班畢業，謝謝各位。

論文名稱：整合非 RFID 感測器於 EPCglobal 結構框架上之研究— 以工具機產業為例

校所名稱：東海大學資訊管理學系研究所

畢業時間：2016/06

研究生：顏家柔

指導教授：余心淳 博士

論文摘要：

工具機產業為台灣重要經濟產業之一，其產值於 2014 年位於全球第七。我國工具機產業面對國際上嚴峻的挑戰，為了確保競爭優勢，研發、升級與創新乃為不可或缺的要件。而發展「智能工具機」為全球工具機產業當前的首要目標，即為在工具機上實現加工決策系統、自主監控和優化控制、具備線上量測功能、設備學習與自適應能力、機械之間能夠無障礙的進行交流等關鍵技術。透過本論文之研究，冀能整合工具機與物聯網中的 EPCglobal 結構框架與標準，以進一步達到讓工具機擁有智能化感知的功能、自主監控與決策、機械之間能夠自動分享資訊與交流等這幾項目標。

現行 EPCglobal 結構框架上的應用層級事件 (ALE) 介面只能處理以無線射頻辨識 (RFID) 標籤技術為主的感知設備，對於一般的感測器元件並無相對應之應用介面，使得 EPCglobal 網路在未來物聯網的產業應用上受到限制。本論文探討如何將傳統 EPCglobal 結構框架中應用層級事件介面進行擴充，以整合非 RFID 的感測器設備，讓感測元件能夠藉由應用層級事件銜接到 EPCglobal 網路上。

目前工具機最大的損耗成本為人為操作不當，而造成材料或是設備上的浪費或更換。藉由本論文之研究可以達到對工具機進行全體監測以及警告通知，能夠減少工具機的人力成本以及材料上的耗損，將人為操作錯誤的損失降至最低。本而研究另一目標為將工具機產品應用至物聯網架構中，讓產品產生出符合 EPC 框架標準下以 XML 格式為語法的文件與報表，並透過 EPCglobal 網路在全球供

應鏈上做連結，加強產品的可追溯性以及工具機相關的智能化資產監控管理與生產加工上的優化處理

。

關鍵詞：EPCglobal 結構框架、應用層級事件、智能工具機、物聯網、無線射頻辨識系統



Title of Thesis : The study of integrating non-RFID sensors into the EPCglobal Architecture Framework — in the case of machine tool industry

Name of Institute : Tunghai University, Graduate Institute of Information Management

Graduation Time : 2016/06

Student Name : Yen, Chia-Jou

Advisor Name : Sc.D. Hsin-Chun Yu

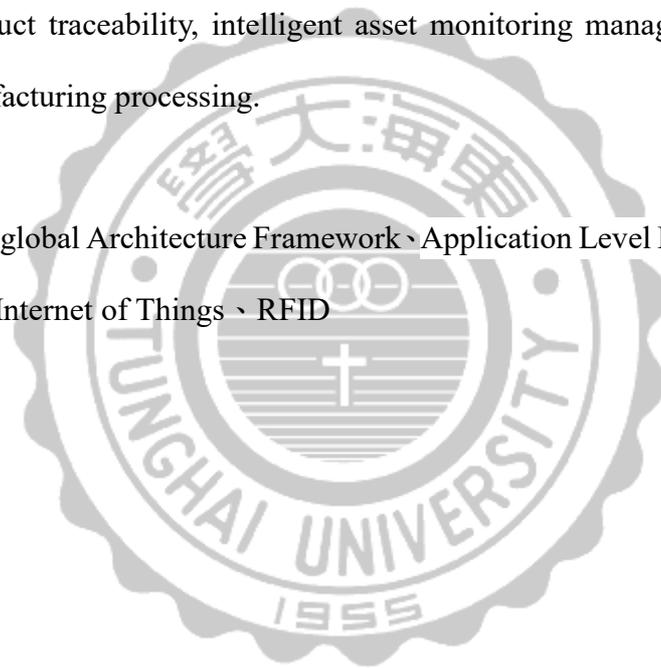
Abstract :

Machine tool industry is one of the most important economic industries in Taiwan, which ranks the seventh in the output value among global CNC machine tool industries in 2014. With severe challenges from the international market, our machine tool industry must rely on R&D, upgrade and innovation to maintain competitive advantage. Currently, global machine tool industry regards the development of intelligent machine tools as its primary goal, focusing on the key technologies for implementing processing decision-making system, self-monitoring and optimized control, online measuring, equipment learning and self-adaption, and smooth exchange between different machines. In view of such trend, this study aims to help integrate CNC machine tool with the architecture framework and standard of EPCglobal network services in Internet of Things, in order to improve machine tool's functions in intelligent sensing, self-monitoring and decision-making, and automatic information exchange.

The Application Level Events (ALE) interface within current the EPCglobal Architecture Framework can only support the sensing equipment which mainly adopts RFID label technology, lacking correspondent application interface for other general sensor components and thus limiting the application of EPCglobal network in the future IoT industry. Toward such issue, this research probes into how to expand the ALE interface within the traditional EPCglobal Architecture Framework to integrate non-RFID sensors and enable sensor components to connect with EPCglobal network via ALE.

At present, the major consumption cost of machine tool is spent on the improper manual operation, which leads to the wastage or replacement of materials or equipment. Therefore, this study hopes to prompt relevant businesses to carry out overall monitoring and warning notification for their machine tools, in order to reduce labor cost, material consumption and the loss due to improper manual operation. Another goal of this study is to drive the application of machine tool in IoT structure. In this way, the products can generate the documents and reports that comply with EPC framework standard in XML format, and connect with global supply chain via EPCglobal network to enhance product traceability, intelligent asset monitoring management as well as optimized manufacturing processing.

Keywords: EPCglobal Architecture Framework · Application Level Events · Intelligent Machine Tool · Internet of Things · RFID



目錄

第一章	緒論.....	1
第一節	研究背景與動機.....	1
第二節	研究目的.....	5
第三節	論文流程與架構.....	7
第二章	文獻探討.....	9
第一節	工具機產業概述.....	9
第二節	EPCglobal 網路簡介.....	12
第三節	EPCglobal 框架架構.....	14
第四節	應用層級事件.....	20
第三章	研究方法.....	24
第一節	結合工具機廠之規劃.....	24
第二節	應用於工具機之應用層級事件架構.....	24
第三節	EPCglobal 結構框架於工具機台.....	30
第四章	報表呈現.....	35
第一節	商業核心字彙簡介.....	35
第二節	應用層級事件規則訂定.....	38
第五章	結論.....	44
第一節	研究回顧與成果.....	44
第二節	未來展望.....	45
參考文獻	46

圖目錄

圖 1-1 物聯網開發模式面向圖	6
圖 1-2 研究架構.....	8
圖 2-1 協鴻公司生產之工具機 LG-800	10
圖 2-2 協鴻公司生產之工具機 MVP-10.....	11
圖 2-3 EPCglobal 網路示意圖	13
圖 2-4 EPCglobal 網路供應鏈示意圖	14
圖 2-5 EPCglobal 標準結構框架圖	15
圖 2-6 EPCglobal 結構框架示意圖	16
圖 2-7 資料轉換方法轉換示意圖	17
圖 2-8 應用層級事件處理流程圖	22
圖 2-9 事件週期處理流程圖	23
圖 3-1 應用層級事件原始架構圖	25
圖 3-2 ALE+之架構圖	27
圖 3-3 本研究設計之應用層級事件架構圖	28
圖 3-4 CNC 應用層級事件運作流程圖.....	31
圖 3-5 CNC 工具機應用層級事件運作架構.....	32
圖 4-1 事件報表	37

表目錄

表 1-1 2015 年全球機械產業產值排名前十名國家及地區	2
表 1-2 2015 年全球機械產業出口值統計	2
表 1-3 2014 年台灣機械產業產值統計	3
表 1-4 2014 年台灣工具機重要廠商	3
表 2-1 協鴻公司生產之工具機 LG-800 規格書	11
表 2-2 協鴻公司生產之工具機 MVP-10 規格書	12
表 4-1 商業核心字彙範例	35
表 4-2 Shipping 字彙標準規格書之定義	37
表 4-3 工具機之感測器規則	38
表 4-4 工具機之命令週期規則	40
表 4-5 工具機之感測器報表規則	41



第一章 緒論

本論文第一章將介紹研究的背景與動機、研究目的，以及研究架構。首先，第一節的研究背景與動機為探討為何將工具機與 EPCglobal 結構框架結合，並在第二節的研究目的說明如何將 EPCglobal 結構框架應用至工具機上，第三節的部分則是研究的架構。

第一節 研究背景與動機

在台灣的經濟發展時期中，機械產業有著不可或缺的貢獻。其中，工具機產業與資訊工業，和半導體產業並列我國最具國際競爭力的產業。從我國政府經濟部技術處所發行的 Gardner Research[25]所提供的表 1-1 以及 1-2 中顯示在 2015 年台灣的機械產業產值高達 4,030 百萬美元，為繼中國大陸、歐美、日等其他國家，世界排名第七名，成長率相較 2014 年成長率提高了 3.6%。除了產值的部分，在全球出口方面，台灣的出口值則是達到 3186 百萬美元，繼德國、日本、義大利，在世界排名達到第四名，為世界四大出口國之一，並相比 2014 年的出口值，下降了 3.6%，可見台灣在全球工具機產業上所提供的經濟產值極具影響力。

工具機產業在台灣一直占有重要的經濟地位，透過《2015 機械產業年鑑》[17]所提供的表 1-3 中的產業數據可見，於 2014 年的工具機產業產值達到 150,886 百萬美元，在機械產業中佔了約 15.7%的比值，更是在 2015 年預估可達到 152,848 百萬美元。下方所提供的統計表 1-3 之值明顯顯示出工具機產業為台灣相當重要經濟產業之一，且為少數沒有依賴國外技術，並發展成具有國際競爭力的在地產業。而從表 1-4 可看到 2014 年台灣的工具機重要廠商名單[4]，台灣的工具機廠商大多分布於中部地區，而中部主要以上銀科技公司為首，南部則是東台精機集團，北部則是協易機械工業股份有限公司為主，他們的營收皆可達到幾十億，甚至幾百億。

表 1-1 2015 年全球機械產業產值排名前十名國家及地區

單位：百萬美元

2015 排名	國家	2015 年	2014 年	成長率
1	中國大陸	22,100.0	24,649.1	-10.3%
2	日本	13,489.5	14,857.2	-9.2%
3	德國	12,422.0	14,456.7	-14.1%
4	義大利	5,306.3	5,797.7	-8.5%
5	南韓	4,758.0	5,675.4	-16.2%
6	美國	4,600.0	5,480.4	-16.1%
7	台灣	4,030.0	4,864.2	-17.1%
8	瑞士	3,052.8	3,681.3	-17.1%
9	西班牙	1,003.3	1,177.9	-14.8%
10	澳洲	938.0	1,049.5	-10.6%

資料來源：Gardner Research (2016)

表 1-2 2015 年全球機械產業出口值統計

單位：百萬美元

2015 排名	國家	2015 年	2014 年	成長率
1	德國	8,792.0	8,982.50	-2.1%
2	日本	8,625.5	8,397.10	2.7%
3	義大利	3,641.1	3,828.80	-4.9%
4	中國大陸	3,200.0	3,753.0	-14.7%
5	台灣	3,186.0	3,300.0	-3.5%
6	瑞士	2,586.5	2,613.30	-1.0%
7	南韓	2,342.0	2,236.0	4.7%
8	美國	1,745.0	2,085.6	-16.3%
9	比利時	954.7	953.0	0.2%
10	西班牙	850.9	944.4	-9.9%

資料來源：Gardner Research (2016)

表 1-3 2014 年台灣機械產業產值統計

單位：新台幣百萬元

2014 台灣機械產業類別	2015 預估產值	2014 年	2013 年
工具機	152,848	150,886	141,318
高科技設備	133,445	123,561	108,522
工業機器人	16,710	9,450	7,830
滾珠螺桿	6,791	6,704	6,636
其他產業	695,293	680,143	636,691
總體機械	1,005,087	970,744	900,997

資料來源：工研院 IEK (2015/05)；2015 機械產業年鑑

表 1-4 2014 年台灣工具機重要廠商

單位：新台幣億元

2014 年排名	公司名稱	2014 年營收	2013 年營收
1	上銀科技	150.87	124.4
2	東台精機	90.74	76.07
3	金豐機器	24.85	22.7
4	程泰機械	66.86	58.83
5	亞德客	83.79	73
6	協易機械	40.09	40.89
7	台灣隆則	31.72	28.39
8	亞崑機電	39.13	29.93
9	鑽全實業	31.43	27.05
10	福裕事業	24.73	23.01

資料來源：電子時報；股市公開觀測站 (2014/06)

目前台灣工具機產業結構較弱的一環是封閉式電腦數值控制微控制器[15]，而因在現在全球經濟多變以及科技技術迅速發展的情況下，如自動化、客製化、智慧化已變成現在生產產品的趨勢及方向[16]。為了提高競爭力，控制成本下降也是重要的其中一項目。像是機台發生狀況，如：切銷液濃度異常、刀具或夾具負載力過高等問題，都會造成機台的部件設備損毀，且讓機台停止運作，這樣的狀況產生便會讓成本以及利益損失耗大。然而，機台異常訊號產生時，只會呈現

於個別機台畫面上，因此需要多位人員查看每一台機台。人員不慎或是錯誤操作的狀況發生，為工具機台最容易損毀的問題。然而，我國經濟部技術處之產業技術知識服務計畫中的《2015 機械產業年鑑》[17]提出「智能工具機」的概念，即為透過結合物聯網之技術，將工具機能夠智慧化。根據美國 Cincinnati-based Manufacturing Extension Partnership Center 所提出的 SMPI(Smart Machine Platform Initiative) 計畫[36]，提出較完整的定義與特徵含意，該計畫第一樣目標即為工具機藉由感測器的植入達到即時監控和控制程序，以期能降低浪費或延誤的成本，而該計畫有以下幾樣重要目標:加工決策系統、自主監控和優化控制、具備線上量測功能、設備學習與自適應能力、機械與機械之間互相聯繫。

藉由將工具機智能化後，便可在產品加工流程上，監控工具機各種設備感測以及數值，並將產品資訊做交換且可優化加工流程以及資產控管，便形成了智慧工廠。智慧化工廠的概念最早可從工業 4.0 計畫開始提起，工業 4.0 最早於 2011 年德國的漢諾瓦工業博覽會提出[2]，為所有工業相關技術、銷售、產品體驗整合起來，並建立更有效率及人工智慧的技術。我國中華經濟研究院[14]也指出工業 4.0 受到各國高度重視。至今工業 4.0 相關計畫仍持續進行，並預期 2020~2025 年可實現智慧工廠的目標，將提高品質、節省成本，顧客導向的生產模式，並解決高齡化社會勞動力問題。其主要技術之一便為物聯網(Internet of Things, IoT)。物聯網意指傳感設備透過網路來傳送訊息互相運作，讓人與物件，或是物件與物件能互相聯繫[2]，並能蒐集大量也不同類型的資料，為供應鏈中的不同廠商做有效的串聯以及傳遞資訊，讓產品的資訊有可追溯性，擁有大量感測器相關資訊，讓製程最佳化，以及有效的運用資源、供應鏈的整體自動化[34]。從國際電信聯盟(International Telecommunication Union, ITU)之報告《ITU 網際網路報告 2005: 物聯網》[22]指出未來將會廣泛運用電子標籤及感測器來連接物件，並應用於日常生活中，由此顯示物聯網的時代即將來臨。

1999 年 MIT 成立了 Auto-ID 中心，並提出「產品電子碼」(Electronic Product Code, EPC) 的概念，而在 2003 年創立了非營利國際組織 EPCglobal Inc.[26]，並

在之後由該組織訂定出 EPCglobal 結構框架(EPCglobal Architecture Framework) 與標準，而其建立的架構可稱為「物聯網」或是 EPCglobal Network。然而，目前物聯網中的 EPCglobal 網路架構只針對標籤及讀取器做制式化的標準。在「ALE+ 之設計與實作」中，作者所提出的論文[6]研究提出傳感器應用於 EPCglobal 結構框架上的設計，打破 EPCglobal 結構框架只能利用讀取器與標籤的傳統模式，透過加入傳感器，在應用上讓 EPCglobal 網路可以做到對環境的資料收集。

因此，本研究期望 EPCglobal 結構框架與非無線射頻辨識 (non-RFID) 技術整合至工具機，可更加容易監控工具機數據，並能夠將數據儲存至資料庫，讓資料可進行分析的動作，藉此找出製造產品的過程中，造成產品不良或是工具機機械設備損耗最高的問題。不僅可降低材料上的成本，更能減少人力的支出。此外，以生產工具機的公司來說，生產工具機後的售後服務方面。在異地維護的部分，往往是極耗費人力及物力，若能透過 EPCglobal 網路 (EPCglobal Network)，監控並查詢到工具機台設備狀況與問題來進行維修，不僅是減少許多成本，在售後服務上能更佳的優化。透過整合，也能夠讓資料符合 EPCglobal 結構框架可讓資料進行全球性的交換，達到物聯網的目的。

第二節 研究目的

根據歐洲智慧系統整合技術平台 (European Technology Platform on Smart Systems Integration, EPoSS) 發佈的《Internet of Things in 2020》[24]報告中提出，物聯網開發模式有四個面向：服務(Services)、感測器及設備(Sensors & Devices)、硬體開發平台 (Infrastructure & Platforms)、應用 (Applications)，如圖 1-1 所示。

製作一套 IoT 系統須從服務端開始，首先於服務端分析使用者的需求來設計該系統所需功能；感測器及設備端則規劃和選用適當的感測器；硬體開發平台為將感測器接上適合該系統的平台；最後應用端則收集來自於硬體開發平的資料並分析處理成所需資料。

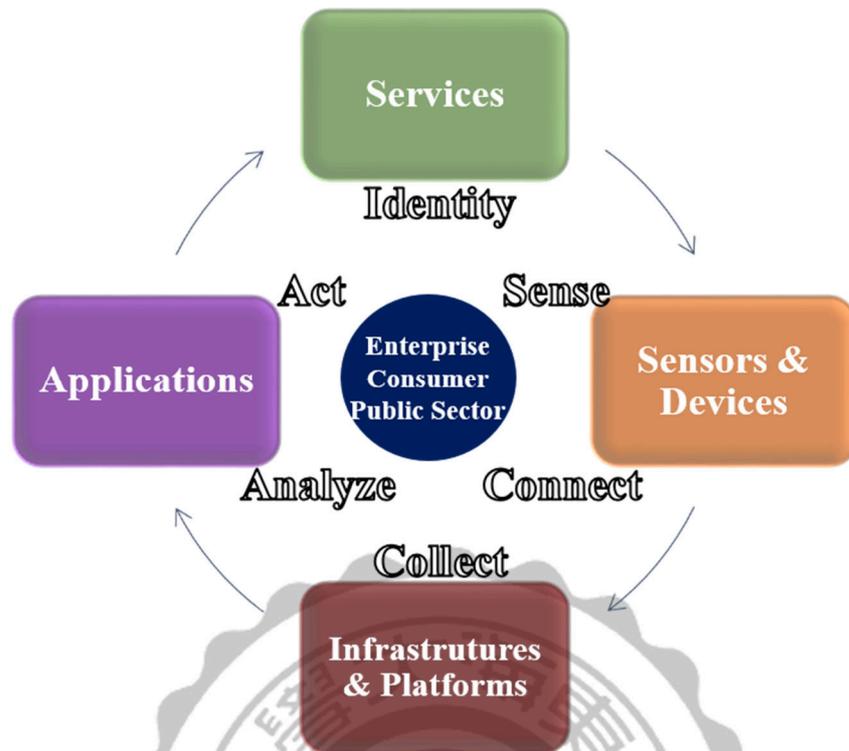


圖 1-1 物聯網開發模式面向圖

(資料來源：A.T. Kearney；《Internet of Things in 2020》)

本研究帶入該模式，將四個面向帶入其概念架構：

1. 服務端：提供使用者可藉由產品電子碼 (Electronic Product Code, EPC) 在網站上來做查詢該工具機詳細資訊，例如：等。
2. 感測器及設備端：以序列周邊介面 (Serial Peripheral Interface, SPI) 連接工具機之微控制器 (Microcontroller Unit, MCU) 作為感測資料的設備。
3. 硬體開發平台端：使用 Arduino 進行接收工具機所回傳之數據並透過 Wi-Fi 技術將資料回傳至資料庫端。
4. 應用端：讀取資料庫端之已處理的數據資料並轉換成符合 EPCglobal 標準協定的語法格式，並透過伺服器及網路語言將資料放上網際網路來達成物聯網之目的。

以上為將四個面向的帶入，而本論文的研究目的為如何將物聯網中的 EPCglobal 結構框架、EPCglobal 網路、RFID 與非 RFID 相關類型的元件或感測

器整合至工具機上，並提供解決方案、規劃藍圖以及其運作協同模式。透過整合，能夠達到即時監控以及遠距操作的功能，並藉由本論文所修改的應用層級事件，將非 RFID 標籤技術之資料能夠轉換為符合 EPCglobal 框架標準的可延伸標記式語言（eXtensible Markup Language, XML）格式的語法，產生出相對應的報表。藉此能夠透過 EPCglobal 網路在全球供應鏈上互相連結，加強產品資訊的可追溯性和交換性，也優化了在加工上以及工具機相關的資產監控管理。透過數據資料，在維護方面，在遠端的工具機台工程人員能夠更快速且有效率的了解問題所在，並解決問題。

第三節 論文流程與架構

以上兩節為本研究論文之緒論的部分，第一節研究背景及動機探討工具機產業的重要性以及目前產業上遇到的狀況，研究目的則是說明如何將問題做出改善。

接下來本論文將會敘寫第二章文獻探討，依序介紹工具機產業，EPCglobal 網路以及 EPCglobal 結構框架，並特別提出應用層級事件。第三章研究方法提出規劃對應工具機的系統架構與流程。第四章報表呈現為套用 EPCglobal 結構框架中可交換的 XML 格式，讓資訊可達到交換的目的。最後，第五章結論則是研究的結果、貢獻。

研究架構與流程如圖 1-2，本論文透過研究工具機與物聯網中的 EPCglobal 結構框架的背景與動機，並決定了之後的研究主題訂定於工具機結合 EPCglobal 結構框架。接著尋找其中工具機產業所存在的問題，並將其文獻蒐集如何解決該問題。接著，根據逢甲大學資訊工程研究所林裕勝同學提出有關「ALE+之設計與實作」[2]論文研究的構想，提供一個可透過在 EPCglobal 結構框架中應用層級事件構上修改的解決方案，讓配備具有 RFID 或非 RFID 類頻的感測器可有效的整合至 EPCglobal 網路上。於研究方法終將應用層級事件的架構作出修改後，並將此應用到工具機中，最後呈現出符合 EPCglobal 協定標準的 XML 格式報表，並在結論中討論成果以及未來展望。

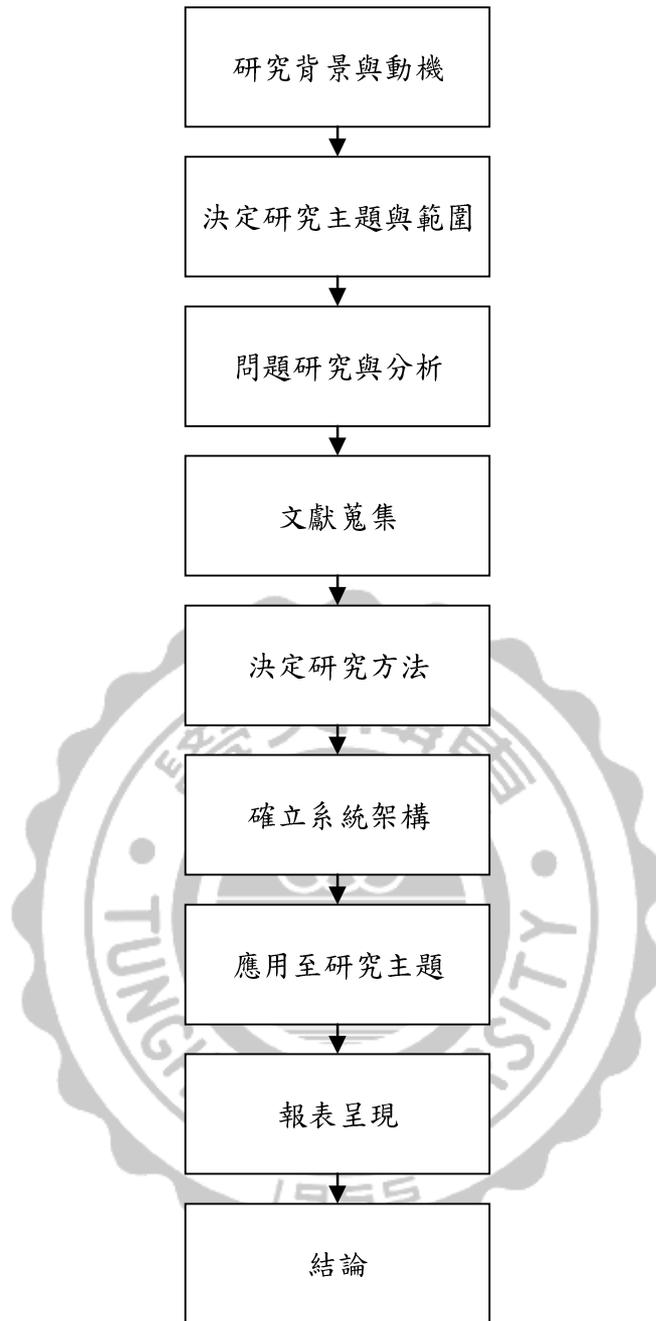


圖 1-2 研究架構

第二章 文獻探討

接下來第二章文獻探討的部分，將分為四個小節介紹本論文所使用到的理論架構及工具，分別為工具機產業概述、EPCglobal 網路、EPCglobal 結構框架應用層級事件四個部分。

第一節 工具機產業概述

工具機是動力機械製造裝置，又稱機床，根據國際標準機構（International Organization for Standardization, ISO）與美國工具機博覽會（International Manufacturing Technology Show, IMTS）對工具機所下的綜合定義為：「一種利用動力驅動且無法以人力攜帶的設備，藉由切削、衝擊等物理、化學或其他方法的組合，以達到加工物料目的之機器皆可定義為工具機。」[16]，應用於精密切削金屬以生產其他機器或加工的金屬零件，包含車、銑、磨、折彎、剪斷、放電加工、雷射加工等設備都是屬於工具機，使用範圍包括汽車、機械、模具、電子等產業金屬零件。工具機又分成全由手工控制的傳統金屬切削，或由數值控制（Numerical Control, NC）與電腦數值控制（Computer Numerical Control, CNC）工具機。

台灣工具機產業大多為中小型企業所形成[20]，而因規模較小，所以在成本上的考量相當重要。工具機最大消耗成本為刀具的損耗，而刀具的消耗取決於冷卻液濃度、切削液濃度、溫度、濕度、夾具壓力、刀具負載壓力。目前工具機數值控制皆為個別機台的輸入來操做，每一台工具機的數值調降皆須人員做監控，因此在需在人力成本上耗費許多，且人為疏失為產品不良率最大的問題所在。本論文之研究為預期結合物聯網技術及 EPCglobal 結構框架，將工具機能夠更有效率地進行遠端監控，並且避免人為因素所造成的成本消耗。利用物聯網中的 EPCglobal 結構框架和工具機整合，並透過應用層級事件將所得之資料轉換成符

合 EPCglobal 標準協定的 XML 格式語法之報表，藉此可讓該產品透過 EPCglobal 網路進行交換，達到智能化工具機的目的。

本論文所參考的工具機型皆為電腦數值所控制的工具機，參考機型為協鴻公司所生產的 LG-800 以及 MVP-10，分別如圖 2-1、圖 2-2 所示。工具機 LG-800 為立式加工，主要加工材質有鋅、鋁、銅、和金屬等較軟的金屬，其工作形式有鑽、銑、磨、挖槽等加工製作。MVP-10 工具機同樣是立式加工，工作形式有鑽、攻牙、銑，主要加工材質有合金、白鐵等較硬的金屬。LG-800，MVP-10 皆為無智能化之工具機，而 LG-800、MVP-10 其規格書[1]則分別為表 2-1、表 2-2。因同樣是非智能工具機，只能在工具機的顯示螢幕上來監控工具機狀況。因此，本論文希望藉由整合 EPCglobal 結構框架 RFID 與非 RFID 感測器整合於工具機上，讓工具機變得更加智能化，並可監控工具機的資訊狀況，並解決在人力成本上的許多問題。也能在維護工具機台時，藉由工具機台資訊報表，能夠更快速地進行維護。



圖 2-1 協鴻公司生產之工具機 LG-800

(來源：工具機廠現場拍攝)

表 2-1 協鴻公司生產之工具機 LG-800 規格書

機器規格		LG-800
工作台	工作台面積	950×510 mm
	工作臺最大載重量	500 kg
	縱向行程(X 軸)	800 mm
	橫向行程(Y 軸)	510 mm
	上下行程(Z 軸)	630 mm
主軸	主軸錐度	#40
	主軸轉速(皮帶式)	8000 opt.10000/12000 rpm
	主軸轉速(直結式)	10000 opt.12000/15000 rpm
進給	快移速度(X/Y/Z)	30/30/24 opt.40/40/30 m/min
自動換刀系統	刀具數目	A:24 opt. S:20 pcs

資料來源：協鴻工業股份有限公司官方網站 <http://www.hartford.com.tw/zh-tw>

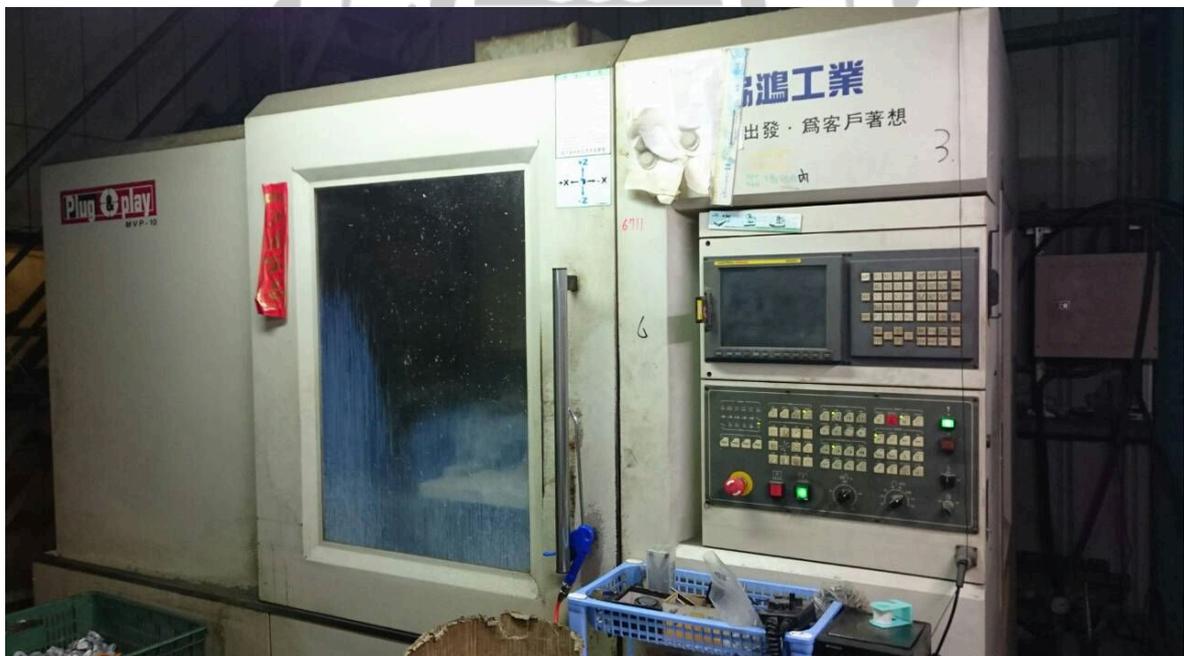


圖 2-2 協鴻公司生產之工具機 MVP-10

(來源：工具機廠現場拍攝)

表 2-2 協鴻公司生產之工具機 MVP-10 規格書

機器規格		MVP-10
工作台	工作台面積	1150×560 mm
	工作臺最大載重量	700 kg
	縱向行程(X 軸)	1050 mm
	橫向行程(Y 軸)	530 mm
	上下行程(Z 軸)	630 mm
主軸	主軸錐度	#40
	主軸轉速(皮帶式)	8000 opt.10000/12000 rpm
	主軸轉速(直結式)	15000 opt.10000/12000/20000 rpm
進給	快移速度(X/Y/Z)	36/36/30 opt.48/48/36 m/min
自動換刀系統	刀具數目	S:20 opt. A:24/30/40 pcs

資料來源：協鴻工業股份有限公司官方網站 <http://www.hartford.com.tw/zh-tw>

第二節 EPCglobal 網路簡介

EPCglobal 網路將 EPCglobal 結構框架與現有的網際網路技術整合起來，使任何產業的企業供應鏈，在世界任何地方、在任何時候，資料都是透明化並有可追蹤性。EPCglobal 網路是運用產品電子碼和無線射頻識別的技術，結合了軟硬體、通訊協定、以及描述物件資訊的語言，形成物物相連、跨越企業單位的網路資訊系統，並且為產品資訊交換提供了全球性的標準架構[34]。EPCglobal 網路利用目前的網際網路架構，發展出有效率的自動化物件追蹤技術，以增進供應鏈上下游廠商資訊的能見度與共同的資訊分享標準架構。如圖 2-3 所示，標準化的標籤資料透過標準協定傳送至讀取器或是讀取器進行偵測標籤動作，再傳送至電腦應用端進行資料處理，並在應用端進行處理為統一格式的 XML 語法資訊，並能夠藉由現有網路技術來進行查詢。藉由將所有資料標準化，讓全球的產品資訊格式統一化，優化了產品的可分享性。

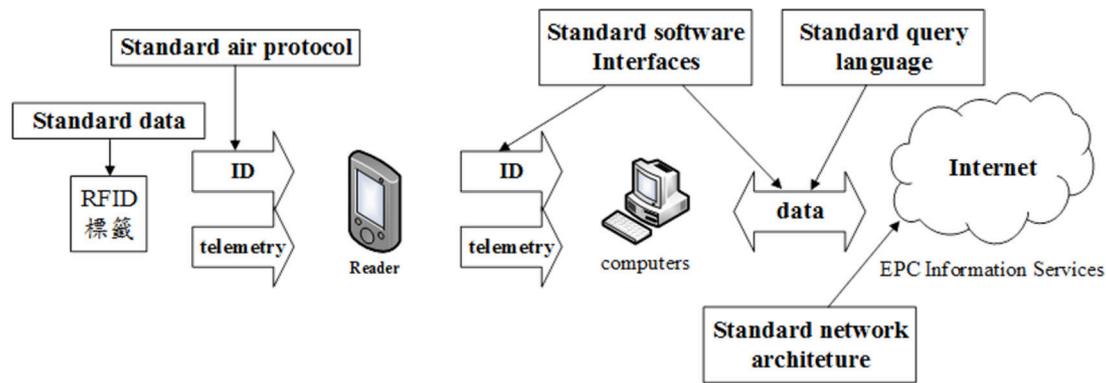


圖 2-3 EPCglobal 網路示意圖

(來源：GS1 Taiwan)

以在圖 2-4 為範例，如供應鏈運作於在 EPCglobal 網路，其供應鏈的製造商、批發商與零售商，分別代表上游、中游和下游，從上游的製造商開始，原有的製造執行系統與倉儲系統，可透過 EPC 資訊服務 (Electronic Product Code Information Services, EPCIS) 與系統連接，並讓其產品資訊符合 EPCglobal 標準協定，並儲存於 EPC 資訊服務中。中游的批發商則需要庫存系統與內部追蹤系統，再到下游，零售商同樣需要倉儲管理系統以及產品驗證系統，並同樣的皆可透過 EPC 資訊服務讓產品資訊與原有系統做連接。從製造商開始一路到配銷中心，再到零售商倉儲，最後抵達零售賣場的過程中，每經過一個讀取點(Read Point)就會留下紀錄並產生 EPC 資訊服務的資料。物件名稱解析服務 (Object Name Service, ONS) 與 EPC 搜尋服務 (Discovery Service, EPCDS) 則是獨立於各環節中的物件，透過物件名稱解析服務可從 EPC 碼找到該企業的区域性物件名稱解析服務，並在区域性名稱解析服務中的 EPC 資訊服務，找到產品類別並向下查詢到該產品的詳細資料。EPC 搜尋服務則是藉由 EPC 碼查詢到該產品的流動履歷，呈現該產品曾經過的所有讀取點以及發生的事件。透過 EPCglobal 網路以及現有的網路技術，企業的 EPC 資訊服務和本身原有的資訊系統做相連，企業與企業之間的 EPC 資訊服務互相透過物件名稱解析服務與 EPC 搜尋服務互相通訊，並幫助企業產品的製造運作、運送與倉儲管理等。

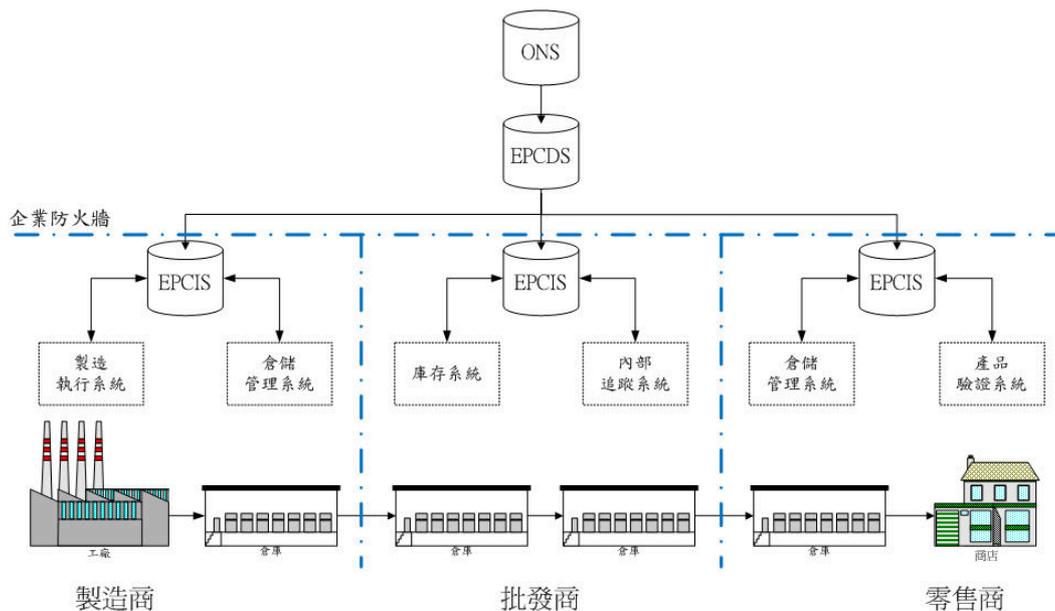


圖 2-4 EPCglobal 網路供應鏈示意圖

(來源：參考文獻[5])

第三節 EPCglobal 框架架構

現今 RFID 漸漸應用於供應鏈上，但由於各家公司訂定的標準規範並不統一，仍只為企業內所使用，因此由 1999 年成立 MIT Auto-ID Labs 開發出結合 RFID 技術、網路技術，以及資訊平台的的世界性標準，並提出 EPC 的概念。之後此概念移轉至新創立的國際標準組織 Global Standard 1 (GS1) EPCglobal Inc. [26]，該組織所提出針對 RFID 技術所提出的 EPCglobal 標準架構是為了確保發展標準結構框架能在全球各地使用，並定義了 EPCglobal 之架構圖[26]，如圖 2-5，為全球開發使用而制定了相關規則與規範。而 EPCglobal 結構框架中的三個階層：識別層、擷取層、交換層，其階層內容將在後面的第三節詳細介紹。

EPCglobal 標準規範同樣可讓企業與企業互相通訊，如圖 2-6 所示，由國際組織 EPCglobal Inc. 所設立的全球註冊資料庫，並藉由申請 EPC 碼並授權後的產品資訊登記至全球註冊資料庫。每一個企業系統須依照 EPCglobal 結構框架，組成符合其結構框架，讓內部擁有的 EPC 內聯網，從讀取器接收 EPC 碼中的資料並傳送至 EPC 中介軟體 (EPC Middleware) 進行資料處理，其產生的文件報表可

儲存至已授權的 EPC 資訊服務，而其建構的 EPC 資訊服務可能企業內部的系統作整合。接著，可透過物件名稱解析服務，讓其他企業透過 EPC 碼查詢到該公司的區域物件名稱解析服務中，並找到該產品的資訊，便形成一個完整的 EPCglobal 結構框架。企業可透過 EPCglobal 網路，藉由區域性的物件名稱解析服務來分享企業產品資訊。而當企業需要追蹤某樣所需產品資訊時，可經由物件名稱解析服務來進行查詢他人產品資料。這樣的物聯網互通性，讓產品的製造加工程序、運送移動、商業買賣交易、售後服務的過程中，達到在 EPCglobal 網路上的全球產品追蹤。

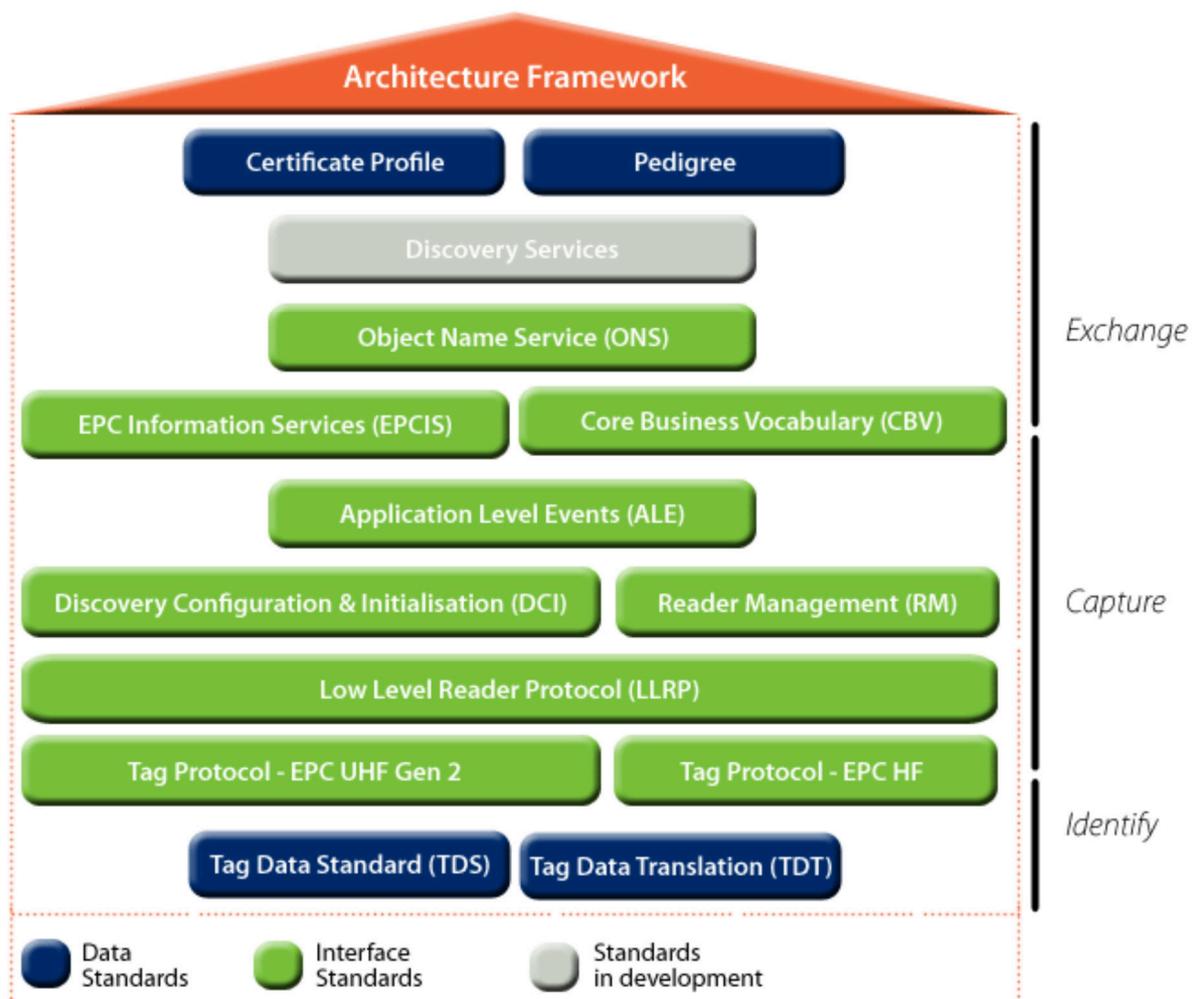


圖 2-5 EPCglobal 標準結構框架圖

(來源：GS1 Taiwan)

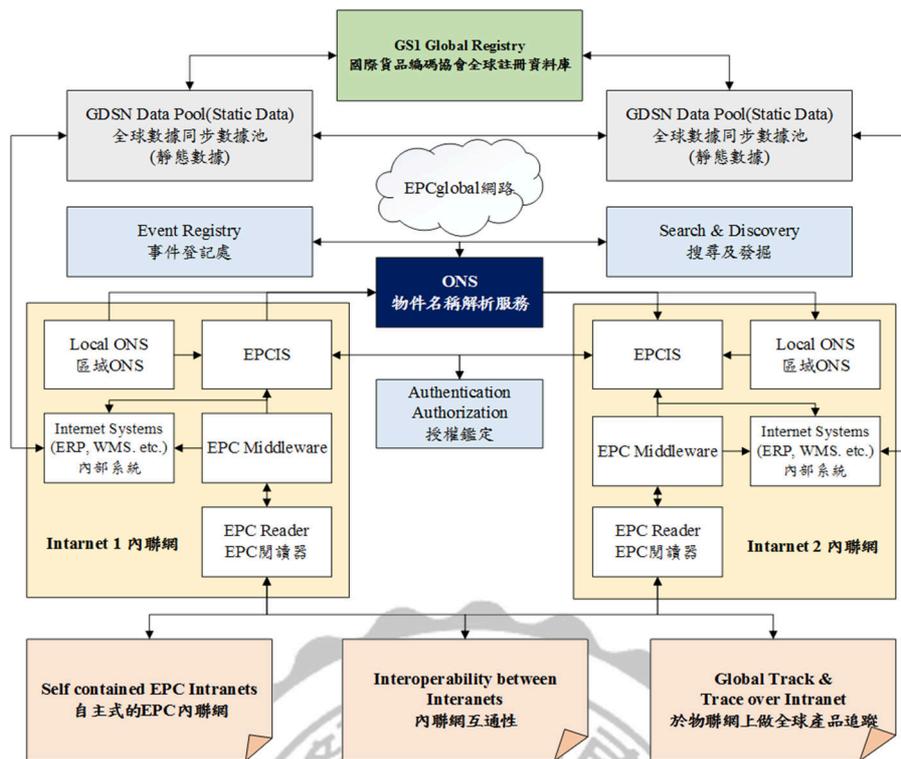


圖 2-6 EPCglobal 結構框架示意圖

(來源：參考文獻[27])

壹、識別層

識別層 (Identity) [27] 是為了辨別以及分享產品資訊，定義產品標籤規格，以及編制 EPC 碼，並透過 EPC 碼做產品追蹤和查詢的動作。為了讓確保使用者能夠正確判別產品的 EPC 碼，識別層提出兩項標準以及兩項協定：標籤資料標準 (Tag Data Standard, TDS)、資料轉換方法 (Tag Data Translation, TDT)，標籤協定—UHF Class 1 Gen 2、標籤協定—HF Class 1 Gen 2，來應對或轉換不同標籤格式及規範。

一、標籤資料標準：標籤資料標準 (Tag Data Standard, TDS) 為在資訊系統上，EPC 碼為實體物件的通用識別代碼，用於追蹤或是作為實體物件的代表。EPC 碼為一個編碼機制，而 RFID 標籤為資料的載體，但 RFID 標籤並不包含 EPC 碼的編碼。因此，標籤資料標準定義了 EPC 碼的編碼機制規範，且說明 Class 1 Gen 2 RFID 標籤的記憶體內容。而標籤資料標準包含主要兩項

功能：

(一) EPC 碼的規格，為在 EPCglobal 結構框架中不同階層的描述，讓 EPC 碼可和現有的程式碼做通信。

(二) Class 1 Gen 2 RFID 標籤所儲存之資料的規格，包含 EPC 碼、使用者的可儲存資料、標籤產品資訊等。

二、資料轉換方法：資料轉換方法 (Tag Data Translation, TDT) 的標準是為了描述標籤中的資料，翻譯為讓機械可讀的版本，能更簡易、有效率的確認 EPC 資料，並且能夠在不同階層中做轉換相容，如圖 2-7 所示。該標準包含以下功能：

(一) 開發出標籤資料標準編碼和譯碼的正式規格，可自動化的在二進位、標籤編碼 URI、單一識別 URI 做標準化的動作，藉此能夠更靈活的在各個階層接收和傳送，也減少錯誤的產生。

(二) 提供標籤資料標準編碼的憑證。

(三) 自動化的標籤資料轉換程序。

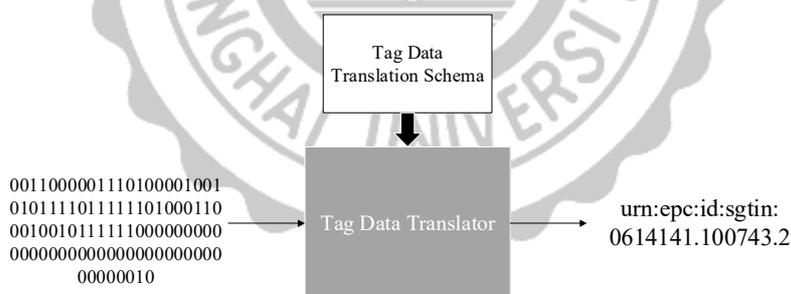


圖 2-7 資料轉換方法轉換示意圖

(來源：參考文獻[26])

三、標籤協定—UHF Class 1 Gen 2：該標籤協定定義出 RFID 在 860~960 MHz 的超高頻頻率範圍所使用的通訊標準，Class 1 為識別功能，使用的協定不同於 Class 0，主要作為商品識別用途。Gen 2 標準則是標籤與讀取器之間的通訊協定，相較於 Gen 1，提供四個不同的通訊速度，可彈性調整讀取速度。此外，在容量上增加了許多，並在操作上可要求輸入密碼，安全性也提高不少。

四、標籤協定—HF Class 1 Gen 2：此標籤協定目前是在 RFID 高頻 13.56MHz 的

頻率，為資料室別與讀取器資料擷取之間的溝通橋樑，主要定義 RFID 標籤和讀取器在高頻，以及讀取器先言（Interrogator-Talks-First, ITF）之環境下物理及邏輯上的通訊規範。

貳、擷取層

擷取層（Capture）[27]會因使用者訂定的格式皆不同，若要分享 EPC 碼資訊，需要做轉換動作。擷取層包含了對讀取器控制之標準：低階讀取協定（Low-Level Reader Protocol）、讀取器管理（Reader Management），作為對讀取器的管理，和讀取器與標籤、應用程式的溝通協定。應用層級事件（Application Level Events, ALE）則是將從 Tag 收集到的資訊進行過濾、群組，並運用核心商業字彙標準（Core Business Vocabulary, CBV）來做資料轉換，最後儲存至 EPC 資訊服務（Electronic Product Code Information Services, EPCIS）中。

一、低階讀取協定：低階讀取協定（Low-Level Reader Protocol）為讀取器及目的端的通信協定，可連結至 RFID 設備的實體層。該協定能夠達到讓讀取器擁有以下幾個功能：

- (一) 可讓讀取器傳送、接收、寫入或存取資訊至標籤。
- (二) 在標籤執行操作時，可讓回報實際情況報告和錯誤處理報告。
- (三) 當需要執行某項操作時，可傳送標籤密碼來授權執行。
- (四) 在 RFID 讀取器中，控制發送及接受 RF 連結操作來管理 RF 功能階層、使用頻率、
- (五) 控制標籤協定，包含協定參數、單一化參數。
- (六) 有助於擴展新的空中協定。
- (七) 恢復讀取器設備功能。

二、讀取器管理：讀取器管理（Reader Management, RM）針對 RFID 讀取器中，管理各個讀取器之設定、狀態監控、以及事件警示通知等功能標準。因為一套應用程式不只針對單一讀取器，所以應用程式要能對這些讀取器進行管理。

三、Discovery, Configuration, and Initialization : Discovery, Configuration, and Initialization (DCI) 可讓讀取器搜尋到一到多個的存取控制器，讓讀取器及存取控制器之間交換及驗證身分識別資訊。讀取器可搜尋到一到多個的目的端，並目的端及存取控制器之間能驗證其連線和操作。

四、應用層級事件：應用層級事件 (Application Level Events, ALE) 為中介軟體，應用系統會先透過中介軟體來和讀取器進行資料處理後，並聯繫。該詳細功能會在本章的第三節說明。

參、交換層

交換層(Exchange)[27]為在不同公司能夠藉由交換層進行分享 EPC 碼資訊，透過 EPCglobal 網路，使用者可依 EPC 碼來查詢該公司之 EPCIS 所儲存的資訊，物件名稱解析服務 (Object Name Service, ONS) 為 EPCglobal 網路的重要元件，參考現在網際網路技術的 DNS (Domain Name System) 架構，EPC 碼可透過物件名稱解析服務來解析對應此 EPC 碼所代表的 URL(Uniform Resource Locator)，再以此找出其特定產品之相關資訊。(Discovery Service, DS) 設計的目的則是可查詢含有該產品相關資訊的 EPC 資訊服務，再由這些 EPCIS 來查詢更多的物件資訊。資料定義標準 (Certificate Profile) 及藥品電子履歷 (Pedigree) 分別作為 EPCglobal 在資料交換上的安全認證標準，及藥品的電子認證履歷。

一、EPC 資訊服務：EPC 資訊服務 (EPC Information Services, EPCIS) [34]可視作一個資料庫，當該企業需要查詢另一家企業產品標籤上相關的資料時，就要透過 EPC 資訊服務來查詢，也就是查詢對方資料庫的一個介面。

二、商用核心字彙：商用核心字彙 (Core Business Vocabulary, CBV) [34]的標準定義符合 EPC 資訊服務使用之特定字彙和其資料值，使得不同公司以及公司內部進行資料交換時能有該依據的機制。制定出事件的核心字彙，並適用於一般商業情境之資料分享。因此該標準提供統一的字彙及其代表的意義，讓供應鏈裡不同的節點對該物件資料能有相同的意義。

- 三、物件名稱解析服務：物件名稱解析服務（Object Name Service, ONS）[34]為物件名稱的解析服務，作用與網際網路的 DNS 相似，當要查詢 EPC 碼的相關資料，就必須要知道此 EPC 碼是屬於哪家企業的，才能到該企業的資料儲存庫進行查詢，便須透過物件名稱解析服務來進行查詢到這家企業資料庫的位址，才能做進一步的查詢。
- 四、搜尋服務：搜尋服務（Discovery Service, DS）[34]能夠藉由 EPC 碼之企業代碼對應至其物件名稱解析服務位址，由該物件名稱解析服務位址來查詢 EPC 資訊服務中的 EPC 碼相關產品訊息。
- 五、認證標準：認證標準（Certificate Profile）提供 EPCglobal 安全機制標準，讓 EPCglobal 在網路上更安全的服務。確保使用者在 EPCglobal 網路上能夠讓資料安全互通。
- 六、藥品電子病歷：藥品電子病歷（Pedigree）為藥品供應鏈中，維護與交換藥品履歷資料。

第四節 應用層級事件

應用層級事件（Application Level Events, ALE）為 EPCglobal 中讀取器以及應用軟體之間的中介軟體。當讀取器讀取到在標籤中的資料，但由於可能需要讀取複數的標籤，且讀取到的資料可能有重複的狀況，會造成系統的負荷。因此需要應用層級事件來負責對標籤資料的收集、過濾和群組動作，並透過識別層的標籤資料規範來將格式轉為 EPC 碼。

應用層級事件由 GS1 所提供的 ALE 1.1 規格書[28]提出五類程式介面（Application Programming Interface, API）作為應用層級事件的基本架構：讀取介面（Reading API）、寫入介面（Writing API）、邏輯讀取器集合介面（Logical Reader Configuration API）、標籤資料規格介面（Tag Memory Specification API）和權限控制介面（Access Control API）。

一、讀取介面：讀取介面 (Reading API) 為使用者透過事件週期規則 (Event Cycle Specification, ECSpec) 來敘述所需的資料類型，透過讀取介面控制讀取器對標籤讀取的動作做到最佳化，包括主動讀取資料，並過濾重複的資料。當 Event Cycle 進行完一次動作後，便會依照事件週期規則產生事件週期報表 (Event Cycle Report, ECRReport) 來提供給使用者回報。

二、寫入介面：寫入介面 (Writing API) 為使用者透過命令週期規則 (Command Cycle Specification, CCSpec) 的規範格式作為讀取器對標籤資訊進行指令寫入或修改的動作。事件週期進行完一次動作後，便依照命令週期規則產生命令週期報表 (Command Cycle Report, CCReport) 來提供給使用者。

三、標籤資料規格介面：標籤資料規格介面 (Tag Memory Specification API) 負責讓使用者針對標籤記憶體內自行定義非 EPC 碼格式資料。

四、邏輯讀取器集合介面：邏輯讀取器集合介面 (Logical Reader Configuration API) 為使用者可定義讀取器名稱或讀取器的集合名稱。

五、權限控制介面：權限控制介面 (Access Control API) 為管理使用者權限介面，辨別其他使用者是否可使用或變更 ALE API。

應用層級事件主要目的是為了，因需要多個讀取器讀取多個標籤，每一個讀取器依序針對某幾個標籤做讀取，並形成一個讀取週期 (Reader Cycle)，再由某幾個讀取週期進行依序的資料處理，便成為事件週期 (Event Cycle)。依照階層化的方式，將所得的資訊進行下一階段的過濾及群組化以避免重複或錯誤的資訊，接著產生出符合 EPCglobal 格式的文件提供給使用者，或是存入資料庫儲存。

如圖 2-8，應用層級事件處理流程為由透過多個讀取器依序讀取多個標籤開始，讀取器分別分配好讀取的特定的幾個標籤資訊，依序且週期性的多個讀取動作便形成讀取週期。接著由某幾個特定讀取器所讀取的資訊迴圈形成事件週期將所蒐集到的事件週期進行至過濾動作和群組動作，依照使用者所制定的規則，將

資料條件化的過濾以及群組，其讀取週期以及事件週期、過濾動作和群組動作的部分將在下一段詳細解釋。最後，套用符合 EPCglobal 標準協定的 XML 格式產生出文件報表來提供給使用者或是存入 EPC 資訊服務裡，以提供日後做查詢。

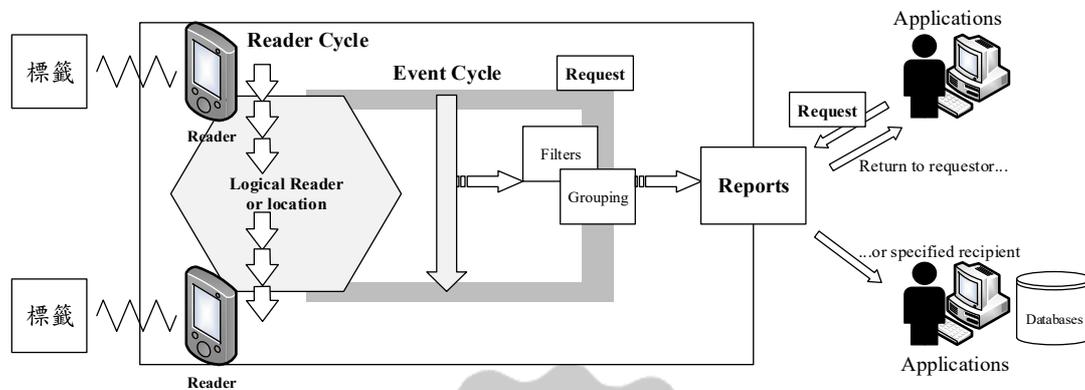


圖 2-8 應用層級事件處理流程圖
(來源：GS1 Taiwan)

圖 2-8 其中的讀取週期、事件週期與過濾動作和群組動作的詳細運作示意圖如圖 2-9。其流程分成四個階層，讀取週期、應用事件週期 (App Event Cycle)、過濾動作和群組動作以及產生報表 (Report)。有多個事件週期是因為在不同時間點有多個讀取器分別讀取標籤物件 EPC1 至 EPC5，或是同一個讀取器重複讀取標籤物件 EPC1 至 EPC5。應用事件週期則為接收來自於使用者所指定或設定的讀取週期區間，來收集標籤資料。過濾動作和群組動作的條件設定分為三項：

一、聯集報表：聯集報表 (ADD Report) 在過濾動作和群組動作的設定為讀取週期 1 至讀取週期 3 所讀取到的所有標籤物件的聯集，並將重複的 EPC1 和 EPC2 進行過濾，最後產生出聯集報表。

二、互異報表：互異報表 (DEL Report) 在過濾動作和群組動作的設定為 R 讀取週期 2 和讀取週期 3 所讀取到的互異之標籤物件，因此只有 EPC4 與 EPC5 為互異報表中的標籤物件。

三、標籤新增報表：標籤新增報表 (NEW Report) 在過濾動作和群組動作的設定為讀取週期 4 和讀取週期 5 所讀取到在最後一個時間點所讀取到新的標籤物件，因此為 EPC4 作為標籤新增報表中的標籤物件。

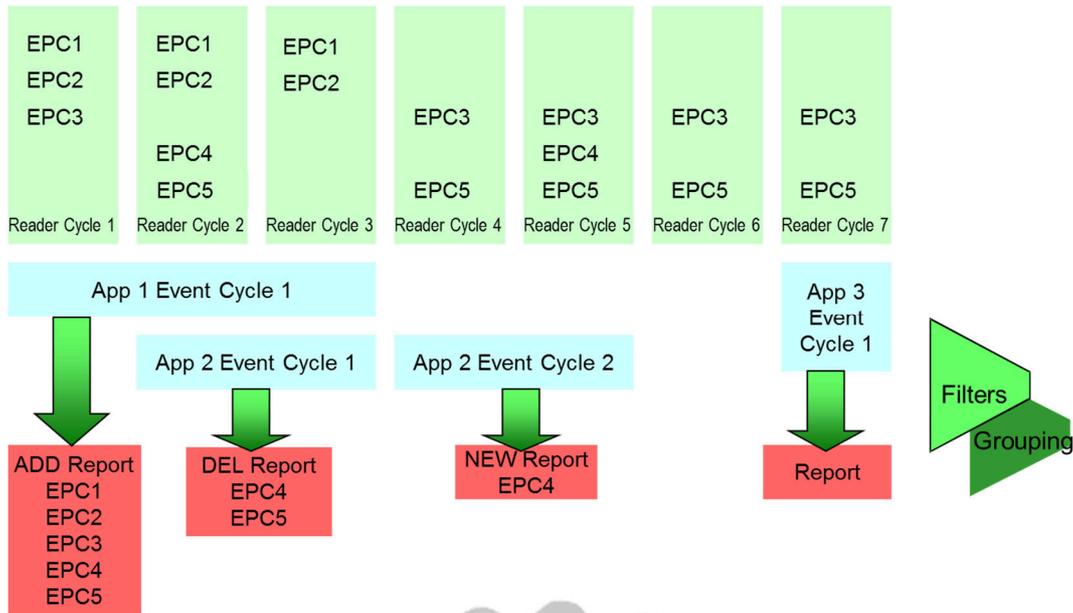


圖 2-9 事件週期處理流程圖

(來源：參考文獻[5])

在第二章節裡，介紹到的工具機產業現在的概況，以及 EPCglobal 結構框架、EPCglobal 網路架構、以及應用層級事件的功能，並詳細表述 EPCglobal 結構框架的每一階層和每一個元件的功能。讓在第三章修改並規劃 EPCglobal 中的應用層級事件之架構能夠更清楚理解其結構框架的功能細項。

第三章將會提出針對應用層級事件的架構修改，因此在第二章的第四節特別提出應用層級事件。在第三章與第四章將敘述本論文所修改、設計符合 EPCglobal、非 RFID 感測器與工具機整合的架構與規劃。並提出應用層級事件的修改與設計，讓非 RFID 感測資料能夠轉換為符合 EPCglobal 標準協定 XML 格式，讓資料能夠在 EPCglobal 進行交換。

第三章 研究方法

第三章會先於第一節的結合工具機廠流程表示現今工具機廠產品製造與處理流程，並應用物聯網技術與 EPCglobal 結構框架於該流程。第二節及第三節則詳細說明本研究因應工具機而設計之應用層級事件架構及流程運作在如何將資料過濾、分析，並處理為符合 EPCglobal 協定的格式。

第一節 結合工具機廠之規劃

目前機台的控制主要以人力為主，所以工具機廠現今主要以自動化作為首要目標，以期可降低人力成本，且利用遠端監控工具機系統之數值，並降低材料以及刀具成本的消耗。藉由本研究所提出的模組應用，讓 Arduino 透過 SPI 介面作為媒介以監控數值，並在突發狀況產生時，可自動警告使用者，產生出的數值報告可作為數值分析的依據，也因符合 EPCglobal 標準協定格式，可在 EPCglobal 網路上做資料交換。

從接受客戶訂單後，開始製作符合產品的容具，並製造出一項產品樣本提供給客戶做評估，若評估確認無誤之後，開始進行量產的動作。在確定量產並製造產品的程序中，需透過刀具來進行產品的外型做切割、鑽磨。然而，刀具為最大的成本損耗來源，控制刀具須由溫度、濕度、夾具及刀具負載壓力、切削液濃度，這些許多的多項因素而導致刀具切割完成產品。若控制的各項因素數值有些微誤差產生，會容易使刀具損耗，甚至斷裂，也會造成產品的良率降低。多項機具控制，容易造成人力上的不足，且易產生人為問題，因此透過連結每個機台資訊與機台之感測元件，達到資訊監控，可大大降低人力成本。

第二節 應用於工具機之應用層級事件架構

本論文的核心是根據文獻「ALE+之設計與實作」[6]論文中，提出在

EPCglobal 結構框架加入傳感器及致動器元件的發想以及成果，來設計並提出整合 RFID 與非 RFID 感測器元件於智能工具機的解決方案。其中參考文獻[6]中對應用層級事件的基本架構中進行擴充及修改，加入可以過濾、分析傳感器及致動器所得之資料的模組。而本論文以該篇論文作為基礎，並衍生出本研究所設計的應用層級事件架構。

壹、 應用層級事件原始架構圖

原有的EPCglobal結構框架中的應用層級事件(Application Level Events, ALE)只有對標籤及讀取器的控管，並沒有對應非 RFID 感測器的模組設定。而其原有的應用層級事件架構，如圖 3-1，其中包含了五項模組：使用者介面模組、事件處理模組、資料處理模組、讀取器控管模組與報告產生模組。

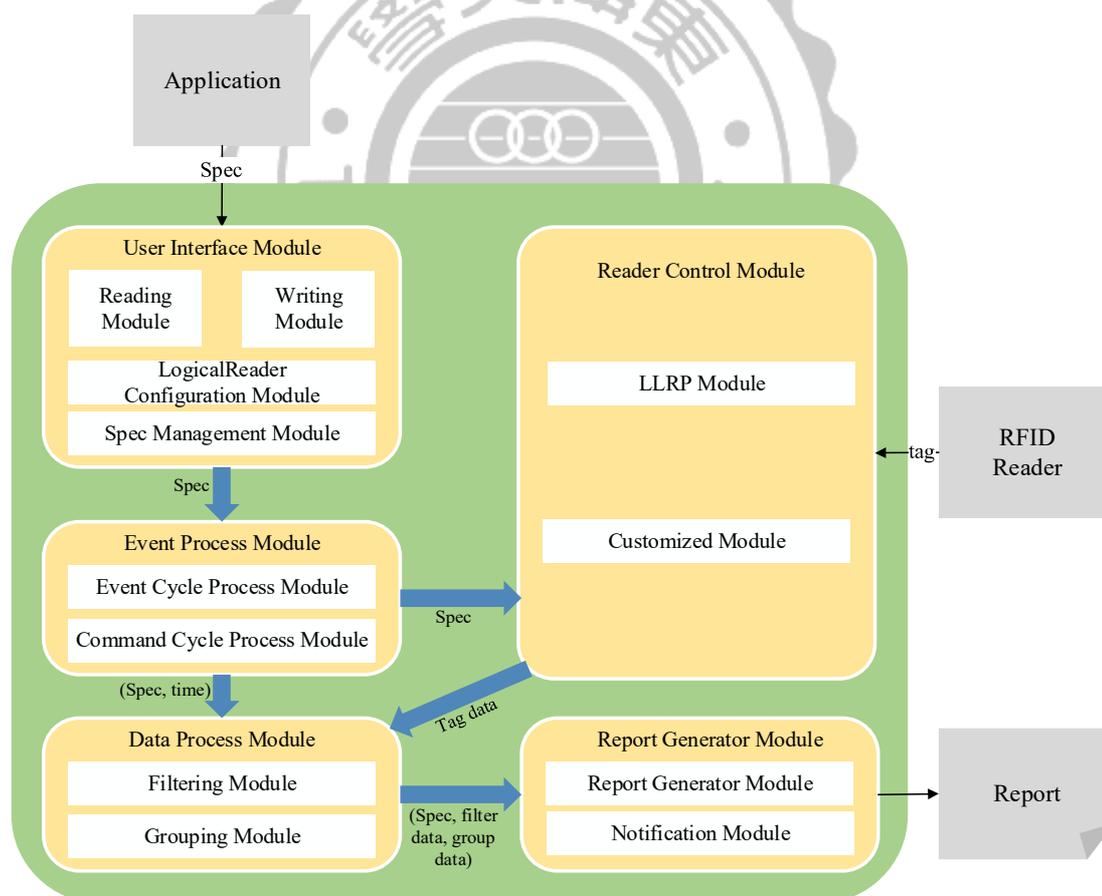


圖 3-1 應用層級事件原始架構圖

(來源：參考文獻[6])

一、使用者介面模組：使用者介面模組 (User Interface Module) 可讓使用者透過

該模組來給予規則建立，並進行邏輯讀取器的配置以及規則管理。

二、讀取器控制模組：讀取器控制模組（Reader Control Module）為和讀取器互動，應用層級事件使用該模組進行讀取器的操作。從事件處理模組取得規則，並依照使用者建立的規則操作讀取器，並將讀取到的資料傳送至資料處理模組。

三、事件處理模組：事件處理模組（Event Process Module）從使用者介面模組執行使用者建立的規則，如需要操作讀取器則和讀取器控制模組互動，並將規則傳送至資料處理模組。

四、資料處理模組：資料處理模組（Data Process Module）可從讀取器控制模組得到資料，並依照使用者建立的規則進行資料處理，並將處理後的資料傳送至報告產生模組，也會將報告產生規則傳送至報告產生模組。

五、報告產生模組：報告產生模組（Report Generator Module）從資料處理模組接收處理完的資料以及報告產生的規則，依照報告產生規則將處理後之資料製作成符合 EPCglobal 標準協定的 XML 報表。

貳、 ALE+架構

應用層級事件（Application Level Events, ALE）為讀取器讀取標籤後，進行過濾以及群組所蒐集到的標籤資料，並轉換於 EPCglobal 標準協定的 XML 格式報表，在儲存至 EPC 資訊服務。在傳統 EPCglobal 結構框架中的應用層級事件架構只針對讀取器以及標籤提供標準規範，而在「ALE+設計與實作」[5]的研究中，作者提出擴充及修改其原有的應用層級事件架構，針對傳感器以及致動器新增對應的模組，讓傳感器以及致動器所蒐集到的資料能夠轉換為 EPCglobal 標準協定的 XML 報表。如圖 3-2 中，有三角形符號的模組框為新增的對應模組，包含：感測器模組（Sensing Module）、致動器模組（Actuating Module）、感測週期處理模組（Sensor Cycle Process Module）、致動週期處理模組（Actuator Cycle Process Module）及傳感器設備模組（Transducer Module）。

感測器模組和致動器模組同樣是讓使用者透過該模組來設定並建立規則，如讀取器的時間參數或週期規則。感測週期處理模組和致動週期處理模組為依照使用者所給予的規則進行對感測器的操控排序與設定規則上的處理。傳感器設備模組則為透過規則可對傳感器給予相應的控制。該篇論文參考了傳統應用層級事件架構並進行修改，並新增對應感測器和致動器的時間及指令週期等規則，以及報告格式規則，讓傳感器所蒐集的資料能夠藉由規則處理，並符合 EPCglobal 標準協定並進行交換。

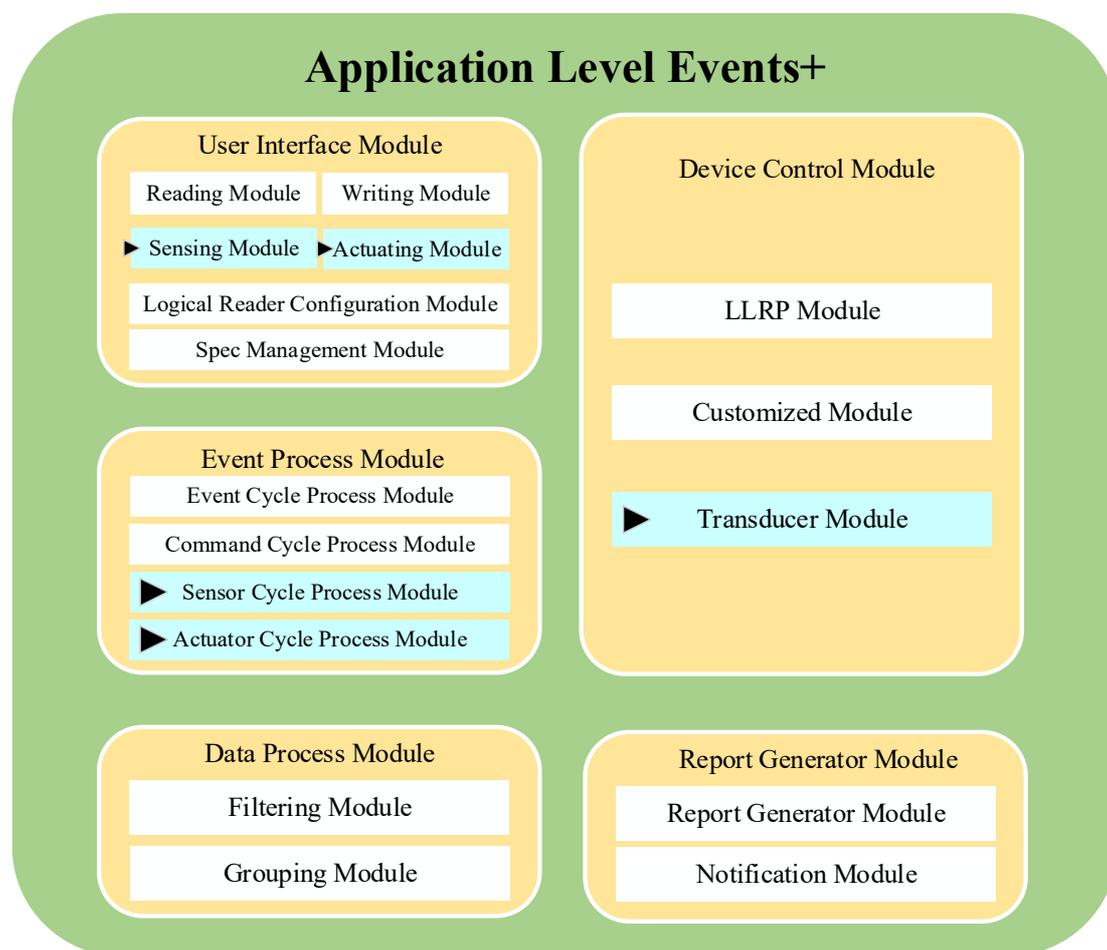


圖 3-2 ALE+之架構圖

(來源：參考文獻[4])

參、 本研究設計之應用層級事件架構

因本論文只有針對感測元件，因此在圖 3-1 之架構圖進行修改及擴充。本研

究所設定的在工具機中，非 RFID 感測元件類型為持續每 30 秒一次的感測，而感測資料須先透過 Wi-Fi 模組存入資料庫中，並在後續連結至應用層級事件進行資料處理。以下圖 3-3 中有三角形符號的模組框，為本研究在應用層級事件架構針對非 RFID 感測器元件所收集到的資料型態，而新增設定的模組則是對應非 RFID 感測器元件的資料處理模組。

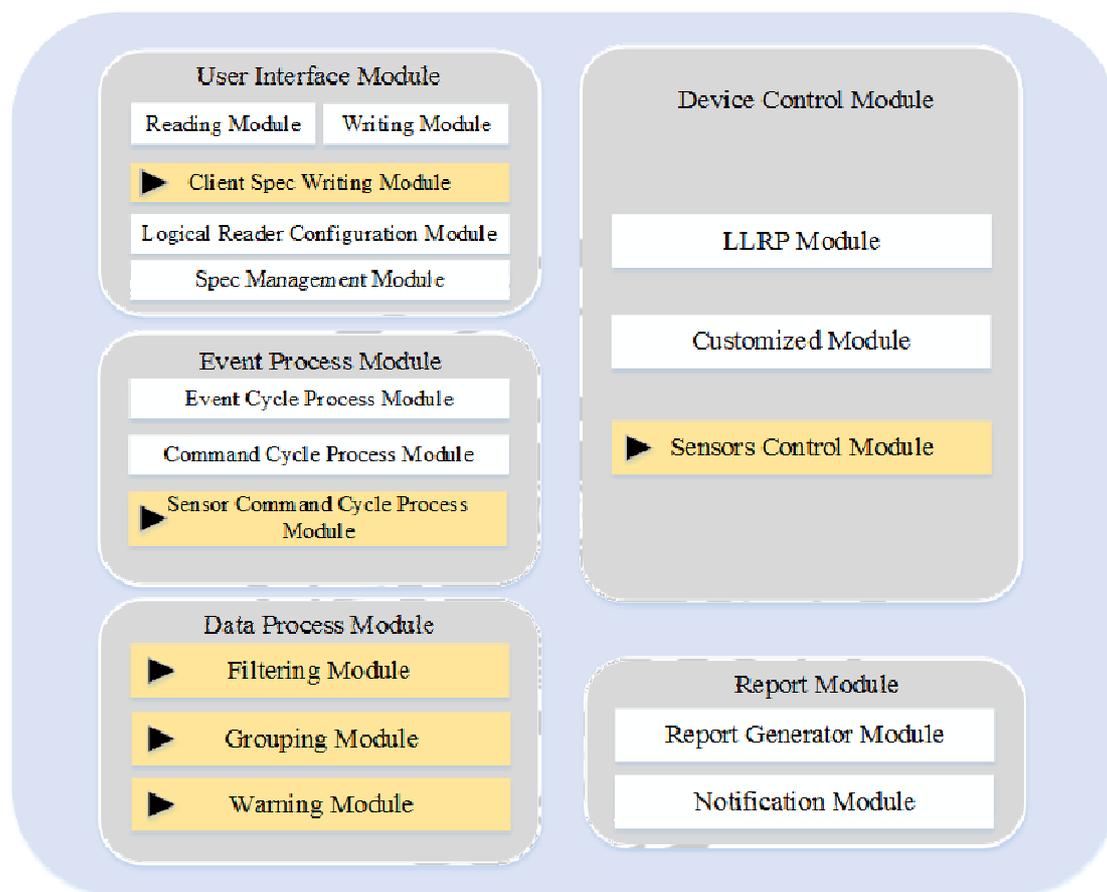


圖 3-3 本研究設計之應用層級事件架構圖

一、使用者介面模組

使用者介面模組 (User Interface Module) 包含以下幾個功能模組：

(一) 使用者規則寫入模組：使用者規則寫入模組 (Client Spec Writing Module)

為藉由該模組讓使用者輸入各種規則的設定。如時間參數、週期規則、過濾及群組條件等。

(二) 規則管理模組：規則管理模組 (Spec Management Module) 將使用者所

建立的規則進行管理，讓規則可傳送至其他模組。

二、事件處理模組

事件處理模組 (Event Process Module) 包含以下幾個功能模組：

- (一) 感測器命令週期處理模組：感測器命令週期處理模組 (Sensors Command Cycle Process Module) 依照使用者所建立的規則，進行規則的時間週期排序。

三、資料處理模組

資料處理模組 (Data Process Module) 包含以下幾個功能模組：

- (一) 過濾模組：過濾模組 (Filtering Module) 會將資料進行過濾分析動作，將使用者所給予的時間規則，進行對資料的處理。如使用者需要某時間點 1 分鐘的感測資料，該模組可將這 60 秒感測資料進行均值動作，並將值傳送至報告模組。
- (二) 群組模組：群組模組 (Grouping Module) 則是將不同的感測資料類型分別進行群組，不同的感測資料型態分別帶入各自的區塊，再將處理好的資料帶入下一項報告模組。
- (三) 警告通知模組：警告通知模組 (Warning Module) 可檢測過濾且群組模組處理過的資料，是否有異於使用者所設定的參數值，如溫度高於使用者設定的值，便可直接在顯示畫面呈現警告標示。

四、設備控制模組

設備控制模組 (Device Control Module) 包含以下幾個功能模組：

- (一) 感測器控制模組：感測器控制模組 (Sensors Control Module) 可將感測時間週期，透過使用者規則寫入模組所設定的時間參數來進行更改，若不進行設定，原本設定的感測時間為 30 秒 1 次。

五、報告模組

報告模組 (Report Module) 包含以下幾個功能模組：

- (一) 報告產生模組：報告產生模組 (Report Generator Module) 將已設定的好的 XML 格式，將已在資料處理模組過濾分析完的感測資料帶入該模組，

產生出 XML 報表上傳至資料庫端並提供給使用者查看。

(二) 通知模組：通知模組 (Notification Module) 為已處理過後的感測資料報表定期傳送報表，以提供使用者查看。

第三節 EPCglobal 結構框架於工具機台

本研究先於第二節內容提出本論文設計、規劃的應用層級事件架構，並於第三節描述如何應用於工具機廠的流程，從工具機之為控制晶片所得到的數據進行處理並可傳送至網路伺服器提供給使用者。及則詳細說明其中應用層級事件架構及流程運作在如何將工具機之資料過濾、分析，並處理為符合 EPCglobal 協定的格式。最後，第四章則為報表的呈現。

壹、 工具機系統運作架構流程

本章節內容為第二節所規劃的應用層級事件，因加入了工具機產業，以圖 3-1 做基礎再進行細項的設計與功能微調，並應用至工具機台，其規劃實際系統流程圖如圖 3-4，先於工具機機台的微控制器、非 RFID 感測元件以及 RFID 標籤中的產生出各種數據資料，RFID 標籤為透過讀取器來接收，而非 RFID 感測器則是透過 ZigBee 路由 (Router) 做接收，並建議透過 Arduino 作為平台，以序列周邊介面當作硬體與應用層級事件的媒介，再其中以 ZigBee 模組，藉由 IEEE 802.15.4 的網路標準協定做傳輸動作，感測器將以每 30 秒 1 次的頻率感測環境，並將接收到的數據資料傳送至 PC 端的資料庫。

其中 Arduino 可先進行簡單的感測資料格式偵測動作，檢查資料格式是否異常，如空白或是亂碼等。若蒐集到的感測資料為異常，將對資料進行刪除動作；若為正常，直接以 ZigBee 模組傳輸至資料庫，並由 RFID 讀取器和 ZigBee 路由或是 6LoWPAN 通訊技術互相進行資料接收或是傳送。接著，藉由應用層級事件由資料庫讀取接收到的感測的數據資料進行依序的週期性處理，將資料以使用者所設定的規則來過濾以及群組化，並產生符合 EPCglobal 標準協定的 XML 格式

報表後儲存至資料庫。將報表儲存至資料庫或是 EPC 資訊服務，讓產品資訊可在 EPCglobal 網路做交換。

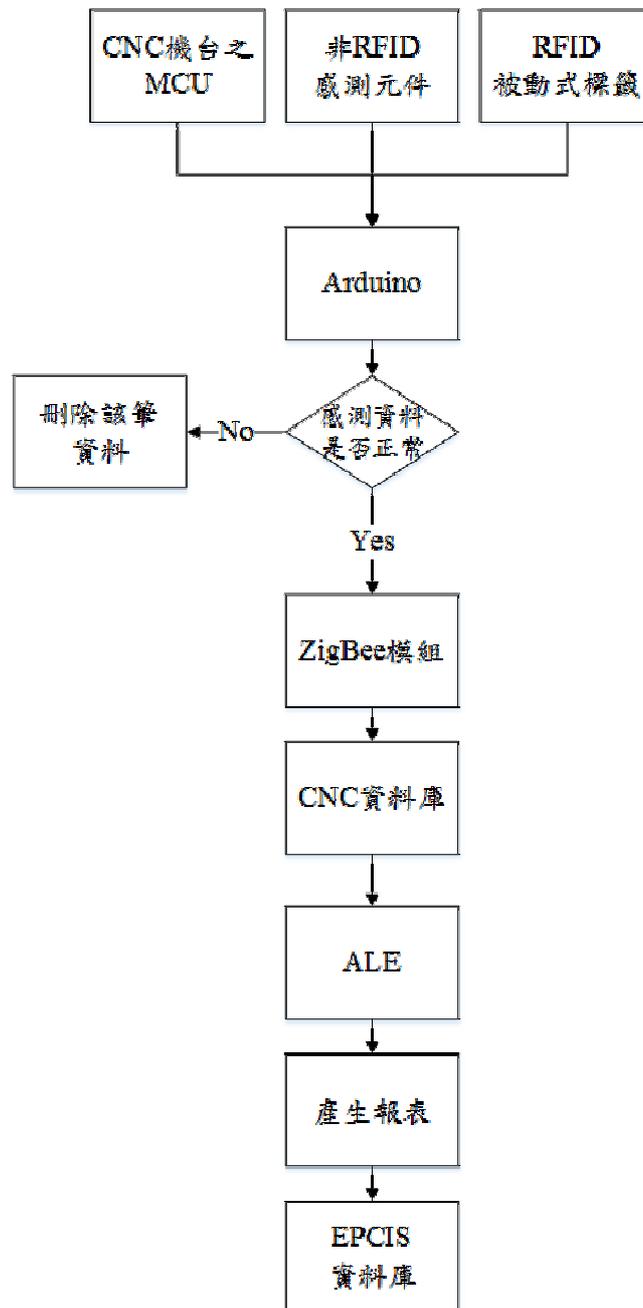


圖 3-4 CNC 應用層級事件運作流程圖

貳、 工具機應用層級事件運作架構

在圖 3-5 之架構圖中，從使用者規則寫入模組，可讓使用者輸入規則，包含時間參數、指令週期規則，還有過濾以及群組的條件。將規則在規則管理模組進

行規則管理並傳送至事件處理模組，讀取週期處理模組則是將需要依序進行，使用者所給予的規則中給予的時間參數或時間週期需進行時間週期處理。

接著將使用者設定的規則、時間參數、過濾條件和群組條件傳送至工具機控制模組和資料處理模組，依照使用者設定的規則進行資料過濾和分組動作，並在警告通知中，分析資料之值是否高於或低於規則所設定的參數，並給予警告於顯示畫面。在工具機控制模組可將使用者所設定的規則透過 ZigBee 路由器(Router)或是 6LoWPAN 閘道 (Gateway) [3][35]的感測網路，將資料傳送至感測器，讓感測器變為使用者所設定偵測時間週期。工具機的感測時間週期改變後，再由 ZigBee 路由器或是 6LoWPAN 閘道將資料轉送回 EPCglobal 結構框架中的應用層級事件進行處理。最後將處理過後的資料轉換成符合 EPCglobal 標準協定的 XML 格式語法之報表，並儲存至資料庫或是 EPC 資訊服務，讓產品資訊可在 EPCglobal 網路進行交換。

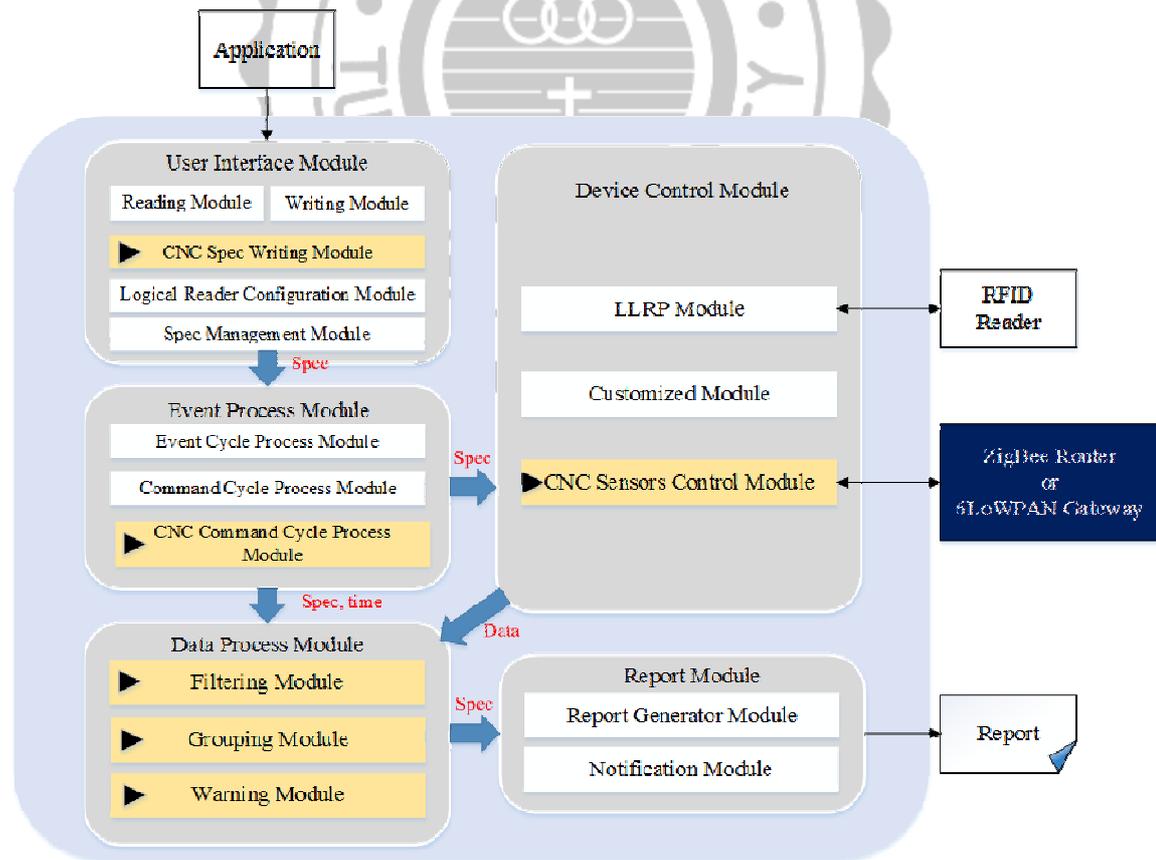


圖 3-5 CNC 工具機應用層級事件運作架構

一、使用者介面模組

使用者介面模組 (User Interface Module) 包含以下幾個功能模組：

(一) 工具機規則寫入模組：工具機規則寫入模組 (CNC Spec Writing Module)

為藉由該模組讓使用者輸入各種對工具機上非 RFID 感測器各種規則或資料上的設定。如時間參數、處理週期規則、過濾及群組條件等。

(二) 規則管理模組：規則管理模組 (Spec Management Module) 將使用者所

建立的規則進行管理，讓規則可傳送至其他模組。

二、事件處理模組

事件處理模組 (Event Process Module) 包含以下幾個功能模組：

(一) 工具機命令週期處理模組：工具機命令週期處理模組 (CNC Command

Cycle Process Module) 可依照使用者所建立的規則，將給予工具機的命令規則的進行時間週期排序，藉由該模組，可進行更改工具機上非 RFID 感測器上的時間週期，如每秒感測 1 次。

三、資料處理模組

資料處理模組 (Data Process Module) 包含以下幾個功能模組：

(一) 過濾模組：過濾模組 (Filtering Module) 將資料進行過濾分析動作，將

使用者所給予的時間規則，進行對資料的處理。如使用者需要某時間點 1 分鐘的感測資料，該模組可將這 60 秒感測資料進行均值動作，並將值傳送至報告模組。

(二) 群組模組：群組模組 (Grouping Module) 將不同的感測資料類型分別進

行群組，不同的感測資料型態分別帶入各自的區塊，再將處理好的資料帶入下一項報告模組。

(三) 警告通知模組：警告通知模組 (Warning Module) 檢測已過濾且群組化

的資料是否有異於使用者所設定的參數值，如溫度高於使用者設定的值，便可直接在顯示畫面呈現警告標示。

四、設備控制模組

設備控制模組 (Device Control Module) 包含以下幾個功能模組：

(一) 感測器控制模組：感測器控制模組 (Sensors Control Module) 可將感測時間週期，透過工具機規則寫入模組所設定的時間參數來進行更改，若不進行設定，原本設定的感測時間週期為 30 秒 1 次。

五、報告模組

報告模組 (Report Module) 包含以下幾個功能模組：

(一) 報告產生模組：報告產生模組 (Report Generator Module) 將已設定的好的 XML 格式，將已在資料處理模組過濾分析完的感測資料帶入該模組，產生出 XML 報表上傳至資料庫端並提供給使用者查看。

(二) 通知模組：通知模組 (Notification Module) 為已處理過後的工具機資訊之 XML 報表定期傳送報表給使用者，或使用者提出需求，便提供給使用者查看。

本章節提出因應工具機產業，其非 RFID 感測元件在 EPCglobal 結構框架中的應用層事件模組的進行修改與規劃，並以圖 3-3、3-5 為主要核心為將 RFID 與非 RFID 感測元件整合至 EPCglobal 結構框架中，讓非 RFID 感測資料可透過應用層級事件轉換為 EPCglobal 標準協定的 XML 格式報表，讓感測資料可透過 EPCglobal 網路進行交換。

第四章的部分，將先介紹商業核心字彙的部分，第二節則為呈現感測規則、週期規則、報告規則等，在規則上的制定，並提供範例報表，使用者可藉由 EPCglobal 網路並透過物件名稱解析服務來查詢相關產品資訊。

第四章 報表呈現

第一節 商業核心字彙簡介

商業核心字彙 (Core Business Vocabulary, CBV) 為定義 EPCglobal 標準相關商業字彙的結構、詞彙和詞彙語法[26]，使用於 EPC 資訊服務的供應鏈上資料共享和企業內部資訊交換標準，也定義 EPC 資訊服務之 Event Data 使用的特定字彙，並適用於一般的商業情之資料分享。透過定義字彙與其資料值，可讓不同企業與企業在進行資料交換時，能有依據的機制。

表 4-1 商業核心字彙範例

Business Step	Disposition		Site Sub-Location Type(SSLT)	Site Sub-Location Type-Attribute(SSLTA)
Required	Required			
picking	sellable_accessible	<u>201</u>	Backroom	402 Cold Storage
shipping	sellable_not_accessible	<u>202</u>	Storage Area	403 Shelf
shipped	<i>not_sellable</i>	<u>204</u>	Staging Area	408 Point of Sale
arrived	<i>processing</i>	<u>205</u>	Assembly	409 Security
receiving	<i>sold</i>	<u>207</u>	Returns Area	410 Yard
received	<i>unknown</i>	<u>208</u>	Production	413 Box Crusher
storing	active	<u>209</u>	Receiving Area	414 Dock/Door
destroyed	in transit	<u>299</u>	Undefined	415 <i>Conveyor Belt</i>
other	inactive	251	Quarantine Area	416 <i>Pallet Wrapper</i>
commission	destroyed	252	Controlled Substance Area	417 Portal Reader
quarantine	Returned damaged	253	Recalled Product Area	418 <i>Mobile Reader</i>
disaggregate	expired	254	Packaging Line	451 Dispenser
decommission	returned sellable	255	Picking Area	
quality_control	recalled	256	Quality Control	
dispense	no pedigree match	257	Pharmacy Counter	

資料來源：GS1 Taiwan

在 EPCglobal 標準發展群組重整之前，EPC 資訊服務以及資料交換工作小組根據快速移轉消費產品產業特性來制定 EPC 資訊服務資料中的商用字彙

(Business Vocabulary)。以快速移轉消費產品產業特性作為基礎，並發展出 EPC 資訊服務的基本商用字彙後，可藉由此作為藍本繼續發展，如表 4-1 所示，斜體底線的字彙為依照快速移轉消費產品產業特性，之後新增的字彙。因此統一的核心商用字彙將會是 EPC 資訊服務的發展發向，其他的特定產業只需要在制定額外的商用字彙[34]。

每一個產業可能需要特定的商業字彙以便於供應鏈上的產品資料交換，而於 EPCglobal 國際組織註冊的企業可以自行定義，或是在各種標準組織或協會提出後自行訂定，這些附加的標準詞彙類型定義在商用核心字彙標準可能會包含在後續版本之中。商用核心字彙的定義內容包含三大項[26]：

一、語法和詞彙的特定元素值及其定義這些標準詞彙：

(一) 定義商業流程識別符號：商業流程識別符號 (Business Step Identifiers)

可代表商業活動或流程中的特定動作。

(二) 定義狀態識別符號：狀態識別符號 (Disposition Identifiers) 之字彙可表達物件的商業狀態。

(三) 商業交易類型：商業交易類型 (Business Transaction Types) 可代表商業交易型態，如下單動作。

二、商用核心字彙標準規定使用者字彙的語法選項，包含：

(一) 物件 (Objects)

(二) 位置 (Locations)

(三) 商業交易 (Business transactions)

三、商用核心字彙規定了描述主要資料的屬性與其值之實體位置，包括：

(一) 企業位置 (Site Location)

(二) 企業附屬子公司類型 (Sub-Site Type)

(三) 企業附屬子公司屬性 (Sub-Site Attributes)

(四) 企業附屬子公司內容 (Sub-Site Detail)

商業核心字彙標準應用於 EPC 資訊服務事件資料之描述，採用 URN 語法

表示。每一個 EPC 資訊服務事件資料內，會說明為何 (Why) 被讀取時所發生的事件資訊。如圖 4-1 所示，例如在 EPC 資訊服務之中，針對一般商業流程—Shipping 代表「出貨」之活動，於商用核心字彙標準定義以 shipping 作為其字彙的標準，如表 4-2 所示，並使用於 BizStep 中，即為「商業流程」中描述和說明其定義，以呈現 EPC 資訊服務的事件資料[26]。

表 4-2 Shipping 字彙標準規格書之定義

Business Step		
Value	Value Definition	Examples
Shipping 出貨	Indicates the overall process of picking, loading and departing. It may be used when more granular process step information is unknown or inaccessible. It may indicate a final event from a shipping point. 代表揀貨、理貨、裝貨和啟運之整體程序。該字彙可使用於統整未知或無法取得的瑣碎程序資訊，可代表自出貨點的最終事件。	Manufacturer A Loads and reads product into the shipping container and closes the door. The product has been read out of the shipping facility. A 製造商裝貨入出貨貨櫃並讀取，關上貨櫃門。產品可由出貨設備被讀取。

資料來源：GS1 Taiwan

```
<epcis:EPCISDocument xmlns:epcis="urn:epcglobal:epcis:xsd:1" ...>
  <EPCISBody>
    <EventList>
      <ObjectEvent>
        ...
        <bizStep>urn:epcglobal:cbv:bizstep:shipping</bizStep>
        ...
      </ObjectEvent>
    </EventList>
  </EPCISBody>
</epcis:EPCISDocument>
```

圖 4-1 事件報表

(資料來源：GS1 Taiwan)

第二節 應用層級事件規則訂定

在應用層級事件 (Application Level Events) 中，需要依照規則的制定來進行所有資料交換的動作，因此在應用層級事件中，事件週期需有對應事件週期規則，本論文將依據 Application Level Event 1.1 規格書中的標準規範，提供規則的訂定與 XML 報表格式。

壹、工具機之感測器規則訂定

工具機之感測器規則的訂定是為了讓使用者建立其規則，特定的感測器操作，時間參數以及報表所需的規則格式等，表 4-3 為其規則格式。

表 4-3 工具機之感測器規則

CNCSpec
logicalCNCsensors : List<String>
boundarySpec : CNCboundarySpec
ReportSpecs : List<CNCReportSpec>
includeSpecInReports : Boolean
<<extension point>>

- 一、邏輯工具機感測器：邏輯工具機感測器 (logicalCNCsensors) 為使用者所要讀取的感測器資料，以及可設定所要操作的感測器，使用者可設定一到多個感測器。
- 二、工具機時間週期規則：工具機時間週期規則 (boundarySpec) 為使用者可設定對感測器偵測動作的時間參數、時間週期規則。
- 三、工具機報表規則：工具機報表規則 (ReportSpecs) 為透過設定特定報表規則，進行報表產生。
- 四、是否在報表中包含規則：是否在報表中包含規則 (includeSpecInReports) 為是否在產生的報表中加入依據的規則內容於報表中。
- 五、延伸 (extension)：延伸 (extension) 使用者可加入其他的擴充參數。

使用者依照以上表 4-3 CNCSpec 的規則訂定後，以 XML 語法所描述的文件

格式如下：

```
<CNCSpec
  schemaVersion="1"
  IncludeSpecInReports="true">
  <logicalCNCSensors>
    <logicalCNCSensors>Temperature_Sensor</logicalCNCSensors>
    <logicalCNCSensors>Humidity_Sensor</logicalCNCSensors>
    <logicalCNCSensors>Pressure_Sensor</logicalCNCSensors>
  </logicalCNCSensors>
  <CNCboundarySpec>
    <CNCboundarySpec>Temperature_CNCSpec</CNCboundarySpec>
    <CNCboundarySpec>Humidity_CNCSpec</CNCboundarySpec>
    <CNCboundarySpec>Pressure_CNCSpec</CNCboundarySpec>
  </CNCboundarySpec>
  <CNCReportSpecs>
    <CNCReportSpec>Temperature_CNCReportSpec</CNCReportSpec>
    <CNCReportSpec>Humidity_SensorReportSpec</CNCReportSpec>
    <CNCReportSpec> Pressure_SensorReportSpec</CNCReportSpec>
  </CNCReportSpecs>

  <extension>...</extension>

</CNCSpec>
```

貳、工具機之命令週期規則訂定

工具機的命令週期規則是為了針對執行感測器的參數做設定，時間週期、觸發條件、停止條件，以及感測時間區間，在原設定的感測器重複週期則為 30 秒為一次的讀取，而使用者可藉由工具機之命令週期來對感測器做改變。以下表 4-4 為工具機的命令週期規則。

表 4-4 工具機之命令週期規則

CNCboundarySpec
startTriggerList : List<ECTrigger>
repeatPeriod : ECTime
stopTriggerList : List<ECTrigger>
duration : ECTime
whenDataAvailable : Boolean
<<extension point>>

- 一、觸發開始執行清單：觸發開始執行清單 (startTriggerList) 為指定工具機台上的感測器進行感測動作，並選擇設定觸發開始執行的感測器清單。ECTrigger 則是 ALE 1.1 標準規格書中定義為感測器的觸發條件之時間區間。period 為時間的週期，offset 為一次週期的時間，timezone 則為國際標準時間。
- 二、重複週期：重複週期 (repeatPeriod) 為設定感測器感測動作與下一次的感測動作的週期之時間區間，並讓感測器依照該區間重複執行動作。
- 三、觸發停止清單：觸發停止清單 (stopTriggerList) 為指定工具機台上的感測器進行停止感測動作，並選擇設定觸發停止的感測器清單。
- 四、執行區間：執行區間 (duration) 為設定感測器一次感測動作的週期之時間區間，決定從感測器開始執行到結束的時間，並讓感測器依照該區間重複執行動作。ECTime 則是 ALE 1.1 標準規格書中定義為時間的區間。
- 五、符合過濾條件：符合過濾條件 (whenDataAvailable) 為感測器只要符合過濾的條件就停止時間週期的動作。
- 六、延伸 (extension)：延伸 (extension) 為使用者可加入其他的擴充參數。

使用者依照以上表 4-4 CNCboundarySpec 的規則訂定後，以 XML 語法所描述的文件格式如下：

```
<CNCBoundarySpec
  schemaVersion="1">
  <startTriggerList>
    <ECTrigger>urn:epcglobal:ale:trigger:rtc:period.offset</ECTrigger>
```

```

<ECTrigger>urn:epcglobal:ale:trigger:rtc:period.offset.timezone</ECTrigger>
</startTriggerList>
<repeatPeriod unit="MS">...</repeatPeriod>
<stopTriggerList>
  <ECTrigger>urn:epcglobal:ale:trigger:rtc:period.offset</ECTrigger>
  <ECTrigger>urn:epcglobal:ale:trigger:rtc:period.offset.timezone</ECTrigger>
</stopTriggerList>
<duration unit="MS">...</duration>
<whenDataAvailable>true</whenDataAvailable>
</CNCBoundarySpec>

```

參、工具機之感測器報表規則

工具機之感測器報表規則的訂定是為了在感測資料進行過濾以及群組動作後，所產生的一份報表，之以下表 4-5 為工具機的命令週期規則。

表 4-5 工具機之感測器報表規則

CNCReportSpec
reportName : String
reportSet : ECReportSetSpec
filterSpec : ECFilterSpec
groupSpec : ECGroupSpec
output : ECReportOutputSpec
reportIfEmpty : Boolean
reportOnlyOnChange : Boolean
statProfileNames : List<ECStatProfileName>
<<extension point>>

- 一、報告名稱：報告名稱（reportName）為感測器報表之名稱。
- 二、報告集合：報告集合（reportSet）為感測器的集合條件。例如感測器為執行或是停止的狀態，ECReportSetSpec 作為依據 ALE 1.1 標準規格書的感測器資料之集合規則。
- 三、過濾規則：過濾規則（filterSpec）為在過濾模組中，使用者所設定的感測資料之過濾條件，並以 ALE 1.1 標準規格書中 ECFilterSpec 作為過濾規則。

- 四、群組規則：群組規則（groupSpec）為在群組模組中，使用者所設定的感測資料之群組條件，並以 ALE 1.1 標準規格書中 ECGroupSpec 作為群組規則
- 五、輸出格式：輸出格式（output）描述在報表中如何表示感測資料的格式或單位。
- 六、回報空值報表：回報空值報表（reportIfEmpty）為若感測器所蒐集回來的資料為空值，是否需回報，ECReportOutputSpec 作為依據 ALE 1.1 標準規格書的感測器資料之輸出規則。
- 七、改變週期報表：改變週期報表（reportOnlyOnChange）當感測器週期改變時，是否才進行回傳動作。
- 八、狀態資料：狀態資料（statProfileNames）為指定特定狀態的感測資料於報表中。
- 九、延伸：延伸（extension）為使用者可加入其他的擴充參數。

使用者依照以上表 4-5 CNCReportSpec 的規則訂定後，以 XML 語法所描述的報表格式如下：

```
<SensorReportSpec
  schemaVersion="1"
  reportName="..."
  reportIfEmpty="false"
  reportOnlyOnChange="false">
  <reportSet>...</reportSet>
  <filterSpec>...</filterSpec>
  <groupSpec>...</groupSpec>
  <output>...</output>
  <statProfileNames>...</statProfileNames>

  <extension>...</extension>

</SensorReportSpec>
```

本章節介紹關於商用核心字彙的使用，讓已授權企業在對自己的產業用語加

入致商用核心字彙資料庫中，並能夠以全球統一標準格式進行交換。第二節部分則是針對感測資料所制定的規則，並根據 Application Level Events 1.1 標準規範進行制定規則，並以 XML 語法產生報表，讓感測資料能藉由該報表在 EPCglobal 網路進行交換。

最後，在第五章為結論的部分，將會討論研究的成果、貢獻以及解決了什麼問題。以及在未來展望中，討論未來本論文進行的研究方向，能夠有更進一步的發展。



第五章 結論

第一節 研究回顧與成果

當智能化開始普及應用於日常生活中，而目前工具機產業也開始以「智能工具機」作為主要發展目標。生產工具機機台後，時常需要耗費極大的人力與物力去進行維護以及遠距監控。以生產工具機的企業來說，若能夠透過遠端監控來快速的瞭解機台問題及狀況，並進行遠距離的操作來解決問題所在，便可提供更優化的售後服務，也能減少、降低耗費人力以及物力上的成本。

因此，本論文希望透過 EPCglobal 結構框架、EPCglobal 網路、RFID 與非 RFID 感測元件來整合至工具機上。EPCglobal 結構框架為目前唯一擁有全球性的國際標準，能夠以統一的標準進行產品資料的交換，因此不管產品出售至全球各地，企業都能藉由 EPCglobal 網路來查詢產品資訊及狀態。因此藉由整合，能夠達到對機台的即時監控以及遠距操作。

然而，目前 EPCglobal 結構框架中的應用層級事件只能針對標籤及讀取器所收集到的資料進行操作，限制了非 RFID 感測元件的使用。而為了將工具機上的感測元件結合至 EPCglobal 結構框架中，本論文利用修改、擴充應用層級事件架構，新增工具機之感測器介面，讓非 RFID 感測元件所收集到的感測資料型態，能夠藉由本研究所設計的應用層級事件進行處理並符合 EPCglobal 標準協定，讓該產品資訊能夠更詳細並儲存至 EPC 資訊服務中，並讓全球皆可藉由 EPCglobal 網路並以 EPC 碼查詢到該工具機的資訊，並將許多非 RFID 感測元件達到再次利用的效果，而不被時代所淘汰並應用至物聯網中。透過本論文提供的整合規劃與構想，更加容易監控工具機台的狀況，可減少許多人力和物力的成本，也優化了在產品加工製造的監控以及工具機台的資產管理。

第二節 未來展望

隨著智能化的技術漸漸普及，若能將本論文之研究成果實作於工具機廠，可在達到智能化，並在控制上更加優化，可達到極大的人力成本下降。以即時監控與遠距操作的方式，讓人為產生的錯誤減少並降低。再結合工業 4.0 技術，將整體的生產變成自動化，甚至最終可變成無人工廠的狀況。讓機械與機械之間進行聯繫以及自動化的生產，在加工製造和資產管理上可達到更有效率的控管。

而目前的台灣工具機的技術發展中，於緒論所提到的智能工具機概念中的目標，本論文已達到自主監控和優化控制以及機械與機械之間互相聯繫。而在未來的研究，期望能夠達到加工決策系統、具備線上量測功能以及設備學習與自適能力，這三個方面發展。在本論文藉由感測元件將收集到的感測資料，這些感測資料在未來可進行大數據分析，找出產品在工具機監控中，加工製造容易發生的問題，以及在工具機維護時，機台設備容易造成損毀的狀況，讓後續問題處理上能夠更加效率化。

參考文獻

- [1] 工具機 LG-800 規格書，工具機 MVP-10 規格書，協鴻工業股份有限公司官方網站。取自：<http://www.hartford.com.tw/zh-tw>。
- [2] 工業 4.0(2015)，工業 4.0 簡介，取自：https://zh.wikipedia.org/wiki/工業_4.0。
- [3] 王雅玲 (2013)，基於 6LoWPAN 上的無線感測網路之網路管理系統研究。取自：國立暨南國際大學資訊工程學系碩士論文。
- [4] 台灣工具機重要廠商名單，工具機產業簡介。取自電子時報，<http://investtaiwan.org/doc/20150730/2-2-12i.pdf>。
- [5] 周彥碩，第四章 EPCglobal 網路架構元件。取自屏東商業技術學院課程講義。
- [6] 林裕勝 (2011)，ALE+之設計與實作:應用層級事件於物聯網應用之擴充。取自逢甲大學資訊工程學系碩士班碩士論文。
- [7] 林葳均 (2011)，淺談工業 4.0 浪潮下的國際製造業政策。取自國立政治大學地政學系私立中國地政研究所碩士論文。
- [8] 韋康博 (2015)，工業 4.0：從製造業到「智」造業，下一波產業革命如何顛覆全世界？。台北市：商周出版社股份有限公司。
- [9] 孫駿榮、蘇海永 (2015)，用 Arduino 全面打造物聯網。台北市：碁峰資訊股份有限公司。
- [10] 張志勇、翁仲銘、石貴平、廖文華 (2013)，物聯網概論。台北市：碁峰資訊股份有限公司。
- [11] 張健一 (2015)，企業如何運用生產力 4.0 方案強化國際競爭力及進行產業加值升級。取自產業雜誌刊登-“藉產業 4.0 天蠶變”，第 548 期。
- [12] 郭清智 (2011)，應用 Wi-Fi 與 GPS 技術於室外定位之研究。取自國立政治大學地政學系私立中國地政研究所碩士論文。
- [13] 陳響亮、陳奕伶、陳韻堯 (2013)，基於微控制器之工具機訊號擷取裝置設

計與實作。取自 TANET2013 台灣網際網路研討會-【論文集】

- [14] 麥朝創、鄭志平 (2014)，智能化工具機之發展。取自機械工業專刊，第 380 期。
- [15] 經濟部國際貿易局 (2014)，推動進入國際大廠供應鏈體系營運模式及需求研究報告。取自工具機暨零組件整合行銷計畫。
- [16] 詹伊靜 (2014)，台灣工具機產業發展中的國家角色：1945~2010。取自國立中山大學政治學研究所碩士論文。
- [17] 熊志民、黃仲宏、葉錦清、葉立綸、戴榮美、管思綺、李坤穎、李建毅、廖彥欣、羅世杰、陳進輝 (2015)，2015 機械產業年鑑。台北市：財團法人工業技術研究院產業經濟與趨勢研究中心。
- [18] 蔡潔、陳宏益、陳裕昌 (2011)，RFID 實習手冊。台北市：藍海文化事業股份有限公司。
- [19] 趙英傑 (2014)，超圖解 Arduino 互動設計入門 (第二版)。台北市：旗標出版股份有限公司。
- [20] 嚴瑞雄 (2011)，台灣工具機產業發展概述。取自中工高雄會刊第 18 卷，第 4 期，<http://www.cie.org.tw/khc/magaz100Y/27--台灣工具機產業發展概述.pdf>。
- [21] Arduino. (2016). Arduino Software Release Notes. Retrieved from <http://www.arduino.cc/en/Main/ReleaseNote>. W. Tseng, Y. T. Liao, C. H. Huang. (2014). Adding IEEE 1451 Transducer Capability to EPCglobal Information Service. IEEE International Conference on Internet of Things, 264-271.
- [22] C.-W. Tseng, Y.-C. Chen, and C.-H Huang. (2015). A Design of GS1 EPCglobal Application Level Events Extension for IoT Applications. IEICE Transactions on Information and Systems, 15(10), 5404 - 5415.[content/mariadbmysql-postgresql-and-sqlite3-comparing-command-line-interfaces-core-20090313.pdf](http://www.ieice.org/~transinf/content/mariadbmysql-postgresql-and-sqlite3-comparing-command-line-interfaces-core-20090313.pdf).
- [23] Daniel Bartholomews. (2012). MariaDB/MySQL, PostgreSQL and SQLite3 – Comparing Command-Line Interfaces. Retrieved from [http://www.linuxjournal.c](http://www.linuxjournal.com/content/comparing-command-line-interfaces)

om/content/mariadbmysql-postgresql-and-sqlite3-comparing-command-line-interfaces.

- [24] EPoSS. (2008). Internet of Things in 2020-A Roadmap for the Future. RFID Working Group of the European Technology Platform on Smart System Integration.
- [25] Gardner Research. (2016). 2014-2015 Producers of Machine Tools, 2014-2015 Exports of Machine Tools. Retrieved from [http://www.gardnerweb.com/cdn/cms/2016%20WMTS %20Report.pdf](http://www.gardnerweb.com/cdn/cms/2016%20WMTS%20Report.pdf).
- [26] GS1 Taiwan. GS1 EPCglobal. Retrieved from <http://www.gs1tw.org/twct/web/EP Cg.jsp>.
- [27] GS1. (2009). EPC/RFID Standards. Retrieved from <http://www.gs1.org/epc-rfid>.
- [28] GS1. (2009). The Application Level Events (ALE) Specification, Version 1.1.1. Retrieved from http://www.gs1.org/sites/default/files/docs/EPC/ale_1_1_1-standard-core-20090313.pdf.
- [29] International Telecommunication Union. (2005). The Internet of Things – Executive Summary. ITU Internet Reports.
- [30] MariaDB. About MariaDB. Retrieved from <https://mariadb.org/>.
- [31] MIT Auto-ID Labs. (2008). The EPCglobal Network and Standards. Retrieved from http://www.rfidjournalevents.com/europe2008/pdfs_np/Michahelles_Nov4_1200_Basic.pdf.
- [32] Morgan, R.M., & Hunt, S.D. (1994). The Commitment-Trust Theory of Relationship Marketing. *Journal of Marketing*, 58(3), 20. Comparing Command-Line Interfaces. Retrieved from http://www.rfidjournalevents.com/europe2008/pdfs_np/Michahelles_Nov4_1PCg.jsp.
- [33] Ramirez, A., Siegrist, M., Krumholz, P., & Rainey, T. (2013). Equity, Adequacy, and Categorical Funding in Colorado School Finance: A Focus on English

Language Learners. Education and Urban Society. 45(6), 700-713.

- [34] Shih-Cheng. (2011). Horng Introduction to RFID, Retrieved from CSIE CYUT.
- [35] Sree Lakshmi Ele, Madhusudana Rao Kothari, Devi Naga Nandini Kota. (2014). 6LoWPAN Based Wireless Sensor Network to Monitor Temperature. International Journal of Advanced Electronics and Communication Engineering 2014, Volume 1, Issue 1, pp. 1-6.
- [36] Sri Atluru, Amit Deshpande, Samuel Huang, John P. Snyder. (2008). Smart Machine Supervisory System: Concept, Definition and Application. Society for Machinery Failure Prevention Technology 62nd Conference, 6-8.
- [37] The IEEE Standards Association. (1999). Part 11: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications: High Speed Physical Layer Extension in the 2.4 GHz Band. IEEE 802.11 Standards. Retrieved from http://www.gsl.org/sites/default/files/docs/EPC/ale_1_1_1-standard.

