

科技部自由軟體專案研究計畫『系統測試報告』

System Testing Document Of MOST Open Source Project

雲端物聯網技術與平台設計：以智慧農業為驗證場域

Design of Cloud of IoT Technology and Platform:

Intelligent Agricultural Testbed

MOST 104-2221-E-020-016

MOST 104-2221-E-020-016

MOST 104-2221-E-020-018

MOST 104-2221-E-020-017

龔旭陽

國立屏東科技大學 資管系

Department of Engineering and Applied Science

National Science Council, Taiwan

2016/06/08

雲端物聯技術與平台設計：以 智慧農業為驗證場域

**Design of Cloud of IoT Technology and Platform:
Intelligent Agricultural Testbed
(DDDSW)**

執行時間：2015.08 至 2016.07

DDDSWProject Execution Plan Document

版本 1.0

(Version 1.0)



雲端物聯技術與平台設計：以 智慧農業為驗證場域

Design of Cloud of IoT Technology and Platform: Intelligent Agricultural Testbed (*DDDSW*)

執行時間：2015.08 至 2016.07

DDDSW Project Execution Plan Document

Prepared by

林美佐

郭庭歡

楊翌倩

林宛億

張筑鈞

Approved by

龔旭陽教授



開放式物聯網中介平台之設計

Design of An Open IoT Middleware System (OIMS)

執行時間：2015.08 至 2016.07

OIMS System Testing Document

Prepared by

黃思淵

楊翌倩

林宛億

張宇鈞

張筑鈞

Approved by

龔旭陽 教授



智慧農業之植栽病蟲害影像辨識監 測及特徵規則探勘平台之設計與實 作

An Image Recognition Monitoring and Feature Rules Mining Platform of Diseases and Pests of Plants for Intelligent Agriculture: Design and Implementation (DPPIA)

執行時間：2015.08 至 2016.07

DPPIA Project Execution Plan Document

Prepared by

溫庭寬

盧俐穎

黃雍晉

陳耀國

黃俞凱

廖威綸

Approved by

蔡玉娟 教授



物聯網 AR 視頻服務平台之設計與實 作-個別化視頻廣播子系統

Design of Augmented-Reality Video Channel Service Platforms for IoT- Personalized Video Broadcasting Channel Subsystems (ARVC-PVBC)

執行時間：2015.08 至 2016.07

ARVC-PVBC System Testing Document

Prepared by

杜少廷

江岳恩

陳家賢

張雯雅

Approved by

童曉儒 教授

ARVC-PVBC System Testing Document

Version 1.0

Date 2016/05/25

National PingTung University
of Science and Technology



目錄

版本變更記錄.....	10
第 1 章 測試目的與接受準則 (Objectives and Acceptance Criteria).....	11
1.1 系統範圍(System Scope)	11
1.2 測試文件目的(Purpose of this Document).....	15
1.3 測試接受準則(Test Acceptance Criteria).....	16
第 2 章 測試環境 (Testing Environment)	17
2.1 操作環境(Operational Environment)	17
2.2 硬體規格(Hardware Specification)	22
2.3 軟體規格(Software Specification)	25
2.4 測試資料來源(Test Data Sources)	26
第 3 章 測試行程、流程與職責 (Testing Schedule, Procedure, and Responsibility)	29
3.1 測試行程(Testing Schedule)	29
3.1.1 時程改.....	29
3.1.2 里程碑.....	30
3.2 測試流程(Testing Procedure)	31
3.2.1 Subsystems Validation	31
3.2.2 Integration Testing	38
3.2.3 Acceptance Testing.....	40
3.3 個人職責 (Testing Responsibility)	49
第 4 章 Test Case.....	52
4.1 Integration Testing Cases	52
4.1.1 IT1 Test Case	52

4.1.2	IT2 Test Case	55
4.1.3	IT3 Test Case	59
4.1.4	IT4 Test Case	62
4.2	Acceptance Testing Case	65
4.2.1	AT1 Test Case	65
4.2.2	AT2 Test Case	69
4.2.3	AT3 Test Case	73
4.2.4	AT4 Test Case	76
第 5 章	測試效能分析	80
5.1	雲端物聯網技術與平台設計：以智慧農業為驗證場域描述(DDDSW)..	80
5.1.1	傳統倒傳遞類神經網路分析預測產量分析評估	82
5.1.2	隨機倒傳遞類神經網路群預測產量分析	83
5.1.3	迴歸分析預測產量分析	84
5.2	雲端物聯網技術與平台設計：以智慧農業為驗證場域描述(DDDSW)..	87
5.2.1	分析之情境與比較項目	87
5.3	智慧農業之植栽病蟲害影像辨識監測及特徵規則探勘平台之設計與實作 (DPPIA)	102
5.3.1	車路通訊模擬效能分析	102
5.4	物聯網 AR 視頻服務平台之設計與實作-個別化視頻廣播子系統 (ARVC-PVBC)	103
5.4.1	PVBC 個別化視頻廣播系統分析.....	103
5.4.2	PVBC 個別化視頻廣播系統畫面.....	104
第 6 章	Test Result and Analysis	107
6.1	Integration Testing Cases	107
第 7 章	Appendix A: Glossary	109

第 8 章	Appendix B: Traceability	111
第 9 章	Reference	132

版本變更記錄

版本	變更項目	變更日期
V1.0	第一版	2016.06.08

第1章 測試目的與接受準則

(Objectives and Acceptance Criteria)

1.1 系統範圍(System Scope)

本計畫「雲端物聯技術與平台設計：以智慧農業為驗證場域 (Design of Cloud of IoT Technology and Platform: Intelligent Agricultural Testbed)」，計畫目的為研究以物聯網與雲端技術發展一智慧型農業雲端平台，期望能透過最新資通訊技術的創新應用來提升傳統農業生產管理技術，助益農業以更有效率以及安全的方式生產農產品，協助其精進產業升級與創造新商機。此整合總計畫主要為運用農業場域中的感測器透過物聯網技術收集植栽作物生長資料和各農業環境資料，以動態資料驅動(Dynamic Data Driven, DDD)技術設計一動態驅動語意感測網路(Dynamic Data Driven Semantic Sensor Web)，進行資料動作屬性分析，實現有效率之雲端運算與雲端儲存(Cloud Storage)，並找出適合植栽作物生長之環境情境組合，同時透過平台收集巨量資訊以進行產量預測。

本整合型計畫之目標將提供一個具強大分析運算與儲存能力的雲端環境，作法為透過動態資料驅動技術找出適合植栽作物生長之環境情境組合，並結合本體論與類神經網路對植栽作物進行產量預測設計出適合不同植物栽種環境之最適生產管理模式，建立智慧農業雲端平台與技術。

本總計畫包含四大機制模組如圖 1.1 所示，：

■ 時間頻率判定機制 (Time Frequency Determination Mechanism, TFDM)，透過感測器歷史資訊判定一最佳的感測資料收集頻率判定機制，此機制分為(1) 資料樣本設計機制與(2) 資料樣本檢定機制兩大部份。主要透過此機制設計有效的比對樣本，提供最佳的時間頻率比對，找出其差異化，並找出各種感測器最佳收值的時間頻率，達成感測器節能。

■ 感測資料收集機制(Sensor Data Collection Mechanism, DCM)，主要收

集各子計畫感測監控設備的資料並進行分析彙整，而後將資料動態驅動概念導入，解決大量資料下變化快速與資料多樣性的問題。

■ 雲端運算機制(Cloud Computing Mechanism, CCM)，主要透過所建制的雲端平台減輕各機制下的運算負荷，依此概念設計之一大機制為「雲端運算機制」。將農業動態驅動雲端平台下的各機制，並進行映射簡化，用以減少運算時間，增加運算效率。

■ 產量預測機制(Produce Prediction Mechanism, PPM)，主要透過長時間感測監控設備的收集資料，如影像即時的溫室土壤含水量、溫室氣溫監控等資訊，或植栽作物生產資訊的情境組合，進行類神經分類，透過分類結果進行各季節之產期產量分析，以作為預測機制的判定因子。

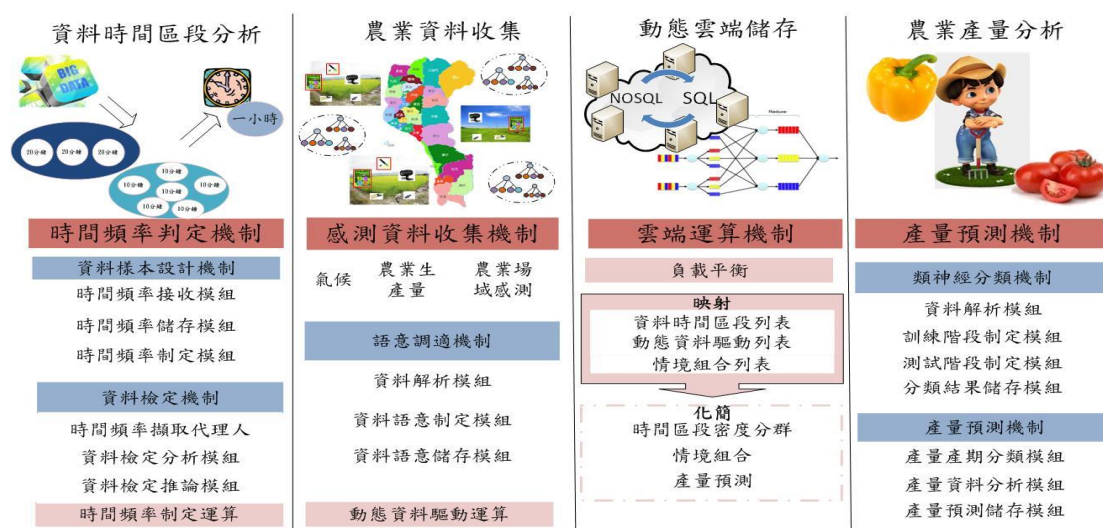


圖 1.1 系統架構圖

各子計畫的系統說明分述如下：

(1) 子計畫一設計與實作「開放式物聯網中介平台之設計(Design of An Open IoT Middleware System)」

本計畫著重探討各種使用者(包括農業生產者、一般民眾)透過網路服務在農業資訊系統上存取各式應用服務時，如何享有即時傳輸與穩定的服務品質，而各式應用服務的資料來源為多型態資料流(文字、圖片、影像、聲音)，且同時在存取各式應用服務的使用者眾多，這種情況下該如何調節配置傳輸資源與依照不

同使用者需求給予資料串流傳輸優先權，為我們重要的研究議題。在農業生產的環境中會佈建多種感測設備(溫度、濕度、二氧化碳、土壤水份等)來監測控制環境狀態，這些資料透過網路系統可上傳至雲端環境儲存記錄，以提供相關資訊給各式應用系統或使用者運用。對於民眾來說，他們對食品安全有重視，故可利用農業資訊系統建置的生產履歷管理來追溯產地資訊與整個運送過程；農業休閒觀光逐漸盛行，民眾會希望透過資訊導覽解說服務來獲得豐富的農業相關資訊或知識，甚至與之互動；對於農民生產者，他們可透過遠距監控系統查看場域環境的各種因素狀態。當使用者在存取服務時，往往應用系統所需的資料來源會同時涵蓋文字資料、影像資料、圖片資料等多型態資料流，而使用者數量眾多，物聯中介伺服器必須依照各使用者需求給予即時且穩定的傳輸服務。而當使用者想立即查看場域中所感興趣的監測資料，例如作物影像，可先從物聯網資料庫中辨別最新一筆的相關資料是否足以呈現服務，若判定其無法表現最新狀態，則可以由物聯網伺服器向相關聯的感測設備要求資料以提供給應用服務。

物聯網即是透過物與物相聯的概念，免去人力操控的介入而達到智慧化控制的服務，而過去物聯網應用平台皆屬垂直式整合，不同的應用情境即發展不同的物聯網平台，根據其特殊的需要來整合所需之感測器、網路、應用服務層，要移植到不同應用情境實屬不易，為了達成水平式整合之效，需要建置一整合之開放物聯網中介平台。因此本計畫將建置並整合以下子元件，如表 1.1 所示。

(2) 子計畫二設計與實作「智慧農業之植栽病蟲害影像辨識監測及特徵規則探勘平台：設計與實作(An Image Recognition Monitoring and Feature Rules Mining Platform of Diseases and Pests of Plants for Intelligent Agriculture: Design and Implementation)」

本計畫主要目標在於利用影像辨識技術自動監控植栽之生長狀況，並將異常影像及專家診斷病蟲害結果結合物聯網技術將溫室佈建之感測器所取得微氣候參數值儲存於資料庫。首先藉由影像辨識監測即時發現植栽異常並處理，以防止

病情擴散傳染，讓其他植栽健康生長，透過前後景差異偵測模組取出前景植栽影像，進行葉片和果實分類後，在植栽葉片異常辨識分為葉片菱形模版定位模組、葉片顏色異常檢測模組；在植栽果實異常辨識分為果實輪廓定位模組、果實病蟲害及異常偵測模組，最後再將植栽異常及病蟲害之即時影像、農業專家診斷病蟲害類型資料及溫室內佈建之感測器所蒐集之各項微氣候參數值，建立異常及病蟲害、微氣候感測資料庫。

表 1.1 子計畫一各子元件功能及輸出結果

子元件名稱	功能	輸出結果
高效能物聯網資訊傳輸平台	測試感測器與系統之連線是否穩定，且 SCTP 的多重串流功能(multi-streaming functionality)能否降低網路 overhead。	1. 可收集完整感測資料 2. 提升流量控制之效率
溫室監控伺服器與資料庫系統	測試溫室監控伺服器能否即時監測環境狀況及現場影像，且資料庫是否能回饋經運算整理過後的溫室統計報表等資料。	1. 即時監測環境狀況及現場影像。 2. 提供溫室統計報表等資料。
多異質感測設備資料整合中介平台	能否根據異質感測服務資料來源，針對農業環境變化與植栽變化資訊進行整合性的變化監測，且進行資料格式的轉換處理。	整合各異質感測器之感測資料。
oneM2M 服務處理伺服器	所導入之 oneM2M 架構，能否處理大量感測資源，且將資料根據使用者之興趣主動推撥。	系統可主動推撥使用者感興趣之資料，也可要求其他資料。

子計畫二畫由以下 5 個模組及 1 個資料庫所構成，分別為：

異常及病蟲害、微氣候感測雲端資料庫(Cloud Database of Plant Abnormality, Diseases, Pests and Microclimate Data, CDPA)

1. 葉片輪廓模版定位模組(Matching Module of Leaf Contour, MMLC)
2. 果實輪廓定位模組(Matching Module of Fruit Contour, MMFC)
3. 前後景差異偵測模組(Difference Detection Module between Foreground and Background, DDM)
4. 葉片顏色異常檢測模組(Abnormality Detection Module of Leaf Color, ADMLC)

5. 果實病蟲害及異常偵測模組(Abnormality Detection Module of Fruit Diseases and Pests, ADM)

對此測試模組及資料庫的預計實現的內容主要包括：

- 藉由葉片輪廓模版定位模組及果實輪廓定位模組找出葉片與果實之位置，並利用前後景差異偵測模組進行植栽差異即時監控。
- 再利用葉片顏色異常檢測模組與果實病蟲害及異常偵測模組進行葉片與果實之異常辨識偵測，若有發生異常則立即通知農業專家進行病蟲害類型判斷農業專家進行病蟲害類型判斷，讓農民盡快妥善處理，以避免病蟲害感染擴散。
- 最後將異常、病蟲害狀況之植栽異常影像、農業專家診斷病蟲害類型資料，以及溫室內佈建之各式感測器蒐集溫室環境參數加以整合並儲存於雲端資料庫。

(3) 子計畫三設計與實作「物聯網 AR 視頻服務平台之設計與實作 (Augmented-Reality Video Channel Service Platforms/ARVC)」

本子計畫為總計畫「雲端物聯技術與平台設計：以智慧農業為驗證場域」之子計畫三「物聯網 AR 視頻服務平台之設計與實作(Augmented-Reality Video Channel Service Platforms/ARVC)」，子計畫三測試系統架構分成內容管理(Content Management/CM)、行為/偏好管理(Behavior/Preference Management /BPM)與廣播清單管理(Broadcast List Management/BLM)。在內容管理 CM 主要負責內容的蒐集與管理；行為/偏好管理 BPM 主要記錄個別使用者的行為模式；廣播清單管理 BLM 負責播放清單的產生，可以產生制式化廣播清單或者是個別化廣播清單，依照使用者習慣作調整。因此系統將檢驗『物聯網 AR 視頻服務平台之設計與實作』 (Design of Augmented-Reality Video Channel Service Platforms for IoT) 之個別化視頻廣播子系統 (Personalized Video Broadcasting Channel Subsystems/PVBC) 分類如下

- 內容管理 (Content Management, CM) Plan
- 廣播清單管理(Broadcast List Management, BLM)Plan
- 行為/偏好管理(Behavior/Preference Management, BPM)Plan

1.2 測試文件目的(Purpose of this Document)

本文件主要建立「雲端物聯技術與平台設計：以智慧農業為驗證場域」的測

試和整合計畫、程序與報告，在系統進行整合之前，我們必須先確定系統元件之單元測試是否已完成，並且著重於從需求文件和設計文件來進行整合系統測試(Integration Test)及接受度測試(Acceptance Test)，典型之系統整合程序如圖 1.4 所示。本文件內容將依據系統需求規格書與系統設計文件，描述相關整合測試的相關計畫內容，並希望透過此文件之描述與實踐，達到順利進行測試工作之目的。

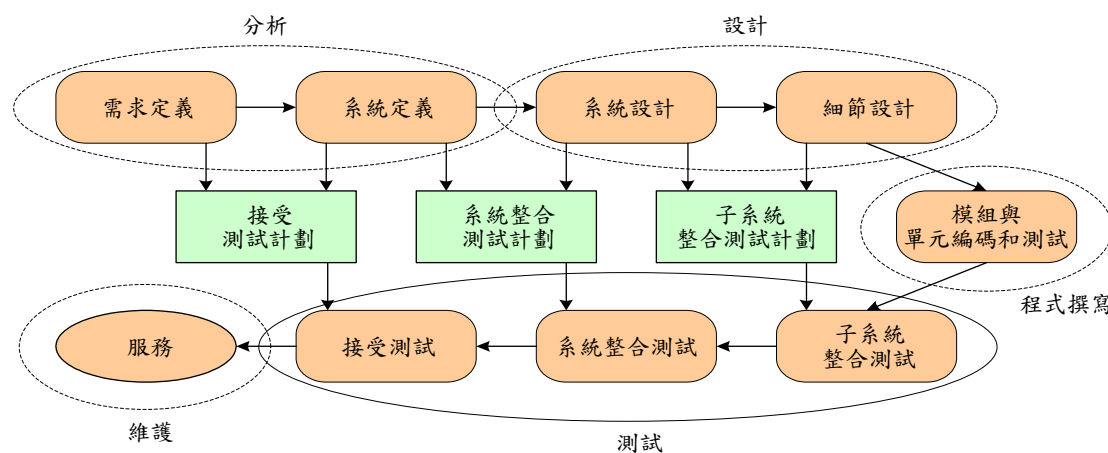


圖 1.4 系統整合程序

1.3 測試接受準則(Test Acceptance Criteria)

本測試計畫需要滿足下面的測試接受準則：

- 針對所有優先次序列為 Critical、Important 與 Desirable 之需求做完整測試。
- 測試程序需要依照本測試計畫所訂定的程序進行，所有測試結果需要能符合預期測試結果方能接受。
- 以測試案例為單位，當測試未通過時，需要進行該單元的測試，其接受的準則如第一項中所規定的相同。
- 解決系統中相互抵觸的元件與相關功能。

第2章 測試環境

(Testing Environment)

2.1 操作環境(Operational Environment)

(1) 雲端物聯技術與平台設計：以智慧農業為驗證場域(DDDSW)

對於本系統進行系統測試階段的環境說明，第一部份透過巨量資料的群集找出最適合的時間收集頻率，並應用雲端映射化簡概念增加運算效率，製作一資料時間區段頻率機制；第二部份將大量多樣性的感測資料進行預先處理，增加感測資料的語意，乃將即時收到的感測資料，依據農業專家所提供的環境危機標準及行政院農委會之農業知識庫，增加語意並編譯至感測資訊，以增加植栽作物生長資訊，同時找出所有情境組合，製作一動態驅動語意感測網路(Dynamic Data Driven Semantic Sensor Web)，語意的編譯也會進行雲端映射化簡以增加運算效率；第三部份將第二部份的情境組合分析，用類神經網路進行分類，並找出各組合與產量之間的關聯性，分析產量的關聯因子，將其作為影響未來產量預測因素。其內容包含 TFDM、DCM、CCM 與 PPM 軟體元件，透過這些軟體元件之支援，得以整合各子計畫所提供之服務內容，並依使用者之參數設定動態自動產生使用者介面。

分述如下：

■ 時間頻率判定機制(Time Frequency Determination Mechanism, TFDM)，本系統之時間頻率判定機制，透過感測器歷史資訊判定一最佳的感測資料收集頻率判定機制，此機制分為(1) 資料樣本設計機制與(2) 資料樣本檢定機制兩大部份。資料樣本設計機制主要乃設計有效的比對樣本，透過此機制的設計，能提供最佳的時間頻率比對，找出其差異化；資料檢定機制主要在檢定時間頻率比對機制，找出各種感測器最佳收值的時間頻率，達成感測器節能。透過時間區段擷取代理人，擷取時間頻率制定模組的各頻率，進行此兩類機制的比對。最後時間頻

率運算之分析比對，可透過雲端平台分散運算，達成即時的時間頻率制定，運算步驟將映射各個感測器於不同時間頻率的資訊，化簡兩兩檢定運算，其時間頻率制定，若結果存在顯著差異，則觀察值即為適當的測定時間頻率；當檢定結果不存顯著差異，則期望值為測定時間頻率。

■ 感測資料收集機制(Sensor Data Collection Mechanism, DCM) 本系統之感測資料收集機制，主要收集各子計畫感測監控設備的資料並進行分析彙整，而後將資料動態驅動概念導入，解決大量資料下變化快速與資料多樣性的問題。具體步驟先進行資料預處理動作，觀察即時運算感測資料是否坐落於正常區間內，同時透過動態資料的驅動以提高處理效率。此機制分為三大部份：(1) 語意調適機制、(2) 語意編譯機制、(3) 動態資料驅動運算。於農業環境中，收集各子計畫溫室感測器即時的土壤 PH 值、氣溫監控資訊或植栽作物生產資訊等，將這些環境資訊使用語意調適機制進行判定，將所收取到的一連串不具任何涵意的溫室環境感測資料解析，並參考農業專家及行政院農委會所提出之農業知識庫所定義的環境危機參數，並作為資料語意的制定標準；最後再將所制定的語意(本體論)，透過資料儲存模組儲存；語意編譯機制則需針對各個感測資料的資料庫型態進行偵測及分析。最後動態資料驅動運算，係於語意調適機制當中加入語意進行運算，同時透過雲端平台分散運算，達成即時的動態資料驅動。其運算步驟，係將映射各個收到的感測資料，與各種感測器所對應之各農產品標準資訊，進行感測器與農業標準資訊運算，透過運算結果，將各感測器所測定出的狀態進行情境組合(如：此時間溫度收到 50 度、土壤 PH 值收到 7.8，其組合狀態會是溫度過高以及土壤 PH 值過高)。

■ 雲端運算機制(Cloud Computing Mechanism, CCM) 本系統之雲端運算機制，主要透過所建制的雲端平台減輕各機制下的運算負荷，依此概念設計之一大機制為「雲端運算機制」。主要將農業動態驅動雲端平台下的各機制，並進行映射簡化，用以減少運算時間，增加運算效率。此雲端平台負載平衡模組，會判

定各雲端虛擬處理器的儲存量及分析處理效能。其雲端的 Map 和 Reduce，調適雲端負載平衡以農業應用為基礎。第一步驟為透過時間頻率判定機制，將映射各個感測器於不同時間頻率的資訊，化簡兩兩檢定運算，其時間頻率制定檢定結果存在顯著差異，則觀察值為適當的時間頻率測定；當檢定結果不存在顯著差異，則期望值為時間頻率測定。第二步驟動態資料驅動，將映射各個收到的感測資料，與各種感測器所對應之各農產品之標準資訊，化簡感測器與農業標準資訊運算，透過運算結果，將各感測器所測定出的狀態情境組合。第三步驟產量的預測，將映射各個情境組合，化簡各情境組合下各個生長季的產期產量運算，並且依據其產量關聯，判定未來植栽作物產量預測結果。

■ 產量預測機制(Produce Prediction Mechanism, PPM) 本系統之產量預測機制，主要透過長時間感測監控設備的收集資料，如影像即時的溫室土壤含水量、溫室氣溫監控等資訊，或植栽作物生產資訊的情境組合，進行類神經分類，透過分類結果進行各季節之產期產量分析，以作為預測機制的判定因子。而產量預測機制，本計畫以番茄產量預測為標的，透過番茄生產季，分析各產量資訊，並透過季節下的初產期、高峰期以及末產期，進行生長狀態的關聯性分析，並由此關聯性，判定未來蕃茄產量，作為預測結果。

(2) 開放式物聯網中介平台之設計(OIMS)

為了讓測試環境中的任何設備(包含行動裝置和感測器等)皆能藉由統一的標準及傳輸介面相互溝通與控制，本計畫導入 oneM2M 標準來完成中介平台之建置，以期望達到無須人力即可達到智慧化控制與異質感測資料整合之目的，為了實現上述，本計畫規劃了 4 大元件，分別為(1) 高效能物聯網資訊傳輸平台(High Performance IoT Platform for Information Transmission)、(2) 溫室監控伺服器與資料庫系統(Greenhouse Monitoring Server and Database System)、(3) 多異質感測設備資料整合中介平台(Multi Heterogeneous Sensing Device Integration

Middleware)、(4) oneM2M 服務處理伺服器(oneM2M Service Processing Server)。

本系統之系統架構圖，如圖 2-1 所示。

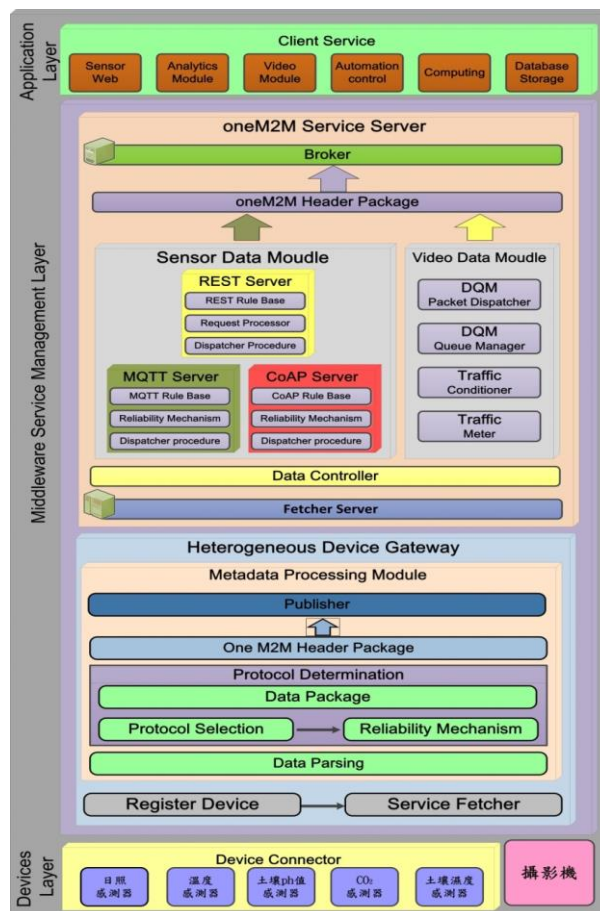


圖 2.1 開放式物聯網平台之設計與實作

(3) 智慧農業之植栽病蟲害影像辨識監測及特徵規則探勘平台之設計與實作 (DPPIA)

本系統由 5 個模組及 1 個資料庫所構成，分別為(1)異常及病蟲害、微氣候感測雲端資料庫(Cloud Database of Plant Abnormality, Diseases, Pests and Microclimate Data)、(2)葉片輪廓模版定位模組(Matching Module of Leaf Contour)、(3)果實輪廓定位模組(Matching Module of Fruit Contour)、(4)前後景差異偵測模組(Difference Detection Module between Foreground and Background)、(5)葉片顏色異常檢測模組(Abnormality Detection Module of Leaf Color)、(6)果實病

蟲害及異常偵測模組(Abnormality Detection Module of Fruit Diseases and Pests)。

本系統之系統架構圖，如圖 2-1 所示。

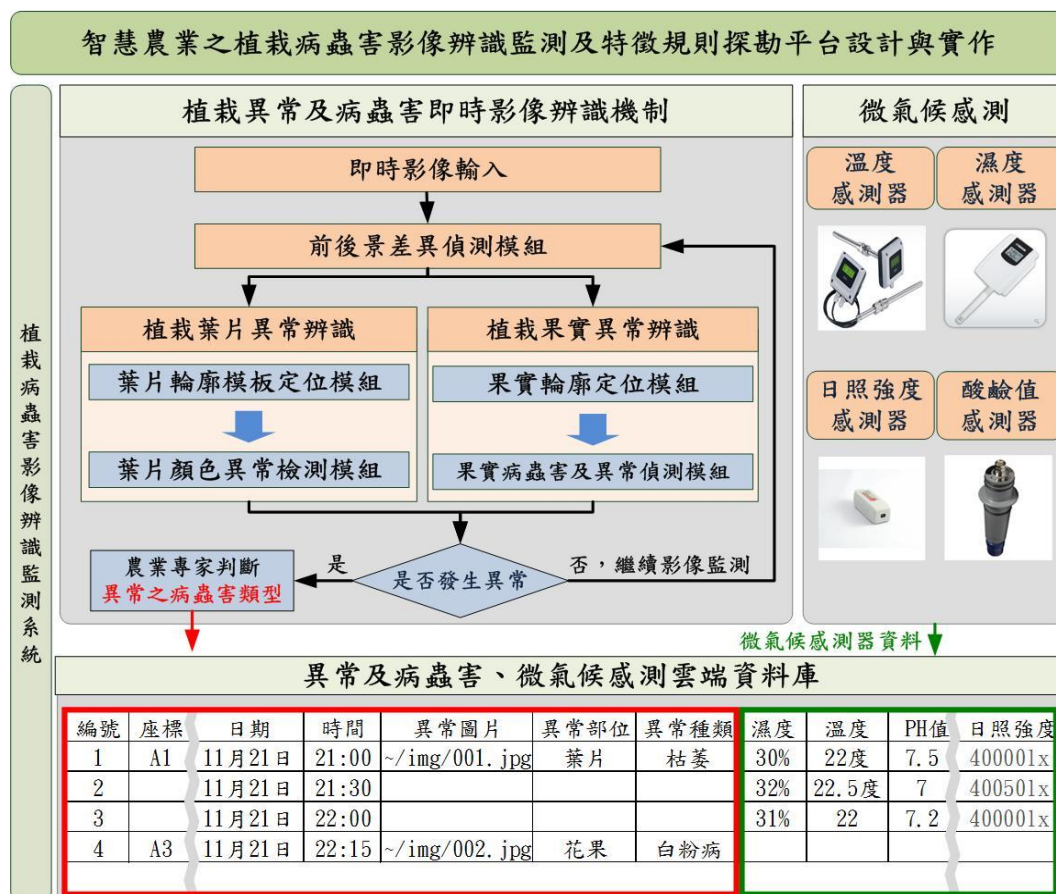


圖 2.2 智慧農業之植栽病蟲害影像辨識監測及特徵規則探勘平台：設計與實作系統

(4) 物聯網 AR 視頻服務平台之設計與實作-個別化視頻廣播子系統 (ARVC-PVBC)

本章節主要描述基於物聯網 AR 視頻服務平台之設計與實作的操作環境，如圖 2.1 所示，主要目的在於建立視頻廣播頻道服務，提供即時監控、查詢、社群、行銷等四個頻道服務，每個廣播頻道由數段短片構成，除了一般的制式化廣播外，系統會根據使用者的設定，設計一套個別化的內容推薦機制，系統依照使用者的瀏覽習慣、興趣、偏好、社交關係等特徵推薦個別化的內容，使用者也可主

動修正推薦的適切性，如此可省去繁瑣的搜尋步驟，讓瀏覽更方便、更有效率。

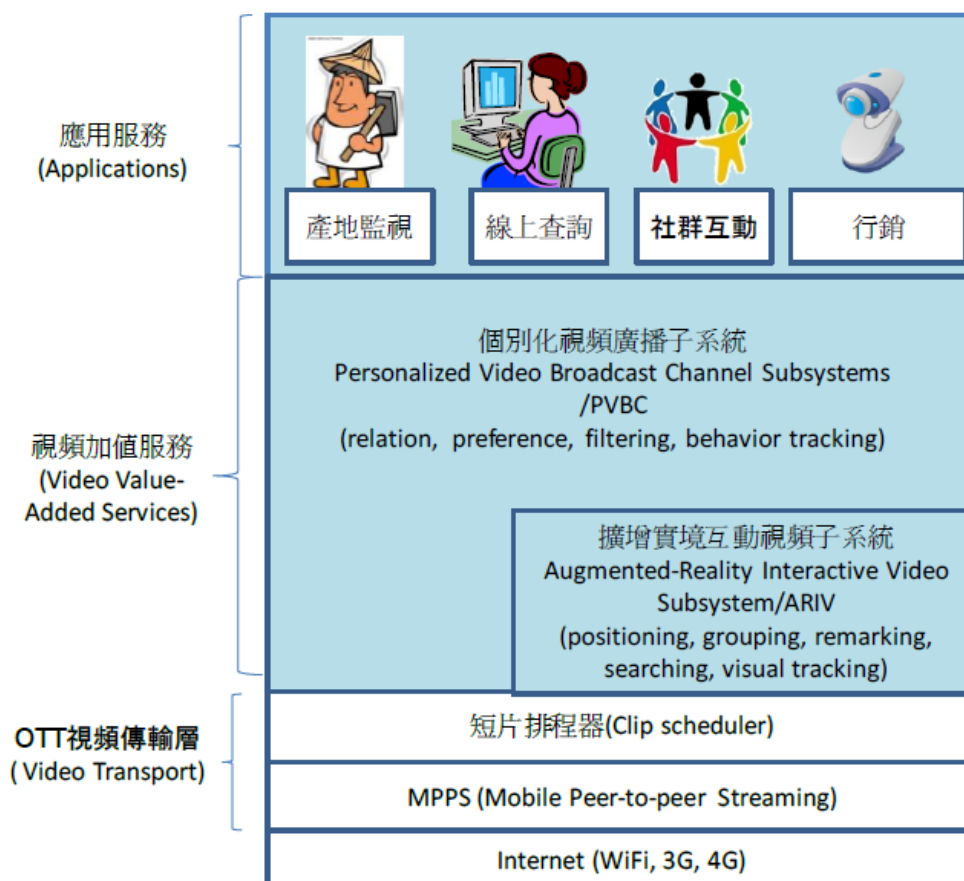


圖 2.3 物聯網 AR 視頻服務平台架構圖

2.2 硬體規格(Hardware Specification)

(1) 雲端物聯技術與平台設計：以智慧農業為驗證場域(DDDSW)

本系統主要的硬體設備透過感測器收集環境資料透過加入語意至雲端伺服器進行分散運算，並利用類神經機制解析取得預測模型，以番茄產量預測為標的，產出未來番茄預測產量。相關的設備需求如表 2.1 所示。

表 2.1 各設備裝置資源[總計畫]

	感測器	雲端伺服器	行動通訊設備
作業系統	-	Windows 7.64 位元	Android 4.0.3 或以

			上
中央處理器	-	Intel(R) Core(TM) i5 1.6GHz	1.5GHz 或以上
RAM	-	4G	2G
數量	4	1	1

(2) 開放式物聯網中介平台之設計(OIMS)

本系統主要硬體設備包括運算伺服器、行動式設備、環境感測器、以及資料傳輸設備等構成，提供感測器之間資訊的運算、分析及無線傳輸通訊能力，無線傳輸設備及行動式運算設備具備資訊轉送及接收能力。相關的設備需求如表 2.2 所示。

表 2.2 各設備裝置資源

硬體名稱	規格說明
Mobile Devices (AE)	廠牌：SAMSUNG GALAXY Note10.1 CPU：Quad-Core 1.4GHz Memory：2GB OS：Android 4.1.2 Development Tools：Eclipse Android SDK
oneM2M Server (IN)	CPU：Intel(R)Core(TM)i7-4770 CPU@3.40GHz Memory：8GB Development Tools：Node.js Development Language：JavaScript Database：MySQL OS：Windows 7 64 bit

oneM2M Gateway (CSE)	CPU：Intel(R)Core(TM)i5-3570 CPU@3.40GHz Memory：3.5GB Development Tools：Eclipse Development Language：Java Database：MySQL OS：Windows XP 32 bit
Sensor Devices	瑞帝-Zigbee無線通訊繼電器控制模組(Zigbee協定)、自動控制模組(燈具+繼電器)、溫溼度感測器，二氧化碳感測器、光照感測器、土壤濕度感測器、網路攝影機。

(3) 智慧農業之植栽病蟲害影像辨識監測及特徵規則探勘平台之設計與實作 (DPPIA)

本系統主要硬體設備包括分析伺服器、攝影機以及 Sensor 感測器等構成，提供即時的農地植栽生長資訊的運算、分析。相關的設備需求如表 2.3 所示。

表 2.3 各設備裝置資源

	分析伺服器	攝影機
作業系統	Microsoft Windows 7	—
中央處理器	Inter® Core™ i5-3570 CPU@3.40GHz	—
RAM	4GB	—
網路裝置	1	—

(4) 物聯網 AR 視頻服務平台之設計與實作-個別化視頻廣播子系統 (ARVC-PVBC)

本系統主要硬體設備包括運算伺服器設備、行動式設備與 CCD 攝影機所構成，提供雲端視訊監控、影片排程。相關的設備需求如表 2.4 所示。

表 2.4 各設備裝置資源

硬體名稱	規格說明
運算伺服器	廠牌:Acer CPU: Inter® Core™ I7 3.4GHz Memory:8GB OS: Windows 7 64bits 開發工具:Android Studio
行動式設備	廠牌:HTC M8 CPU: Quad-Core 2.5GB Ram:2GB OS: Android 6.0
CCD	StarDot NetCam SC H.264 Multi-Megapixel Camera

2.3 軟體規格(Software Specification)

(1) 雲端物聯技術與平台設計：以智慧農業為驗證場域(DDDSW)

本系統所需求的軟體如下表 2.5 所示，分別說明軟體名稱及其用途。

表 2.5 軟體規格說明[總計畫]

軟體名稱	說明
Java SE 1.8 JDK	Java 語言編譯執行環境
IBM SPSS Statistics 22 版	統計分析系統
Eclipse3.3	Java 程式開發工具
RStudio	R 程式開發工具
MySQL	儲存資料庫

(2) 開放式物聯網中介平台之設計(OIMS)

本系統所需求的軟體有(1)作業系統：伺服器端為 Microsoft Windows 7 專業版 SP1 作業系統與使用者端為 Android4.0 作業系統。(2)開發工具：Eclipse SDK、Java 語言、ASP、PHP 網頁程式語言、及 SQL 資料庫語言。(3)使用套件：node js v4.4.4-x86、python-2.7.11。

(3) 智慧農業之植栽病蟲害影像辨識監測及特徵規則探勘平台之設計與實作(DPPIA)

本系統所需求的軟體有(1)作業系統：伺服器端為 Microsoft Windows 7 作業系統。(2)開發工具：.Net Framework 3.5、C++程式語言、C#程式語言及 SQL server 2008 R2 資料庫語言。

(4) 物聯網 AR 視頻服務平台之設計與實作-個別化視頻廣播子系統(ARVC-PVBC)

本系統所需求的軟體有(1)作業系統：伺服器端為 Microsoft Windows 7 作業系統與使用者端為 Android 作業系統。(2)開發工具：Android Studio SDK 及 Java 語言。

2.4 測試資料來源(Test Data Sources)

關於本測試計畫測試期間所需之測試資料來源，說明如下：

(1) 雲端物聯技術與平台設計：以智慧農業為驗證場域(DDDSW)

- 透過巨量資料的群集找出最適合的時間收集頻率，並應用雲端映射化簡概念增加運算效率。
- 將大量多樣性的感測資料進行預先處理，依據農業專家所提供的環境危機標準及行政院農委會之農業知識庫，增加語意並編譯至感測資

訊，以增加植栽作物生長資訊，同時找出所有情境組合。

- 用類神經網路進行分類，並找出各組合與產量之間的關聯性，分析產量的關聯因子，將其作為影響未來產量預測因素。

(2) 開放式物聯網中介平台之設計(OIMS)

關於本測試計畫測試期間所需之測試資料來源，說明如下：

- 農業環境下微氣候感測設備收集之感測資料。
- 網路攝影機即時監控之影像。
- 透過 JenNet-IP 監看各感測器之網路連線及運作狀況，包含網路組成報告。
- 藉由 JenNet-IP 回傳的設備識別資料提供溫室監控伺服器資料整合與資料表設計之參考。
- 利用各串流資料之 life time、data rate 及更新頻率定義多重串流間傳輸速率的協調方式，以達效能最大化。
- 利用 Zigbee、WSN、GPS、Camera 等感測設備作為異質感測服務的資料來源，針對農業環境變化與土壤資訊及影像資訊進行整合性的變化監測。
- 根據感測器資料接收來源來進行標準化資料格式編碼與資料轉換處理。

(3) 智慧農業之植栽病蟲害影像辨識監測及特徵規則探勘平台之設計與實作(DPPIA)

關於本測試計畫測試期間所需之測試資料來源，說明如下：

- 以架設於溫室之攝影機蒐集溫室之連續影像集。
- 根據分析與處理影像之像素資訊來進行葉片輪廓模版定位模組。
- 根據比較各時間以葉片輪廓模版定位模組得出知各時間之植栽輪廓來進行前後景差異偵測模組。
- 以透過測試所得出閾值與前後景差異偵測模組之結果來進行相關之

異常偵測模組。

- 以溫室內感測器蒐集微氣候感測資訊。
- 結合微氣候感測資訊與上述之異常偵測結果組成異常及病蟲害、微氣候感測雲端資料庫。

(4) 物聯網 AR 視頻服務平台之設計與實作-個別化視頻廣播子系統 (ARVC-PVBC)

關於本測試計畫測試期間所需之測試資料來源，說明如下：

- 由客戶端向 Server 端取得影片排程內容。
- 客戶端的訊息回饋資訊。
- 由客戶端與客戶端之間的訊息傳輸狀況等資料，當網路壅塞之判斷。
- 網路攝影機即時監控影像。
- 由 Server 端傳送相關偵測的車輛行駛資訊。

第3章 測試行程、流程與職責

(Testing Schedule, Procedure, and Responsibility)

3.1 測試行程(Testing Schedule)

3.1.1 時程改

- DDDSW 子系統之時間頻率判定機制單元測試—2015/10/13 ~
2016/01/04
- DDDSW 子系統之感測資料收集機制單元測試—2015/10/31~
2016/02/15
- DDDSW 子系統之雲端運算機制單元測試—2015/11/18~ 2016/03/26
- DDDSW 子系統之產量預測機制單元測試—2015/11/29~ 2016/04/25
- OIMS 子系統之高效能物聯網資訊傳輸平台單元測試—2016/1/15 ~
2016/3/2
- OIMS 子系統之溫室監控伺服器與資料庫系統單元測試—2016/3/5 ~
2016/4/10
- OIMS 子系統之多異質感測設備資料整合中介平台單元測試—
2016/4/11~2016/5/2
- OIMS 子系統之 oneM2M 服務處理伺服器單元測試—2016/5/3~
2016/5/14
- OIMS 與各子機制整合測試—2016/5/14~ 2016/5/19
- DPPIA 子系統之葉片輪廓模版定位模組單元測試—2016/1/15 ~
2016/2/10
- DPPIA 子系統之果實輪廓定位模組單元測試—2016/2/12 ~ 2016/3/11
- DPPIA 子系統之前後景差異偵測模組單元測試—2016/3/13~2016/4/14
- DPPIA 子系統之葉片顏色異常檢測模組單元測試—2016/4/16~

2016/5/01

- DPPIA 子系統之果實病蟲害及異常偵測模組單元測試－2016/5/3~

2016/5/14

- DPPIA 子系統之異常及病蟲害、微氣候感測雲端資料庫單元測試與各子機制整合測試－2016/5/14~ 2016/5/23
- PVBC 子系統之隨選新聞廣播服務單元測試－2016/1/15 ~ 2016/3/2
- PVBC 子系統之影片內容管理機制單元測試－2016/3/5 ~ 2016/4/10
- PVBC 子系統之廣播頻道管理機制單元測試－2016/4/11~2016/5/2
- PVBC 與各子機制整合測試－2016/5/3~ 2016/5/14
- 整體系統測試－2016/5/14~ 2016/5/19

3.1.2 里程碑

- DDDSW 子系統之時間頻率判定機制－2016/01/31
- DDDSW 子系統之動感測資料收集機制－2016/02/28
- DDDSW 子系統之雲端運算機制－2016/03/30
- DDDSW 子系統之產量預測機制－2016/04/31
- OIMS 子系統之高效能物聯網資訊傳輸平台單元測試－2016/1/15 ~ 2016/3/2
- OIMS 子系統之溫室監控伺服器與資料庫系統單元測試－2016/3/5 ~ 2016/4/10
- OIMS 子系統之多異質感測設備資料整合中介平台單元測試－2016/4/11~2016/5/2
- OIMS 子系統之 oneM2M 服務處理伺服器單元測試－2016/5/3~ 2016/5/14
- OIMS 與各子機制整合測試－2016/5/14~ 2016/5/19

- DPPIA 子系統之葉片輪廓模版定位模組單元測試—2016/1/15 ~ 2016/2/10
- DPPIA 子系統之果實輪廓定位模組單元測試—2016/2/12 ~ 2016/3/11
- DPPIA 子系統之前後景差異偵測模組單元測試—2016/3/13~2016/4/14
- DPPIA 子系統之葉片顏色異常檢測模組單元測試—2016/4/16~ 2016/5/01
- DPPIA 子系統之果實病蟲害及異常偵測模組單元測試—2016/5/3~ 2016/5/14
- DPPIA 子系統之異常及病蟲害、微氣候感測雲端資料庫單元測試與各子機制整合測試—2016/5/14~ 2016/5/23
- PVBC 子系統之隨選新聞廣播服務單元測試—2016/1/15 ~ 2016/3/2
- PVBC 子系統之影片內容管理機制單元測試—2016/3/5 ~ 2016/4/10
- PVBC 子系統之廣播頻道管理機制單元測試—2016/4/11~2016/5/2
- PVBC 與各子機制整合測試—2016/5/3~ 2016/5/14
- 整體系統測試—2016/5/14~ 2016/5/19

3.2 測試流程(Testing Procedure)

3.2.1 Subsystems Validation

本測試流程主要著重於各機制實作成果與系統整合測試—雲端物聯網技術與平台設計：以智慧農業為驗證場域描述 (Design of Cloud of IoT Technology and Platform: Intelligent Agricultural Testbed, DDDSW)主要成果項目包含下列所述。

(1) 雲端物聯網技術與平台設計：以智慧農業為驗證場域描述(DDDSW)

1. 時間頻率判定機制(Time Frequency Determination Mechanism, TFDM) , 主要透過時間頻率儲存模組進行儲存。最後再透過時間頻率制定模組，制定模組各種主要感測器不同的時間頻率，在同一感測器下設定樣本收

集時間頻率，並找出各種感測器最佳收值的時間頻率，達成感測器節能。透過時間區段擷取代理人，擷取時間頻率制定模組的各頻率，進行此兩類機制的比對。最後透過雲端平台分散運算，達成即時的時間頻率制定。

2. 感測資料收集機制(Sensor Data Collection Mechanism, DCM)：預計實作成果利用收集各子計畫溫室感測器即時的土壤 PH 值、氣溫監控資訊或植栽作物生產資訊等，將這些環境資訊使用語意調適機制進行判定，將所收取到的一連串不具任何涵意的溫室環境感測資料解析，並參考農業專家及行政院農委會所提出之農業知識庫所定義的環境危機參數作為資料語意的制定標準；最後再將所制定的語意(本體論)，透過資料儲存模組儲存，並係於語意調適機制當中加入語意進行運算，同時透過雲端平台分散運算，達成即時的動態資料驅動。
3. 雲端運算機制(Cloud Computing Mechanism, CCM)：預計實作成果是用來判定各雲端虛擬處理器的儲存量及分析處理效能，將映射各個感測器於不同時間頻率的資訊，化簡兩兩檢定運算，其時間頻率制定檢定結果存在顯著差異，則觀察值為適當的時間頻率測定；當檢定結果不存在顯著差異，則期望值為時間頻率測定。並映射各個收到的感測資料，與各種感測器所對應之各農產品之標準資訊，化簡感測器與農業標準資訊運算，透過運算結果，將各感測器所測定出的狀態情境組合，在映射各個情境組合，化簡各情境組合下各個生長季的產期產量運算，並且依據其產量關聯，判定未來植栽作物產量預測結果。
4. 產量預測機制(Produce Prediction Mechanism, PPM)：首先利用類神經機制主要分析各個情境組合下，各產季下三大產期的產量分類，並制定類神經訓練階段制定，將解析完成的各種情境組合資料，進行類神經模組的輸入產量，並針對各生長季之盛產期、盛產高峰期與季末三個生產

期，藉由類神經網路之訓練取得一產量偏高或偏低的預測模型。

(2) 開放式物聯網中介平台之設計(OIMS)

1. 高效能物聯網資訊傳輸平台(HPIT)：由於溫室中可能存在溫度、溼度、照度、二氧化碳濃度等各式各樣的感測器，並配備多支攝影裝置以利監控溫室各區域的生長狀態，當農夫利用智慧型手機來開啟溫室監控軟體時，可能會嘗試同時擷取溫室中各項裝置所能提供的資訊，此時 Data originators 與 user 之間將如典型的物聯網一樣，產生大量的連線。為避免大量連線造成網路橋接設備的負擔，甚至不堪負荷而當機，因此將針對 Data originators 與 Data collector 間的連結進行研究，透過佈建 NXP Semiconductors 所發佈的 JenNet-IP 來解決無線感測器等裝置與無線網路存取點間的連線問題。
2. 溫室監控伺服器與資料庫系統(GMSD)：溫室監控伺服器於本計畫中扮演重要角色，是實現自動化溫室監控系統的樞紐。本計畫針對伺服器對溫室內設備以及伺服器與使用者間之傳輸協調進行設計，以期減少伺服器網路、運算以及儲存資源的浪費。本計畫中所佈建之溫室監控伺服器對下收集來自溫室感測器等設備所量測的資訊，對上則為使用者提供兩種資訊(1)來自溫室現場最即時的环境條件參數以及現場影音畫面等『資料』；(2)來自資料庫，經運算整理後的溫室統計報表等『資訊』。因此在實作溫室監控伺服器時，將設計一 M2M API 來與溫室內 gateway 溝通，並遵循 oneM2M 標準對溫室內各式設備進行溝通與控制，另一方面則設計專屬的 User API 來與使用者設備進行互動。伺服器本身將做為使用者與溫室內設備間的溝通橋樑，除定期收取來自溫室各種設備的資料，將分類好的資料儲存於資料庫系統，另一方面也接受使用者的請求，提供溫室現場的資料或資料庫經整理後的資訊。為了提升溫室至伺服器與伺服器至使用者設備間的傳輸品質，本計畫將採用串流控制傳

輸協議（Stream Control Transmission Protocol, SCTP）來做為傳輸層的通訊協定。因此，將在溫室監控伺服器上開發 SCTP 多重串流控制機制，針對 M2M 的傳輸特性進行流量控制的優化，提供此計畫高效能的網路功能性支援。

3. 多異質感測設備資料整合中介平台(HDIM)：此部分可分為 2 層進行設計與實作，分別為(1)感知設備層(Sensor Device Layer)：主要為將各式感測服務與設備訊息傳至異質感測服務閘道器進行資料的轉換，我們依據農業應用情境，利用 Zigbee、WSN、GPS、Camera 等感測設備作為異質感測服務的資料來源，針對農業環境變化與土壤資訊及影像資訊進行整合性的變化監測，以提升精準農業種植與環境監控之效率；(2)中介服務平台管理層(Middleware Service Management Layer)：主要功能為進行感測資料的標準化動態中介處理與提升伺服器的服務效能，為了使其架構能更符合物聯網環境與增加系統平台擴增性，本階層又分別為閘道器(Gateway)與 M2M 服務伺服器(M2M Service Server)兩個部份進行整合性設計與開發，其依序為異質感測服務閘道器(Heterogeneous Sensor Service Gateway)與 M2M 服務伺服器架構。於異質感測服務閘道器方面，針對資料接收來源來進行標準化資料格式編碼與資料轉換處理，再經由 oneM2M 標準所規範之通訊協定(REST、MQTT、CoAP)針對感測資料進行合適之協定挑選，以達輕量化資料交換格式進行傳輸；而 M2M 服務伺服器(M2M Service Server)，主要接收異質感測服務閘道器所傳來之感測資料，透過資料分配器(Data Controller)將資料分為感測資料或影像資料，進行資料服務品質之設定，再以 IBM 物聯網中的 Broker 機制，直接將資料分享給訂閱者，例：資料分析器、資料庫、感測服務觀測，藉此減少伺服器的處理負擔與有效利用感測資源。
4. oneM2M 服務處理伺服器(OSPS)：本計畫為提供統一應用服務與來源格

式標準化，所設計之異質感測服務閘道器進行來源格式的前置處理，但在物聯網感測環境下之閘道器(Gateway)主要負責將大量感測資源藉由網路傳送至後端進行資源處理，而後端伺服器如何承受大量的感測資源並有效進行存取控制與快速地將所需服務提供給使用者，將為此設計開發重點。有鑑於大量感測資料所產生的服務存取、實體機器負載、來源格式等問題，本研究導入 oneM2M 架構，設計一伺服器處理架構用於處理物聯網環境下的大量感測資源(Resource)，並且讓各異質化感測器都能藉由此服務伺服器進而將資料做更有效率的應用，以提升物聯網環境之處理效率與擴增性，並改變以往資料需由使用者向伺服器提出請求，使用訊息推播機制，讓訊息可以主動的被推播至有興趣的客戶端(Client)。

(3) 智慧農業之植栽病蟲害影像辨識監測及特徵規則探勘平台之設計與實作 (DPPIA)

1. 異常及病蟲害、微氣候感測雲端資料庫(CDPA)：異常及病蟲害、微氣候感測雲端資料庫之建置主要包含兩大來源為：(1)異常及病蟲害影像辨識及農業專家診斷資料—經由植栽異常及病蟲害即時影像辨識監測機制之辨識植栽狀況，將異常、病蟲害狀況之植栽異常影像及農業專家診斷病蟲害類型資料儲存於雲端資料庫；(2)微氣候感測資料蒐集—藉由溫室內佈建之各式感測器蒐集溫室環境參數，如溫度、溼度、日照強度、PH 值，以適當間隔時間(配合子計畫一)記錄感測資料，並整合異常及病蟲害分析資料，以建立異常及病蟲害、微氣候感測雲端資料庫。
2. 葉片輪廓模版定位模組(MMLC)：主要針對葉片部位進行定位，首先先訂定好植栽葉片輪廓模版，以此模版進行模版比對定位，將仿葉片輪廓樣板做為基底圖，以 SURF (Speeded Up Robust Features, 加速穩健特徵)

演算法提取仿葉片輪廓樣板特徵點，以 Hessian 矩陣，計算特徵值，再經由特徵點比對演算法計算所擷取的葉片影像與仿葉片輪廓樣板中的影像之比對情形，比對點數越多表示所尋找到的葉片影像越相似，利用積分圖像的概念將葉片予以比對，採用兩向量內積最大值為最相似的點，設定一門檻值，只有當這個最大值大於該門檻值則辨識葉片比對成功，以此找出影像中葉片部份，進而定位出葉片位置。

3. 果實輪廓定位模組(MMFC)：主要針對果實輪廓定位辨識，首先將溫室環境即時影像進行灰階處理，接著利用 Canny 演算法進行邊緣檢測以取得影像物件輪廓，再藉由霍夫轉換(Hough Transform)偵測所有圓形輪廓物件，進而突顯出果實圓形物體之輪廓，然後藉由 floodfill 概念將圓形輪廓填滿並製作成遮罩物件，以遮罩物件和原彩色影像進行運算，來取得影像中植栽果實之位置，再以 ROI 感興趣方式進行定位，以取得果實定位資訊。
4. 前後景差異偵測模組(DDM)：主要針對植栽前景物件進行擷取，首先將之前的影像定義成背景，再將即時影像定義成前景，由攝影設備擷取即時影像後，將兩張影像轉換成灰階形態後，以兩張影像畫面進行像素相減，以取得特徵點之二值化影像，根據二值化形態配合 ROI 感興趣區域來擷取植栽前景資訊，以利後續模組辨識之用，藉以取得目前植栽變化狀況。
5. 葉片顏色異常檢測模組(ADMLC)：主要針對葉片部位做顏色異常狀況辨識，由於葉片顏色在生長過程會有所變化，所以本模組以模組一定位之葉片結果進行隨機抽取三張葉片 ROI 感興趣區域，將三張葉片圖像製作色彩直方圖進行色彩分析，以此三個色彩直方圖之總和且平均化取出葉片平均顏色標準，有了此顏色樣本後，將所有葉片圖像製作色彩直方圖，以顏色樣本比對所有色彩直方圖，即可對應出色差較嚴重的葉片

部份，進而辨識出枯萎等顏色變化檢測，藉由即時顏色樣本門檻值，可減少葉片顏色變化誤判率，而本模組偵測出異常狀況時，會記錄該影像並將異常照片儲存至病蟲害及異常分析資料庫，並警示農民前往處理，以避免病情擴散傳染。

6. 果實病蟲害及異常偵測模組(ADM)針對果實病蟲害及異常偵測辨識，藉由果實輪廓定位模組來取得植栽果實之定位資訊(ROI)，將每個果實經過統計的方式製作出色彩直方圖，將每個色彩直方圖進行加總與平均化，以此平均之色彩直方圖做為樣板標準，藉此設計一個門檻值，接著檢查每個果實之色彩是否有異常狀況之發生，以色彩直方圖檢驗方式查看所有果實是否與樣板平均值差異過大，若屬實則即有可能果實有異常或病蟲害之發生，而本模組偵測出異常狀況時，會標記該果實位置並將異常照片儲存至病蟲害及異常分析資料庫，並警示農民前往處理，以避免病情擴散傳染。

(4) 物聯網 AR 視頻服務平台之設計與實作-個別化視頻廣播子系統 (ARVC-PVBC)

本測試流程主要著重於第一年計畫各機制實作成果與系統整合測試一個個別化視頻廣播子系統(Personalized Video Broadcasting Channel Subsystems /PVBC)主要成果項目包含下列所述。

1. 內容管理(Content Management, CM) Plan :

主要負責內容的蒐集與管理。內容物件可能是自製短片，或者是來自其他子計畫之影音記錄，或者是從其他網站(如: Youtube, ELTA, FTV, CTS, VC)搜尋到的短片，或是 CCD 提供 live video。內容物件之 meta data (如: 名稱、摘要、關鍵字、大小、時間等)需登錄於內容目錄資料庫(Content directory DB)中。

2. 廣播清單管理(Broadcast List Management, BLM)Plan :

主要記錄個別使用者的行為模式。參考訂閱記錄與偏好設定，加上追蹤使用者的瀏覽行為，建構使用行為模型。

3. 行為/偏好管理(Behavior/Preference Management, BPM)Plan：

「即時監控」、「查詢」、「行銷」或「社群」，管理者也可建立新的制式化頻道。制式化廣播清單產生器 (Standardized broadcast list generator)會依照使用者的訂閱頻道項目與偏好選項篩選內容目錄，產生制式化廣播清單；個別化廣播清單產生器 (Standardized broadcast list generator)則會進一步參考使用行為模型與內容的關連性，產生適性化的廣播推薦清單。接著廣播推薦清單會送給 OTT 視頻傳輸層，使用者可依照推薦內容逐一收看，或是直接跳到有興趣的內容收看。

3.2.2 Integration Testing

本章節整合性測試，針對雲端物聯網技術與平台設計：以智慧農業為驗證場域描述(DDDSW)之各元件之整合測試，並測試各子機制間相關的整合。如圖 3.1 所示，為 DDDSW 之整合測試圖。

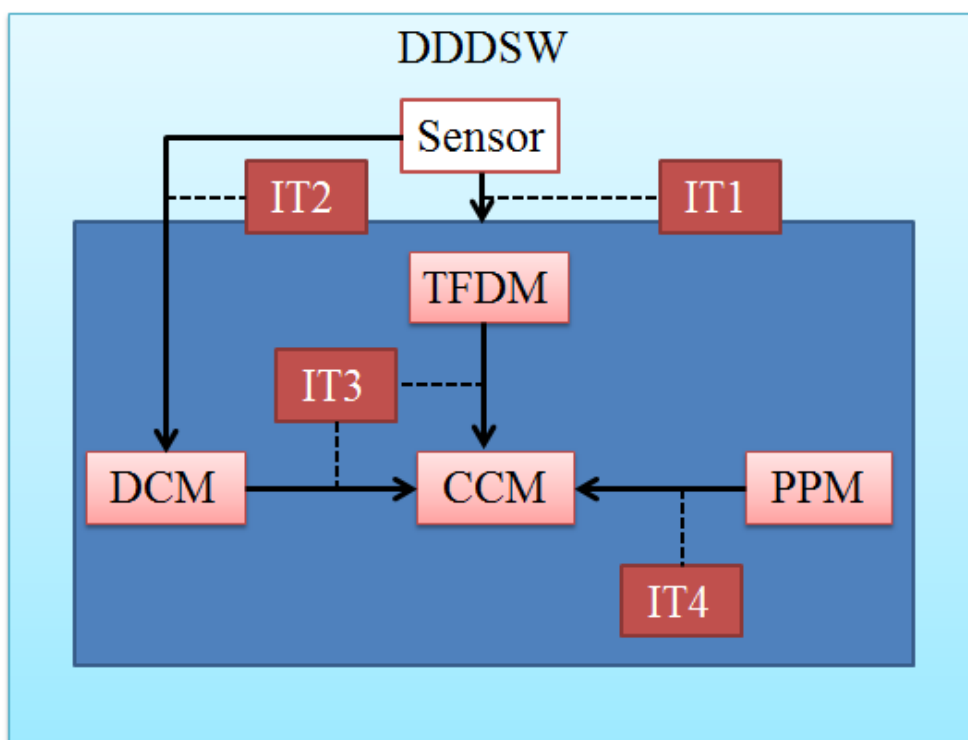


圖 3.1 DDDSW 之整合測試

子計畫一整合性測試，針對開放式物聯網中介平台之設計各元件之整合測試，並測試各子機制間相關的整合。如圖 3.2 所示，為 OIMS 之整合測試圖。

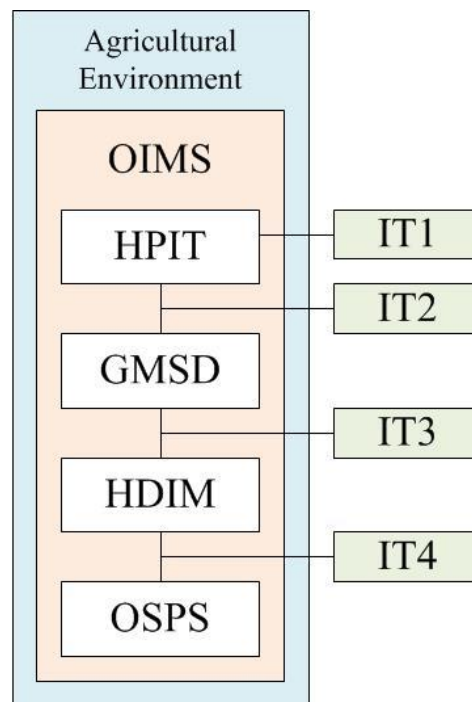


圖 3.2 OIMS 之整合測試

子計畫二整合性測試，針對智慧農業之植栽病蟲害影像辨識監測及特徵規則探勘平台：設計與實作系統各元件之整合測試，並測試各子機制間相關的整合。如圖 3.3 所示，為 DPPIA 之整合測試圖。

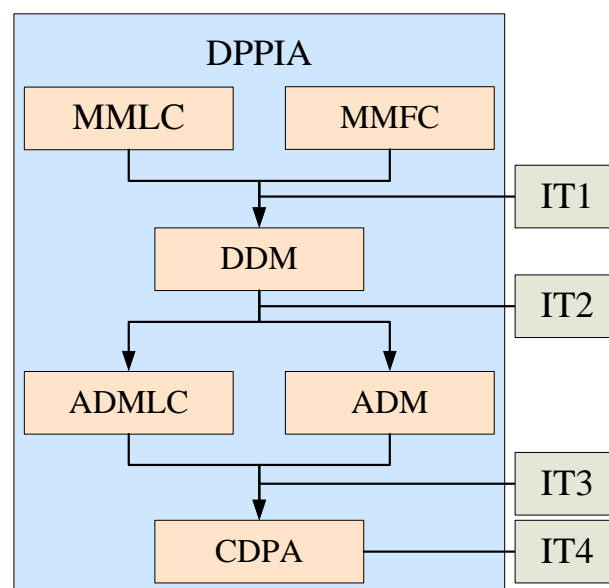


圖 3.3 DPPIA 之整合測試

子計畫三整合性測試，針對個別化視頻廣播子系統之設計與實作各元件之整合測試，並測試各子機制間相關的整合。如圖 3.4 所示，為 PVBC 之整合測試圖。

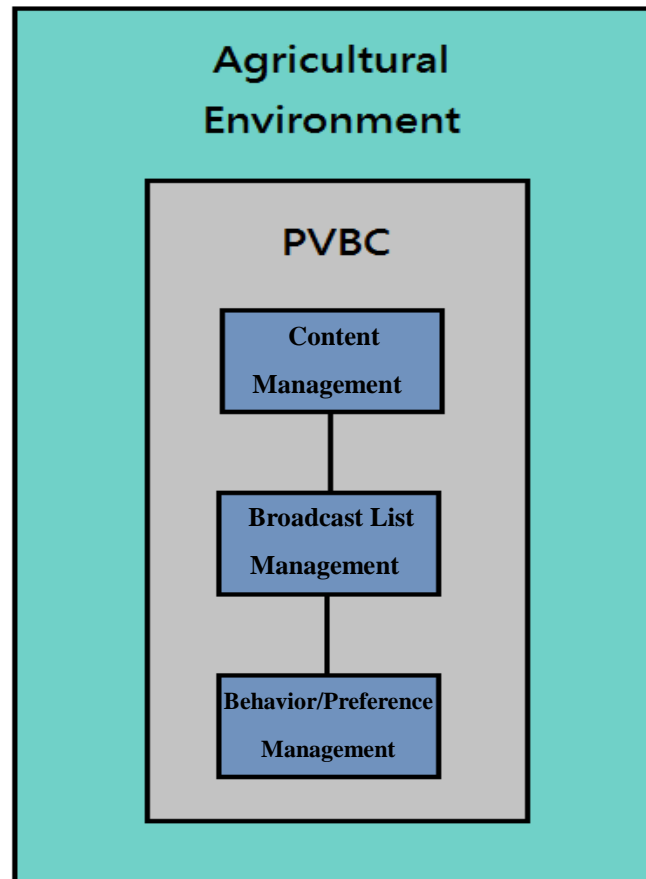


圖 3.4 PVBC 之整合測試

3.2.3 Acceptance Testing

總計畫雲端物聯技術與平台設計：以智慧農業為驗證場域(DDDSW)設計一個先從農業環境資料收集處理，再分析各農業環境資料，同時回饋找出農業環境中感測器傳輸狀態，進而找出有效的分流、制定有效的儲存方法、找出最佳的分散運算，藉以制定出一週期性雲端運算之動態驅動生產模式，讓農業良才分享栽種知識，使小農小戶，依據農民栽種經驗的知識回饋，找出必要影響因子，以農業知識提昇種植產量。如圖 3.5 所示，為 DDSW 使用個案圖。如表 3.1 所示，為 DDSW 各元件的 Acceptance Testing Table。

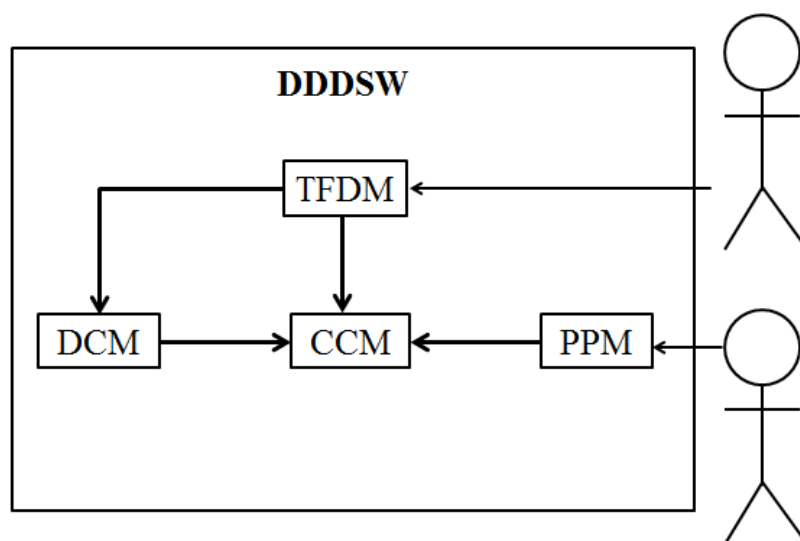


圖 3.5 DDDSW 之使用個案圖

表 3.1 DDDSW 各元件的 Acceptance Testing Table

編號	元件	測試項目
AT1-001	時間頻率判定機制	主要透過感測器歷史資訊判定一最佳的感測資料收集頻率判定。
AT2-001	感測資料收集機制	主要收集各子計畫感測監控設備的資料並進行分析彙整，而後將資料動態驅動概念導入，解決大量資料下變化快速與資料多樣性的問題。
AT3-001	雲端運算機制	透過所建制的雲端平台減輕各機制下的運算負荷。
AT4-001	產量預測機制	透過感測監控設備的收集資料，如影像即時的溫室土壤含水量、溫室氣溫監控等資訊，或植栽作物生產資訊的情境組合，進行類神經分類，透過分

		類結果進行各季節之產期產量分析，以作為預測機制的判定因子。
IT1-001	時間頻率判定	將映射各個感測器於不同時間頻率的資訊，化簡兩兩檢定運算，制定其時間頻率。
IT2-001	感測資料收集	將資料動態驅動概念導入，解決大量資料下變化快速與資料多樣性的問題。具體步驟先進行資料預處理動作，觀察即時運算感測資料是否坐落於正常區間內，同時透過動態資料的驅動以提高處理效率。
IT3-001	雲端運算	主要將農業動態驅動雲端平台下的各機制，並進行映射簡化，用以減少運算時間，增加運算效率。
IT4-001	產量預測	首先解析各情境組合與三大產期的產量，並制定類神經訓練階段制定，將解析完成的各種情境組合資料，進行類神經模組的輸入產量，並針對各生長季之盛產期、盛產高峰期與季末三個生產期，藉由類神經網路之訓練取得一產量偏高或偏低的預測模型。

子計畫一將提出一標準介面之「開放式物聯網平台」，其中導入 oneM2M 標準來設計物聯網中介平台，其包含了(1)異質感測網路服務閘道器(Gateway)，主要參考 oneM2M 標準中所規範之三種傳輸協定(REST、MQTT、CoAP)，藉此進

行異質性感測設備之封包封裝與資料的中介轉換處理；(2)oneM2M 服務伺服器處理架構，主要參考 oneM2M 標準設計而成，透過資料控制器將異質感測網路服務閘道器所傳來的資料進行分配，將其分配給不同通訊協定的處理伺服器，再導入 IBM 規範之物聯網標準進行資料推播，包含以下元件。

- (1). JenNet-IP 模組：採用 IETF 之增強型 6LoWPAN 網路層，並針對 IEEE 802.15.4 MAC layer 之連線而設計，可令各種智慧型裝置採用 IPv6 連結至網路，並可同時容納 500 個以上的網路設備。
- (2). SCTP 傳輸協定模組 (Stream Control Transmission Protocol, SCTP)：為了提升溫室至伺服器與伺服器至使用者設備間的傳輸品質，將採用 SCTP 來做為傳輸層的通訊協定。
- (3). 改良式串流控制傳輸協議(Improved Stream Control Transport Protocol)：在單一 SCTP 連線中搭載多個串流，以減少連線的 overhead。且這些屬於同一 SCTP 連線的串流擁有各自獨立的流量控制機制(rate control)，不互相干擾，因此能有效減少 TCP 常見的 Head of line blocking(HLB)問題。
- (4). 異質感測服務閘道器(Heterogeneous Service Gateway)：環境感測設備需先向閘道器進行註冊為發送者(Publisher)，閘道器將註冊成功的感測設備進行設備的連結及開始感測器收值，並依照感測器類型進行對應的感測資訊解析，解析完後針對感測器資料類型進行合適通訊協定之挑選，再結合各通訊協定之可靠性機制進行感測資料可靠度格式設定，最後進行 oneM2M 格式封裝，以完成感測資料上網前置作業。

如圖 3.6 所示，為 OIMS 使用個案圖。如表 3.2 所示，為 OIMS 各元件的 Acceptance Testing Table。

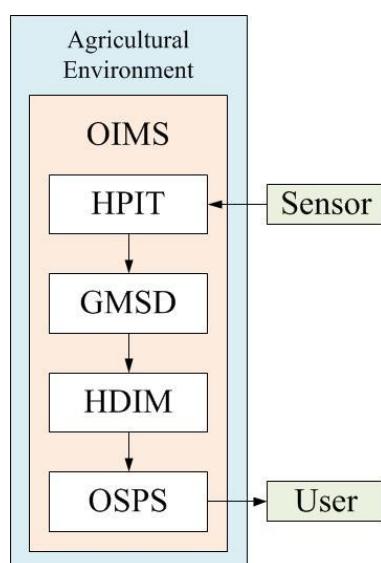


圖 3.6 OIMS 之使用個案圖

表 3.2 OIMS 各元件的 Acceptance Testing Table

編號	元件	測試項目
AT1	高效能物聯網資訊傳輸平台	測試感測器與系統之連線是否穩定，且 Sctp 的多重串流功能(multi-streaming functionality)能否降低網路 overhead。
AT2	溫室監控伺服器與資料庫系統	測試溫室監控伺服器能否即時監測環境狀況及現場影像，且資料庫是否能回饋經運算整理過後的溫室統計報表等資料。
AT3	多異質感測設備資料整合中介平台	能否根據異質感測服務資料來源，針對農業環境變化與植栽變化資訊進行整合性的變化監測，且進行資料格式的轉換處理。
AT4	oneM2M 服務處理伺服器	所導入之 oneM2M 架構，能否處理大量感測資源，且將資料根據使用者之興趣

		主動推撥。
IT1	於有限資源下，進行感測資料傳送	驗證感測器於有限資源下，能否穩定且完整的將感測資料傳送至高效能物聯網資訊傳輸平台。
IT2	透過 gateway 導入 oneM2M 標準對各式設備進行溝通與控制	測試 gateway 能否進行溝通與控制，以作為使用者與設備間的溝通橋樑。
IT3	異質感測服務閘道器 (Heterogeneous Sensor Service Gateway) 負責收集感測資料，再透過 M2M 服務伺服器進行資料分配	測試異質感測服務閘道器能否將資料完整傳送至 M2M 服務伺服器進行資料分配。
IT4	設計一動態服務品質佇列對應 (Dynamic QoS Queue Mapping, DQ ² M) 演算法，以改變進入差異化服務佇列的流量型態。	驗證 DQ ² M 演算法能否解決某一佇列封包過多而其他佇列使用率低，進而造成壅塞佇列承受高延遲時間與高遺失率，無法整體有效利用資源之問題。

子計畫二提出智慧農業之植栽病蟲害影像辨識監測及特徵規則探勘平台：設計與實作系統(DPPIA) 主要目標在於利用影像辨識技術自動監控植栽之生長狀況，並將異常影像及專家診斷病蟲害結果結合物聯網技術將溫室佈建之感測器所取得微氣候參數值儲存於資料庫。首先藉由影像辨識監測即時發現植栽異常並處理，以防止病情擴散傳染，讓其他植栽健康生長，透過前後景差異偵測模組取出前景植栽影像，進行葉片和果實分類後，在植栽葉片異常辨識分為葉片輪廓模版定位模組、葉片顏色異常檢測模組；在植栽果實異常辨識分為果實輪廓定位模

組、果實病蟲害及異常偵測模組，最後再將植栽異常及病蟲害之即時影像、農業專家診斷病蟲害類型資料及溫室內佈建之感測器所蒐集之各項微氣候參數值，建立異常及病蟲害、微氣候感測資料庫。如圖 3.7 所示，為 DPPIA 使用個案圖。如表 3.3 所示，為 DPPIA 各元件的 Acceptance Testing Table。

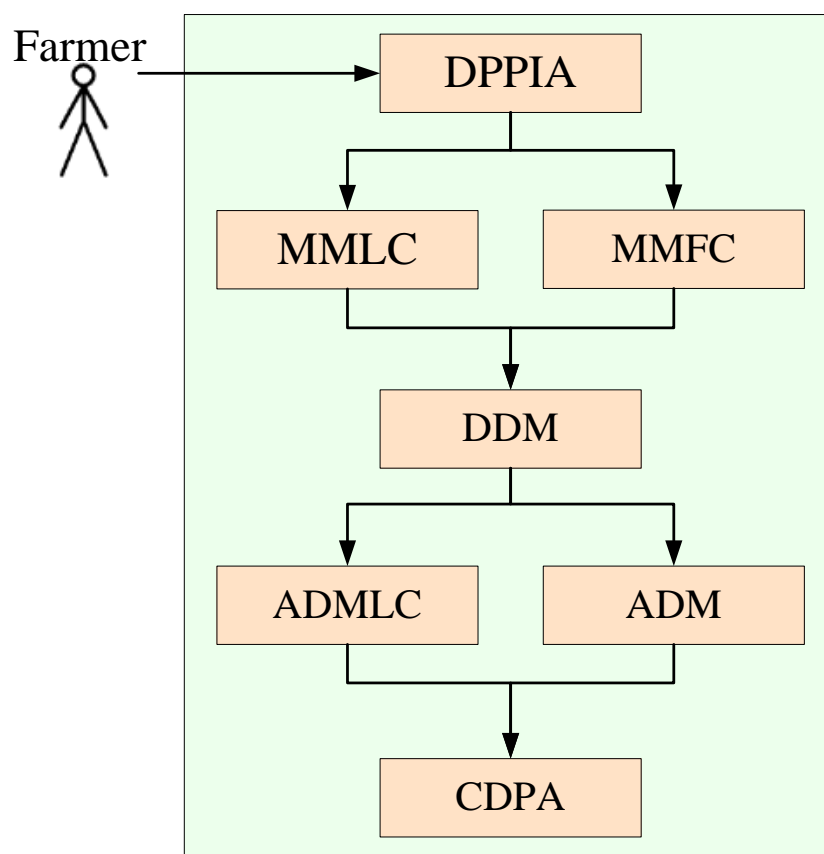


圖 3.7 DPPIA 之使用個案圖

表 3.3 DPPIA 各元件的 Acceptance Testing Table

篇號	元件	測試項目
AT1	異常及病蟲害、微氣候感測 雲端資料庫	測試感測器和資料庫的連線與提供 農夫微氣候資訊。
AT2	植栽輪廓定位	測試溫室環境中植栽區域之定位。
AT3	前後景差異偵測模組	各時間點之影像差異辨識之測試
AT4	植栽異常檢測	溫室環境中植栽異常監測之測試

IT1	於時限內進行植栽區域定位	針對植栽輪廓與果實輪廓進行效能測試
IT2	各時間點之影像差異門檻測試	針對色調值差異進行測試
IT3	於限定時間內，進行植栽異常監控	針對差異值達到門檻值時，發送警告通知之測試
IT4	專家之異常判定結果與微氣候感測資訊整合	針對農業專家對於影像辨識結果與佈建於溫室之感測器整合進異常及病蟲害、微氣候感測雲端資料庫進行測試

基於子計畫三物聯網 AR 視頻服務平台之設計與實作-個別化視頻廣播子系統之操作概念，(1) **內容管理 (Content Management, CM)**將自製影片或者網路上搜尋到的影片存放置 Database；(2) **行為/偏好管理 (Behavior/Preference Management, BPM)** 根據使用者的行為模式，建立分類規則為使用者客製化播放清單。(3) **廣播清單管理 (Broadcast List Management, BLM)** 從 BPM 中撈取使用者客製化之廣播清單或者推播制式化的廣播清單。

個別化視頻廣播子系統 (Personalized Video Broadcast Channel Subsystems /PVBC)

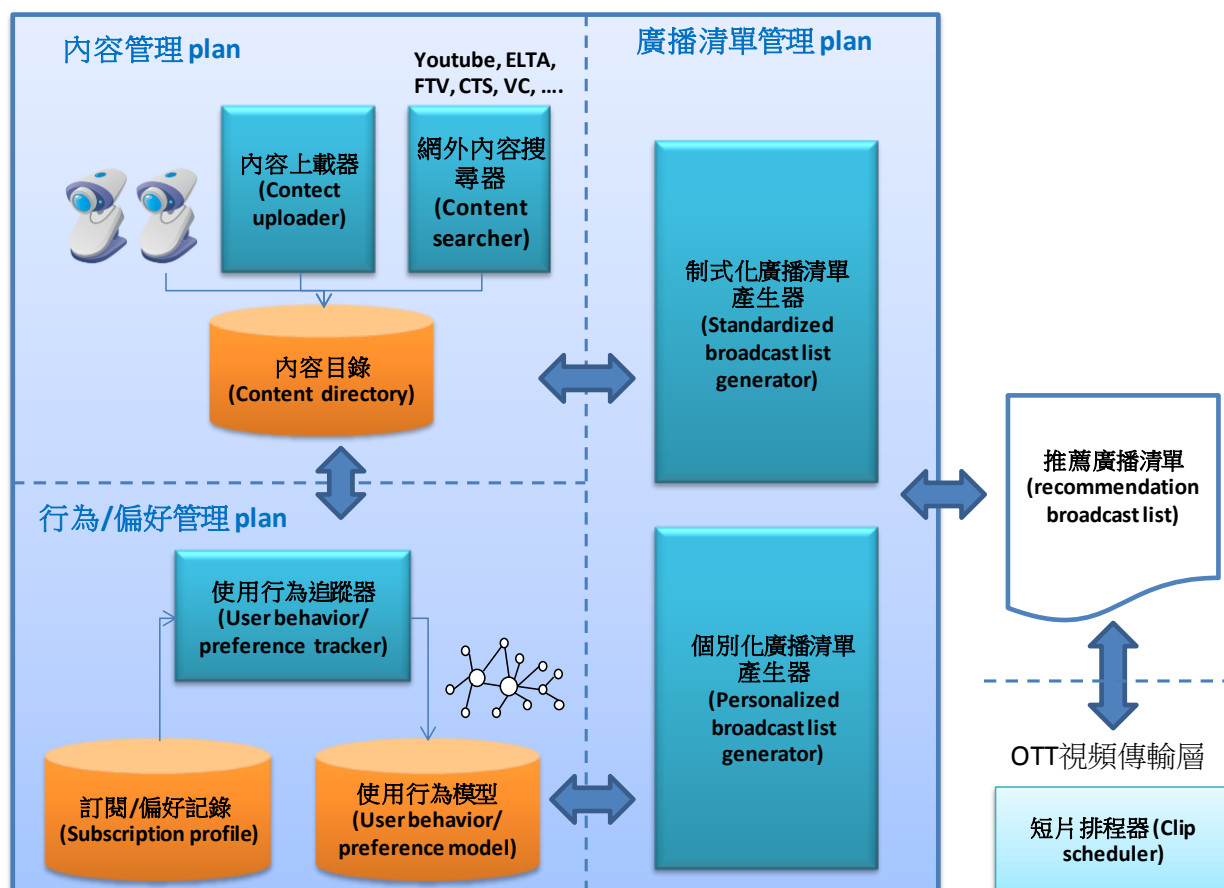


圖 3.8 PVBC 系統架構圖

表 3.4 PVBC 各元件的 Acceptance Testing Table

篇號	元件	測試項目
AT1	內容管理 plan	主要負責內容的蒐集與管理。內容物件可能是自製短片，或者是來自其他子計畫之影音記錄，或者是從其他網站(如: Youtube, ELTA, FTV, CTS, VC)搜尋到的短片，或是 CCD 提供 live video。內容物件之 meta data (如:名稱、摘要、關鍵字、大小、時間等)需登錄於內容目錄資料庫(Content directory DB)中。

AT2	行為/偏好管理 plan	主要記錄個別使用者的行為模式。參考訂閱記錄與偏好設定，加上追蹤使用者的瀏覽行為，建構使用行為模型。
AT3	廣播清單管理 plan	主要負責播放清單的產生。制式化廣播清單產生器會依照使用者的訂閱頻道項目與偏好選項篩選內容目錄，產生制式化廣播清單；個別化廣播清單產生器則會進一步參考使用行為模型與內容的關連性，產生適性化的廣播推薦清單。接著廣播推薦清單會送給 OTT 視頻傳輸層，使用者可依照推薦內容逐一收看，或是直接跳到有興趣的內容收看。
IT1	將使用者選取條件篩選成為影片清單	篩選條件後正確產生影片頻道。
IT2	接收影片清單後產出有效之排程	正確接收影片清單，排序出有效率之排程。
IT3	於影片播放，進行最後解碼及播放的控制。	測試影片是否正確無誤的進行播放。

3.3 個人職責 (Testing Responsibility)

依據 3.2 章節，DDDSW 子系統預計完成的細部功能分別由下列人員進行單元性測試與整合性之測試，人員測試分派如表 3.5 所示。

表 3.5 人員與職責[總計畫]

Testing Activities	Personnel
AT1-001	林美佐、郭庭歡
AT2-001	林宛億、張筑鈞
AT3-001	楊翌倩、張筑鈞

AT4-001	林美佐、郭庭歡、張筑鈞
IT1-001	林美佐、楊翌倩
IT2-001	林美佐、張筑鈞
IT3-001	林美佐、張筑鈞
IT4-001	林美佐、郭庭歡、林宛億

OIMS 子系統預計完成的細部功能分別由下列人員進行單元性測試與整合性之測試，人員測試分派如表 3.6 所示。

表 3.6 人員與職責

Testing Activities	Personnel
AT1	黃思淵、張宇鈞
AT2	楊翌倩、林宛億、張筑鈞
AT3	黃思淵、張宇鈞
AT4	黃思淵、張宇鈞、張筑鈞
IT1	黃思淵、張宇鈞
IT2	黃思淵、張宇鈞
IT3	楊翌倩、林宛億
IT4	黃思淵、張宇鈞、張筑鈞

DISC 子系統預計完成的細部功能分別由下列人員進行單元性測試與整合性之測試，人員測試分派如表 3.7 所示。

表 3.7 人員與職責

Testing Activities	Personnel
AT1	陳耀國、盧俐穎

AT2	溫庭寬、廖威綸
AT3	黃雍晉、黃俞凱
AT4	溫庭寬、盧俐穎
IT1	陳耀國、黃雍晉
IT2	黃俞凱、廖威綸
IT3	黃俞凱、陳耀國
IT4	黃雍晉、廖威綸

PVBC 子系統預計完成的細部功能分別由下列人員進行單元性測試與整合性之測試，人員測試分派如表 3.8 所示。

表 3.8 人員與職責

Testing Activities	Personnel
AT1	杜少廷、江岳恩
AT2	陳家賢、張雯雅
AT3	杜少廷、陳家賢
IT1	江岳恩、張雯雅
IT2	杜少廷、陳家賢
IT3	江岳恩、張雯雅

第4章 Test Case

4.1 Integration Testing Cases

4.1.1 IT1 Test Case

主要驗證[TFDM -N-003]與[TFDM -N-005]需求，依據[TFDM -N-002]進行雲端平台分散運算評估，再交由[TFDM -N-004]進行各個感測器不同時間頻率的制定，並透過[TFDM -N-001]完成不同時間頻率的感測數值及儲存頻率之收集。

Identification	IT1-001
Name	時間頻率判定測試
Test Target	透過感測器歷史資訊判定一最佳的感測資料收集頻率判定之測試。
Reference	TFDM -N-001 TFDM -N-002 TFDM -N-003 TFDM -N-004 TFDM -N-005
Severity	1
Instruction	1. 透過時間頻率判定機制收集各種感測器不同時間頻率的感測數值及儲存頻率。 2. 於雲端平台分散運算。 3. TFDM 各元件需符合功能性與非功能性需求。
Expected Result	1. 確保時間頻率判定機制的穩定性 2. 子計畫所交付的軟體需依 TFDM 需求規格來建造。
Cleanup	無。

本測試主要驗證高效能物聯網資訊傳輸平台，依據[HPIT -N-009]與[HPIT -N-011]需求，交由[HPIT -N-001]、[HPIT -N-003]、[HPIT -N-004]將收集的資訊進行傳送，透過[HPIT -N-012]將得到 JSON 格式之封包，並運用[HPIT -N-013]提升傳輸之效率。

Identification	IT1
Name	於有限資源下，進行感測資料傳送
Test Target	驗證感測器於有限資源下，能否穩定且完整的將感測資料傳送至高效能物聯網資訊傳輸平台。
Reference	HPIT -N-001 HPIT -N-003 HPIT -N-004 HPIT -N-009 HPIT -N-011 HPIT -N-012 HPIT -N-013
Severity	1
Instruction	4. 收集環境感測資料 5. 封裝 JSON 格式之封包 6. 傳送高效能物聯網資訊傳輸平台
Expected Result	穩定且完整的將感測資料傳送至高效能物聯網資訊傳輸平台
Cleanup	無。

本計畫主要驗證葉片輪廓模版定位模組與果實輪廓定位模組，依據[MMLC -N-004]與[MMFC -N-004]需求，交由[DPPIA -N-002]將收集的溫室即時

影像做影像切割進行植栽區域與果實的定位。

Identification	IT1
Name	於時限內進行植栽區域定位
Test Target	針對植栽輪廓與果實輪廓進行效能測試
Reference	DPPIA -N-002 MMLC -N-001 MMLC -N-002 MMLC -N-004 MMFC -N-001 MMFC -N-002 MMFC -N-004
Severity	1
Instruction	7. 收集溫室即時影像 8. 以測試之門檻值切割影像 9. 定位植栽及果實位置
Expected Result	3. 根據結果影像得出適當切割門檻 4. 確保植栽區域與果實可正確定位
Cleanup	無。

主要驗證 AT1 與 AT2 之間是否正確啟動，依據 CM-N-001 至 CM-N-007，所設計之需求，測試使用者可選取篩選條件後傳送至伺服器。

Identification	IT1-001
Name	使用者點選條件之操作
Test Target	測試使用者正確傳送條件至伺服器。

Reference	CM-N-001 CM -N-002 CM -N-003 CM-N-004 CM -N-005 CM -N-006 CM -N-007
Severity	1
Instruction	10. 用戶端與雲端伺服器建立連線。 11. 用戶端選取篩選條件傳至伺服器。 12. 伺服器傳送使用者條件清單給 BLM。
Expected Result	5. 使用者正常操作篩選功能。 6. 伺服器端能正常接收並傳送使用者篩選條件。
Cleanup	無。

4.1.2 IT2 Test Case

主要驗證[DCM-N-004]與[DCM -N-005]需求，依據[DCM -N-001] 建立語意調適機制，藉由[DCM -N-002]建立語意編譯機制，並透過[DCM -N-006]來進行動態的資料驅動運算。

Identification	IT2-001
Name	感測資料收集測試
Test Target	主要收集各子計畫感測監控設備的資料並進行分析彙整，而後將資料動態驅動概念導入，解決大量資料下變化快速與資料多樣性的問題。

Reference	DCM -N-001 DCM -N-002 DCM -N-004 DCM -N-005 DCM -N-006
Severity	1
Instruction	1. 係於語意調適機制當中加入語意進行運算，同時透過雲端平台分散運算，達成即時的動態資料驅動。 2. TFDM 各元件需符合功能性與非功能性需求。
Expected Result	1. 感測資料收集機制能夠維持運作的穩定度。
Cleanup	無。

主要驗證[GMSD-N-015]與[GMSD -N-016]需求，依據[GMSD -N-001]與[GMSD -N-002] 建立一具有 oneM2M 標準之 gateway，透過[GMSD -N-003]進行溝通信息之傳送，以確認設備狀況，根據[GMSD -N-007]與[GMSD -N-008]測試本系統所建立之 gateway 能否控制感測設備。

Identification	IT2
Name	透過 gateway 導入 oneM2M 標準對各式設備進行溝通與控制
Test Target	測試 gateway 能否進行溝通與控制，以作為使用者與設備間的溝通橋樑。
Reference	GMSD-N-001 GMSD-N-002 GMSD-N-003 GMSD-N-007

	GMSD-N-008 GMSD-N-015 GMSD-N-016
Severity	1
Instruction	1. 建立一具有 oneM2M 標準之 gateway 2. 傳送溝通訊息，以確認設備狀況 3. 傳送控制指令，以利操控設備
Expected Result	2. 可與感測器進行訊息溝通 3. 可透過指令控制感測設備
Cleanup	無。

主要驗證[DDM -N-003]與[DDM -N-004]需求，依據[DDM -N-001]定義和區分背景(被比較)之影像，透過[DDM -N-002]進行影像差異計算，根據[DDM -N-003]與[DDM -N-004]測試植栽異常是否可被正確切割出來。

Identification	IT2
Name	各時間點之影像差異門檻測試
Test Target	針對色調值差異進行測試
Reference	MMLC -N-001 MMFC -N-001 DDM -N-001 DDM -N-002 DDM -N-003 DDM -N-004
Severity	1
Instruction	4. 將首次讀取之影像定義為背景影像

	5. 讀取即時影像 6. 計算與背景影像之時間差 7. 運算兩者之差異
Expected Result	4. 確保即時影像可正確被定義為前景或背景影像 5. 確保植栽異常區域可正確被切割出來
Cleanup	無。

主要驗證 AT1 與 AT2 之間是否正確啟動，依據 **BPM-N-001** 至 **BPM-N-007**，所設計之需求，本測試主要產生播放清單與排程。

Identification	IT2-001
Name	產生播放清單與排程
Test Target	測試能正常的將 CM 的影片清單及資訊傳送給 BPM。
Reference	BPM -N-001 BPM -N-002 BPM -N-003 BPM -N-004 BPM -N-005 BPM -N-006 BPM -N-007
Severity	1
Instruction	1. BPM 依照使用者偏好與訂閱項目產生影片清單。 2. BPM 會學習使用者觀看紀錄來篩選推薦影片。
Expected Result	6. BPM 能正常篩選出正確相關影片。 7. BPM 能正確傳送影片資訊給 BLM。
Cleanup	無。

4.1.3 IT3 Test Case

主要驗證[CCM-N-006]需求，依據[CCM-N-001]進行雲端映射化，藉由[CCM-N-002]建置雲端負載平衡運算機制，透過[CCM-N-003]、[CCM-N-004]整合、監控管理各子計畫進行各雲端虛擬處理器的儲存量及分析處理效能。透過[CCM-N-005]提高處理效率。

Identification	IT3-001
Name	雲端運算測試
Test Target	將農業動態驅動雲端平台下的各機制，並進行映射簡化，用以減少運算時間，增加運算效率。
Reference	CCM -N-001 CCM -N-002 CCM -N-003 CCM -N-004 CCM -N-005 CCM -N-006
Severity	1
Instruction	1. 測試雲端運算能夠維持運作的穩定度 2. CCM 各元件需符合功能性與非功能性需求
Expected Result	1. 收集各子計畫感測監控設備的資料透過動態資料的驅動以提高處理效率
Cleanup	無。

主要驗證 [HDIM -N-010]與[HDIM -N-011]需求，交由[HDIM -N-001]進行異質資料收集，再經由[HDIM -N-002]設定分配的門檻值，透過[HDIM -N-005]與

[HDIM -N-008]判斷資料所需分配之位置。

Identification	IT3
Name	異質感測服務閘道器(Heterogeneous Sensor Service Gateway)負責收集感測資料，再透過 M2M 服務伺服器進行資料分配
Test Target	測試異質感測服務閘道器能否將資料完整傳送至 M2M 服務伺服器進行資料分配。
Reference	HDIM -N-001 HDIM -N-002 HDIM -N-005 HDIM -N-008 HDIM -N-010 HDIM -N-011
Severity	1
Instruction	1. 藉由異質感測服務閘道器進行資料收集 2. 設定判斷之標準 3. 進行資料合適位置的分配
Expected Result	1. 完整收集異質感測資料 2. 可判斷感測資料之類型 3. 可根據判斷結果分配合適位置
Cleanup	無。

主要驗證 [ADMLC -N-004]、[ADMLC -N-005]、[ADM -N-004] 與 [ADM -N-005]需求，交由[ADMLC -N-001]及[ADM -N-001]進行植栽異常判定，判斷植栽是否罹病或環境是否發生異常。若發生異常則警示農夫

Identification	IT3
Name	於限定時間內，進行植栽異常監控
Test Target	針對差異值達到門檻值時，發送警告通知之測試
Reference	DPPIA -N-003 DPPIA -N-004 ADMLC -N-001 ADMLC -N-004 ADMLC -N-005 ADM -N-001 ADM -N-004 ADM -N-005
Severity	1
Instruction	4. 取得差異影像 5. 以測試之門檻值判斷差異是否為異常影像 6. 警示農夫災異常狀況
Expected Result	4. 根據結果得出適當之異常判定門檻 5. 確保植栽異常可被正確判定
Cleanup	無。

主要驗證 AT1 至 AT3 各機制整合並能正確啟動。

Identification	IT4-001
Name	於影片播放，進行最後解碼及播放的控制
Test Target	測影片是否正確無誤的進行播放。

Reference	IT1-001 IT2-001 IT3-001 AT1 AT2 AT3
Severity	1
Instruction	7. 播放器檢查緩衝區的資料是否足夠播放。 8. 如果緩衝區資料足夠則進行影片解碼。 9. 將解碼後資料經由播放器播放。
Expected Result	6. 各機制皆能正確運作。 7. 所分享影像能正確播放。
Cleanup	無。

4.1.4 IT4 Test Case

主要驗證[PPM-N-006]、[PPM-N-007]需求，依據[PPM-N-001] 與[PPM-N-002]收集感測監控設備的資料並進行類神經分類，藉由[PPM-N-003] 進行各季節之產期產量分析以作為預測機制的判定因子，透過[PPM-N-004]、[PPM-N-005]發佈產量偏高或偏低的預測介面。

Identification	IT4-001
Name	產量預測測試
Test Target	解析各情境組合與三大產期的產量，並制定類神經訓練階段制定，將解析完成的各種情境組合資料，進行類神經模組的輸入產量，並針對各生長季之盛產期、盛產高

	峰期與季末三個生產期，藉由類神經網路之訓練取得一產量偏高或偏低的預測模型。
Reference	PPM-N-001 PPM-N-002 PPM-N-003 PPM -N-004 PPM -N-005 PPM -N-006 PPM -N-007
Severity	1
Instruction	1. 發佈產量偏高或偏低的預測介面 2. PPM 各元件需符合功能性與非功能性需求
Expected Result	1. PPM 預測可以在 5 秒內得到分析結果。 2. 測試 PPM 的正確性。
Cleanup	無。

主要驗證[OSPS -N-010]與[OSPS -N-009]需求，透過[OSPS -N-002] 與[OSPS -N-003] 依不同服務需求設計一動態服務品質佇列對應演算法，再交由[OSPS -N-005] 與[OSPS -N-008]根據封包大小與資料優先順序進行週期性的評估，由[OSPS -N-09]可動態地依照網路狀況進行佇列調配，以解決壅塞佇列承受高延遲時間與高遺失率，無法整體有效利用資源之問題。

Identification	IT4
Name	設計一動態服務品質佇列對應(Dynamic QoS Queue Mapping, DQ ² M) 演算法，以改變進入差異化服務佇列的

	流量型態。
Test Target	驗證 DQ ² M 演算法能否解決某一佇列封包過多而其他佇列使用率低，進而造成壅塞佇列承受高延遲時間與高遺失率，無法整體有效利用資源之問題。
Reference	OSPS -N-002 OSPS -N-003 OSPS -N-005 OSPS -N-008 OSPS -N-009 OSPS -N-010
Severity	1
Instruction	1. 設計一動態服務品質佇列對應演算法 2. 接收感測資訊及監控影像 3. 進行週期性評估 4. 動態的進行佇列調配
Expected Result	解決壅塞佇列承受高延遲時間與高遺失率，無法整體有效利用資源之問題
Cleanup	無。

主要驗證[CDPA -N-004]需求，依據[CDPA -N-001] 取得即時溫室微氣候資訊，且經由[CDPA -N-002]紀錄已辨識的植栽異常之當下環境參數。

Identification	IT4
Name	專家之異常判定結果與微氣候感測資訊整合
Test Target	針對農業專家對於影像辨識結果與佈建於溫室之感測器

	整合進異常及病蟲害、微氣候感測雲端資料庫進行測試
Reference	CDPA -N-001 CDPA -N-002 CDPA -N-004
Severity	1
Instruction	5. 週期性記錄感測器資料 6. 當辨識出植栽發生異常時，通知農夫進行異常結果判定 7. 紀錄異常發時的感測器資料
Expected Result	1. 可獲得植栽異常發生之前後時間區段之資訊 2. 可獲取植栽生長環境相關資訊
Cleanup	無。

4.2 Acceptance Testing Case

4.2.1 AT1 Test Case

目的：驗證[TFDM-F-001]需求，找出最適合的時間收集頻率。

Identification	AT1-001
Name	時間頻率判定機制
Tested Target	TFDM-F-001
Reference	TFDM -N-001 TFDM -N-002 TFDM -N-003 TFDM -N-004 TFDM -N-005

Severity	1	
Instruction	<i>Actor actions</i>	<i>System responses</i>
	使用者啟動時間頻率接收模組	
		收集各種感測器不同時間頻率的感測數值
		制定模組各種主要感測器不同的時間頻率，在同一感測器下設定樣本收集時間頻率
	依據時間區段擷取代理人	
		擷取時間頻率制定模組的各頻率
		開始卡方檢定
		找出卡方檢定的臨界值
		雲端平台分析
	呈現即時時間頻率制定之結果	
Expected Result	1. 透過感測器歷史資訊判定一最佳的感測資料收集頻率判定之測試。	
Cleanup		

目的：驗證[HPIT -N-013]需求，測試感測器與系統之連線是否穩定，且 SCTP 的多重串流功能(multi-streaming functionality)能否降低網路 overhead。

Identification	AT1	
Name	高效能物聯網資訊傳輸平台	
Tested Target	HPIT -N-013	
Reference	[HPIT -N-001] [HPIT -N-002] [HPIT -N-003] [HPIT -N-004] [HPIT -N-005] [HPIT -N-006]	
Severity	1	
Instruction	<i>Actor actions</i>	<i>System responses</i>
	系統請求感測資料	
		與感測器進行連線
		回傳感測資料
		SCTP 進行流量控制的優化
	獲得感測資訊	
Expected Result	1. 可收集完整感測資料 2. 提升流量控制之效率	
Cleanup	無。	

目的：驗證[CDPA –N-005]需求，測試感測器和資料庫的連線與提供農夫微氣候資訊。

Identification	AT1
Name	異常及病蟲害、微氣候感測雲端資料庫
Tested Target	CDPA –N-005

Reference	CDPA -N-001 CDPA -N-002 CDPA -N-003 CDPA -N-004	
Severity	1	
Instruction	<i>Actor actions</i>	<i>System responses</i>
	辨識出植栽發生異常	
		取得環境感測器資訊
		紀錄微氣候感測器資訊
		連結過往時段感測器資訊
	使用者請求服務	
		取得環境感測器資訊
	獲得服務資訊	
Expected Result	2. 建置植栽生長之微氣候感測資訊 3. 建置植栽異常狀況相關資訊	
Cleanup	無。	

目的：驗證[CM -N-011]需求，測試使用者是否能上傳影片至 Database 以及從網站中蒐集各式各樣的影片或者從 CCD 提供 Live video。

Identification	AT1
Name	內容管理
Tested Target	主要透過以下兩個機制讓使用者可以上傳自錄自製支影片至雲端資料庫，從各媒體網站(Youtube、ELTA、FTV..)蒐集影片供使用者搜尋。
Reference	[CM -N-001]

	[CM -N-002] [CM -N-003] [CM -N-004] [CM -N-005]	
Severity	1	
Instruction	<i>Actor actions</i>	<i>System responses</i>
	使用者啟動系統	
		伺服器提供篩選條件
	使用者選取篩選條件傳至伺服器	
		伺服器回傳篩選影片給使用者
Expected Result	4. 正常傳送篩選條件給伺服器端。	
Cleanup	無。	

4.2.2 AT2 Test Case

目的：驗證[DCM-F-001]需求，對各子計畫間的資源制定語意。

Identification	AT2-001
Name	感測資料收集機制
Tested Target	DCM -F-001
Reference	[DCM -N-001] [DCM -N-002] [DCM -N-004] [DCM -N-005] [DCM -N-006]

	[DCM -N-007]	
Severity	1	
Instruction	<i>Actor actions</i>	<i>System responses</i>
	感測資料收集機制之建立	
		收集各子計畫溫室感測器
		制定的語意(本體論)
		資料儲存模組儲存
	發送動態資料驅動運算需求	
		回應動態資料驅動運算需求
	呈現各感測器所測定出的狀態之結果	
Expected Result	1. 感測資料收集機制能夠維持運作的穩定度。	
Cleanup	無。	

目的：驗證[GMSD -N-015]需求，測試溫室監控伺服器能否即時監測環境狀況及現場影像，且資料庫是否能回饋經運算整理過後的溫室統計報表等資料。

Identification	AT2
Name	溫室監控伺服器與資料庫系統
Tested Target	GMSD -N-015
Reference	[GMSD -N-001] [GMSD -N-002] [GMSD -N-003] [GMSD -N-004] [GMSD -N-005]

	[GMSD -N-006]	
	[GMSD -N-007]	
Severity	1	
Instruction	<i>Actor actions</i>	<i>System responses</i>
	使用者請求服務	
		溫室監控伺服器與感測器建立連線
		感測器進行資訊收集與管理控制
		感測器與伺服器之間的通溝與訊息交換
		儲存感測資料及相關紀錄
	獲得服務資訊	
Expected Result	1. 即時監測環境狀況及現場影像。 2. 提供溫室統計報表等資料。	
Cleanup	無。	

目的：驗證[MMLC -N-005]與[MMFC -N-005]需求，測試溫室環境中植栽區域定位。

Identification	AT2
Name	植栽輪廓定位
Tested Target	MMLC -N-005、MMFC -N-005
Reference	MMLC -N-001 MMLC -N-002 MMLC -N-003 MMLC -N-004 MMLC -N-005 MMFC -N-001

	MMFC -N-002 MMFC -N-003 MMFC -N-004 MMFC -N-005	
Severity	1	
Instruction	<i>Actor actions</i>	<i>System responses</i>
	週期性監測溫室環境	
		取得即時溫室環境影像
		以特定門檻值進行影像切割
	獲得服務資訊	
Expected Result	2. 在可容忍之時間區間內，進行植栽與果實區域定位。 3. 提供合適之定位結果以利後續處理。	
Cleanup	無。	

目的：驗證[BPM-N-001]需求，測試記錄使用者之行為模式，透過 5 名使用者每天觀看影片，系統會透過使用者的觀看紀錄來學習使用者之偏好，並且推薦相關影片給使用者。

Identification	AT2
Name	行為/偏好管理
Tested Target	依照系統所訂定之影片屬性進行即時分類，系統會依照使用者觀看喜好，學習使用者行為，推薦相關喜好影片給使用者。
Reference	[BPM -N-001] [BPM -N-002] [BPM -N-003]
Severity	1

Instruction	<i>Actor actions</i>	<i>System responses</i>
	使用者啟動系統	
		系統依據篩選條件分類影片
		將分類影片傳至 BCM
Expected Result	4. 依據不同觀看喜好，勾選影片篩選條件，建立專屬影片播放清單。	
Cleanup	無。	

4.2.3 AT3 Test Case

目的：驗證[CCM-F-001]需求，對各子計畫間雲端映射化的即時性資料分散運算。

Identification	AT3-001	
Name	雲端運算機制	
Tested Target	[CCM -F-001]	
Reference	CCM -N-001 CCM -N-002 CCM -N-003 CCM -N-004 CCM -N-005 CCM -N-006	
Severity	1	
Instruction	<i>Actor actions</i>	<i>System responses</i>
	雲端運算機制之建立	
		判定各雲端虛擬處理器的儲存量及分析處理效能

		進行映射簡化
	發送服務需求	
		回應服務需求
	呈現運算效率之結果	
Expected Result	1. CCM 各元件須符合功能性與非功能性需求	
Cleanup		

目的：驗證[HDIM -N-011]需求，測試確實選擇品質最好的傳輸通道進行傳輸。

Identification	AT3	
Name	多異質感測設備資料整合中介平台	
Tested Target	HDIM -N-011	
Reference	[HDIM -N-001] [HDIM -N-002] [HDIM -N-003] [HDIM -N-007] [HDIM -N-008]	
Severity	1	
Instruction	<i>Actor actions</i>	<i>System responses</i>
	使用者請求服務	
		分析資料來源
		整合性的變化監測
		資料格式的轉換處理
	獲得服務資訊	
Expected Result	2. 整合各異質感測器之感測資料。	
Cleanup	無。	

目的：驗證[DDM -N-005]與[DDM -N-006]需求，各時間點之影像差異辨識測試。

Identification	AT3	
Name	前後景差異偵測模組	
Tested Target	DDM -N-005、DDM -N-006	
Reference	DDM -N-001 DDM -N-002 DDM -N-003 DDM -N-004 DDM -N-005 DDM -N-006	
Severity	1	
Instruction	<i>Actor actions</i>	<i>System responses</i>
	週期性監測溫室環境	
		取得溫室環境影像
		若為初次執行或已確定為異常影像則定義為背景影像；反之，則定義為前景影像
		以前後景影像分析影像差異
	獲得服務資訊	
Expected Result	3. 提供合適之定義結果以利後續處理。 4. 在可容忍之時間區間內，進行影像差異分析。	
Cleanup	無。	

目的：驗證[BLM -N-011]需求，測試使用者篩選條件產生之影片播放清單客製化，動態搜尋廣播頻道中最佳的切入點以有效集中相同頻道內各個使用者的播

放點，藉此增加彼此分享效能。

Identification	AT3	
Name	廣播頻道管理	
Tested Target	主要負責使用者加入/離開頻道的管理，透過分析 playlis 排程新聞片段(clip)，使得分享效率最佳化。	
Reference	[BLM-N-001] [BLM-N-002] [BLM-N-003]	
Severity	1	
Instruction	<i>Actor actions</i>	<i>System responses</i>
	使用者啟動系統	
		接收 CM 與 BPM 傳送之影片
		分析影片後排程影片
		排程排序後產生播放點
	使用者觀看影片清單及影片	
Expected Result	5. 有效集中相同頻道內各個使用者的播放點，藉此增加彼此分享效能。	
Cleanup	無。	

4.2.4 AT4 Test Case

目的：驗證[PPM -F-002]需求，測試類神經網路並找出各組合與產量之間的關聯性。

Identification	AT4-001
Name	產量預測機制

Tested Target	[PPM -F-002]	
Reference	PPM-N-001 PPM-N-002 PPM-N-003 PPM -N-004 PPM -N-005 PPM -N-006 PPM -N-007	
Severity	1	
Instruction	<i>Actor actions</i>	<i>System responses</i>
	產量預測機制之建立	
		設定初始權重值
		輸入資料至模型訓練
		計算隱藏層與輸出層之輸出值及計算誤差函數
		模型收斂
	發送預測資料需求	
		回應預測資料需求
	呈現預測之結果	
Expected Result	1. PPM 各元件須符合功能性與非功能性需求	
Cleanup	無。	

目的：驗證[OSPS -N -010]需求，測試所導入之 oneM2M 架構，能否處理大量感測資源，且將資料根據使用者之興趣主動推撥。

Identification	AT4
----------------	-----

Name	oneM2M 服務處理伺服器	
Tested Target	OSPS -N -010	
Reference	[OSPS -N-001] [OSPS -N-002] [OSPS -N-003] [OSPS -N-004] [OSPS -N-006] [OSPS -N-009]	
Severity	1	
Instruction	<i>Actor actions</i>	<i>System responses</i>
	使用者請求服務	
		將資料根據類型配送至合適的伺服器
		封裝 oneM2M 標頭格式
		主動推撥使用者感興趣之資訊
	獲得服務資訊	
Expected Result	系統可主動推撥使用者感興趣之資料，也可要求其他資料。	
Cleanup	無。	

目的：驗證[ADMLC -N-006]、[ADM -N-006]需求，植栽異常監測之測試。

Identification	AT4
Name	植栽異常檢測
Tested Target	ADMLC -N-006、ADM -N-006
Reference	ADMLC -N-001

	ADMLC –N-002 ADMLC –N-003 ADMLC –N-004 ADMLC –N-005 ADMLC –N-006 ADM –N-001 ADM –N-002 ADM –N-003 ADM –N-004 ADM –N-005 ADM –N-006	
Severity	1	
Instruction	<i>Actor actions</i>	<i>System responses</i>
	週期性監測溫室環境	
		建立異常門檻值
		判定異常是否高於門檻
	獲得服務資訊	
Expected Result	1. 植栽影像差異高於門檻，通知農夫	
Cleanup	無。	

第5章 測試效能分析

5.1 雲端物聯網技術與平台設計：以智慧農業為驗證場域描述

(DDDSW)

本章分為效能分析與系統實作兩部分，在效能分析部分主要針對本計畫所提出之預測產量分析機制，透過隨機倒傳遞類神經網路模型，讓產量預測之網路模型能更精準，以下將對系統進行分析與探討。

主要探討 PPM 在運行過程中，為找出最佳產量預測模型，以隨機方式產生 5 個隨機倒傳遞類神經網路模型，每一網路模型最大亂數產生 5 層隱藏層，及至多 5 個神經元，而每一個網路模型於學習階段中的學習資料集比數為總資料集筆數的 60% (5,973 筆)，剩餘 40% (3,980 筆)的資料集則作為模型驗證與選擇用，本實驗所設定之模型門檻值為 90%，根據公式(1)來計算各個網路模型的正确率，低於門檻值之模型則將於本階段淘汰，本階段進行 5 次實驗，各次實驗之網路模型及其網路架構設定如表 5-1 所示。

表 5-1 實驗結果統整表

	模型	隱藏層數量	隱藏層神經元數量	正確率
第一次 實驗	網路模型 1	5	{1, 3, 1, 2, 1}	90.81%
	網路模型 2	5	{2, 4, 5, 5, 1}	86.70%
	網路模型 3	5	{5, 1, 1, 4, 5}	88.10%
	網路模型 4	1	{3}	89.87%
	網路模型 5	3	{1, 3, 2}	93.30%
第二次 實驗	網路模型 1	5	{2,5,3,1,5}	86.03%
	網路模型 2	5	{4,1,3,3,4}	90.74%
	網路模型 3	2	{2,5}	82.99%

	網路模型 4	1	{2}	83.5%
	網路模型 5	1	{3}	90.01%
第三次 實驗	網路模型 1	4	{5,1,5,5}	90.7%
	網路模型 2	4	{5,4,4,2}	93.81%
	網路模型 3	4	{2,5,4,5}	87.27%
	網路模型 4	1	{3}	94.75%
	網路模型 5	1	{5}	94.29%
第四次 實驗	網路模型 1	5	{5,3,3,2,5}	85.93%
	網路模型 2	1	{1}	87.63%
	網路模型 3	3	{3,2,3}	90.06%
	網路模型 4	2	{2,3}	86.95%
	網路模型 5	4	{5,1,4,3}	94.46%
第五次 實驗	網路模型 1	2	{4,2}	88.16%
	網路模型 2	3	{4,3,4}	91.02%
	網路模型 3	5	{5,3,1,3,5}	90.53%
	網路模型 4	3	{2,5,2}	89.85%
	網路模型 5	1	{5}	88.67%

以第一次實驗為例說明，網路模型 1 至網路模型 5 的正確率分別為 90.81%、86.70%、88.10%、89.87%、93.30%，網路模型正確率達到 90% 者只有網路模型 1 及網路模型 5，因此留下該兩個網路模型，淘汰網路模型 2、網路模型 3 與網路模型 4，各類神經網路模型經過學習階段與回想階段實驗後，相關網路模型設定與參數結果整理如表 5-2。

$$Correct\ Rate = \frac{T_Y - A_Y}{T_Y} \quad \text{公式(1)}$$

表 5-2 網路模型正確率參數表

參數	描述
Correct Rate	網路模型正確率
T_Y	實際目標值
A_Y	實際輸出值

一般而言，採用倒傳遞類神經技術進行分析之研究，都只採取一個網路模型，若該網路模型的正確率達到門檻值，則將該模型留下，供往後分析使用，為驗證本方法的預測準確度，此階段以實驗條件與參數設定為固定之前提下，從資料群集中隨機挑選一筆資料進行實驗，並以一般傳統倒傳遞類神經網路模型預測結果及複回歸分析法進行比較。以下將針對 PPM 在傳統倒傳遞類神經網路、隨機倒傳遞類神經網路群分析、迴歸分析等進行效能分析評估，詳細說明如下。

5.1.1 傳統倒傳遞類神經網路分析預測產量分析評估

如圖 5.3 所示。此部分之分析，同樣考慮門檻值達到 90% 之模型進行比較，以第一次實驗而言，倘若只考慮網路模型 1，經由網路模型 1 的輸出結果，將得到實際產量預測值為 179,582 公斤，然而，目標產量為 191,500 公斤，網路模型 1 的實際輸出產量比實際產量少估計 11,918 公斤，誤差為 6.64%；同樣的方式，若只以網路模型 5 做為考慮，將得到實際產量預測值為 202,587 公斤，與實際產量相較之下，預期產量比實際產量多了 11,087 公斤，該網路模型誤差為 5.47%，各次實驗之各網路模型之實際預測產量預測值、實際預測值與實際輸出值及誤差率整理如表 5-3。

表 5-3 各個網路模型之預測結果

實驗次	模型	實際產量預測值	實際預測值與	誤差率
-----	----	---------	--------	-----

			實際值之差距	
第一次 實驗	網路模型 1	179,582 公斤	-11,918 公斤	6.64%
	網路模型 5	202,587 公斤	11,087 公斤	5.47%
第二次 實驗	網路模型 2	179,444 公斤	-12,056 公斤	6.72%
	網路模型 5	178,000 公斤	-13,500 公斤	7.58%
第三次 實驗	網路模型 1	179,226 公斤	-12,274 公斤	6.85%
	網路模型 2	201,480 公斤	9,980 公斤	4.95%
	網路模型 4	200,439 公斤	8,939 公斤	4.46%
	網路模型 5	200,437 公斤	8,937 公斤	4.46%
第四次 實驗	網路模型 3	178,090 公斤	-13,410 公斤	7.53%
	網路模型 5	200,068 公斤	8,568 公斤	4.28%
第五次 實驗	網路模型 2	179,997 公斤	-11,503 公斤	6.39%
	網路模型 3	178,890 公斤	-12,610 公斤	7.05%

5.1.2 隨機倒傳遞類神經網路群預測產量分析

可以同時考量正確率通過門檻值之網路模型，以第一次實驗舉例說明，隨機類神經網路群將考量網路模型 1 與網路模型 5，兩個類神經網路的實際產量輸出值，並以公式(2)進行加權平均運算，得出實際之預測值為 191,240 公斤。

$$\frac{W_1X_1 + W_2X_2 + \dots + W_nX_n}{W_1 + W_2 + \dots + W_n} \quad \text{公式(2)}$$

綜合傳統倒傳遞類神經網路及隨機類神經網路之結果，並與該筆資料實際產量為 191,500 公斤值進行誤差之比較，其誤差為-260 公斤，其中正值代表預期輸出值高於實際結果值；反之，負號代表預期輸出值低於實際結果值，代表預測之結果比實際產出少 260 公斤，以隨機類神經網路群方法進行分析之預測結果與誤差率整理如表 5-4 所示。

表 5-4 隨機類神經網路群於各次實驗結果比較

考量之網路模型	實際預測值	實際預測值與 實際值之差距	誤差率
第一次實驗	191,240 公斤	-260 公斤	1.3%
第二次實驗	178,725 公斤	-12,775 公斤	7.15%
第三次實驗	195,296 公斤	3,796 公斤	1.94%
第四次實驗	189,341 公斤	-2,159 公斤	1.14%
第五次實驗	179,445 公斤	12055 公斤	6.72%

以誤差比率之數據來看，隨機倒傳遞類神經網路群之誤差於第一次、第三次與第四次數值低於 2%，第二次與第五次實驗誤差比率較高，若查看第二次與第五次各別網路模型之誤差率都有偏高的現象，而第一次、第三次與第四次實驗之各別網路模型之誤差率也較高，然而以加權平均之概念綜合考量後，其誤差率都有明顯降低的現象，各次實驗誤差率如圖 5-1 所示。

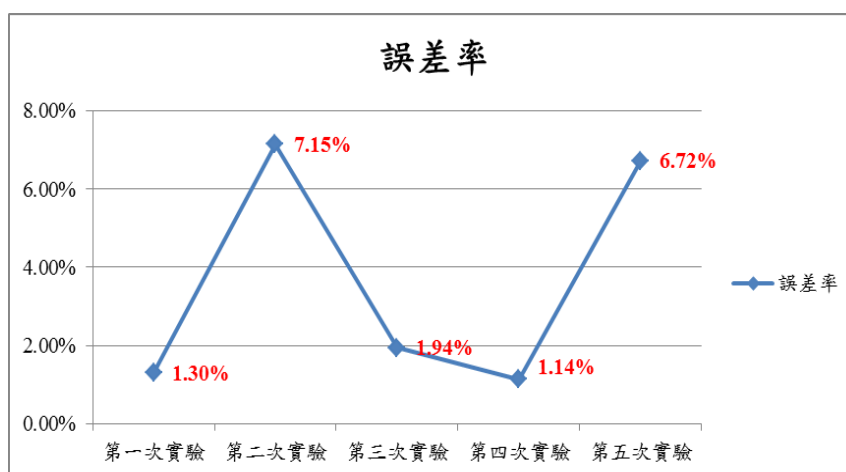


圖 5-1 隨機類神經網路群於各次實驗誤差率比較圖

5.1.3 迴歸分析預測產量分析

如表 5-5 所示標準化係數中的 Beta 值代表的標準化之迴歸係數，非標準化係數欄位中 B 估計值則表示迴歸方程式中的常數項。以台東地區為例，台東地區的產量迴歸方程式為，其方程式對應之參數如表 5-6 所示：

$$Y = -0.873X_1 - 0.388X_2 - 0.969X_3 + 1.547X_4 + 0.074X_5 - 0.047X_6 - 0.491$$

表 5-5 複迴歸模型參數表

係數 ^a					
模型		非標準化係數		標準化係數	顯著性
		B	標準錯誤	Beta	
1	(常數)	-.491	.282		.142
	Humidity12	-.873	.189	-.802	.006
	Rain10	-.388	.176	-.392	.078
	Humidity4	-.969	.378	-.492	.050
	Temperature4	1.547	.790	.330	.108
	Cost	.074	.137	.074	.612
	Price	-.047	.207	-.047	.830

a. 應變數: Harvest

表 5-6 台東地區產量迴歸方程式參數對照表

參數	描述
X ₁	12 月相對濕度
X ₂	10 月降水量
X ₃	4 月相對濕度
X ₄	4 月平均氣溫
X ₅	生產成本
X ₆	平均交易價

本研究之模型準確性評估依據是以均方根誤差(Root Mean Squared Error, RMSE)進行判斷，由表 5-7 中之殘差之平均值平方欄位可得知，台東地區之產量迴歸之標準誤差比率為 12.4%，相較於傳統類神經網路及本研究之隨機類神經網路之誤差比率高，各種方法之預測誤差比較整理如圖 5-2 所示。

表 5-7 殘差統計資料表

變異數分析 ^a						
模型		平方和	df	平均值平方	F	顯著性
1	迴歸	10.378	6	1.730	13.903	.006 ^b
	殘差	.622	5	.124		
	總計	11.000	11			

a. 應變數: Harvest

b. 預測值：（常數），Price, Cost, Humidy4, Humidity12, Temperature4, Rain10

各網路模型之誤差率如圖 5-2 所示，由實驗結果可得知隨機類神經網路考量多種網路模型群之輸出及該網路模型之權重，並以加權平均法之概念，計算出該組網路模型群之均衡點，可以縮小傳統倒傳遞類神經網路輸出之誤差，倘若該組各別之網路模型誤差率較高，經過隨機類神經網路方法之誤差率，也會有偏高情形。

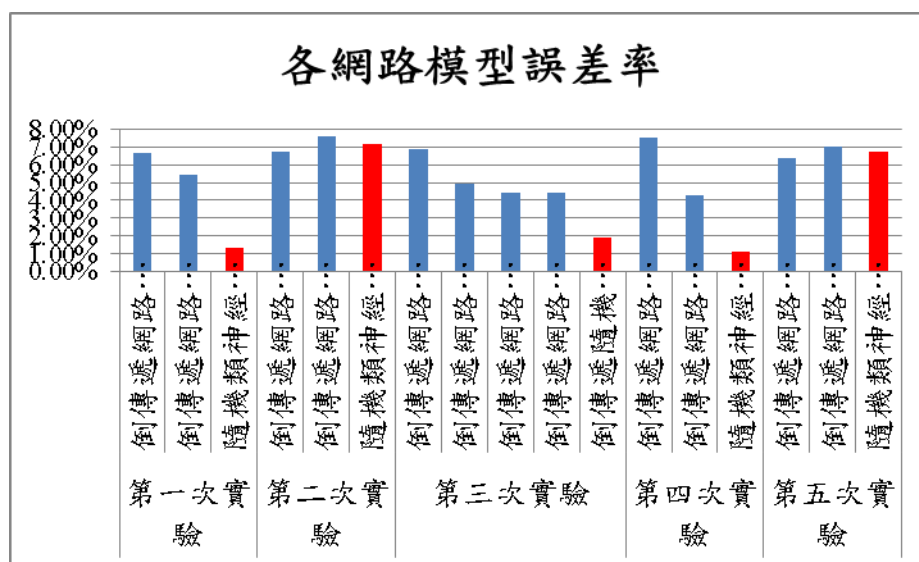


圖 5-2 各方法預測之誤差率比較

5.2 雲端物聯網技術與平台設計：以智慧農業為驗證場域描述

(DDDSW)

本計畫『開放式物聯網中介平台之設計』所實現之功能，主要用於物聯網感測環境中，利用開放式標準進行來源感測資訊格式的標準化，並藉由 oneM2M 來設計資料處理架構，藉此來有效處理環境中大量異質感測資訊的問題。在效能分析部份主要針對本研究所應用之應用層通訊協定進行效能分析及比較探討。為了能有效顯示本計畫所設計之架構優點，將針對服務時間效率、資料量服務品質等方向進行整體效能的比較與評估，其中將參考 Thangavel, D.等學者[18]的效能比較對象進行 MQTT、CoAP、REST 三種規範於 oneM2M 標準中的應用層通訊協定來進行傳輸效率之評估。

5.2.1 分析之情境與比較項目

在評估項目方面本章節將分為三部分來進行效能整體評估(1)字串事件(String Events)服務往返(Round-Trip)時間效能比較；(2)影像事件(Image Events)服務往返(Round-Trip)時間效能比較；(3)影片事件(Video Events)服務往返時間效能比較，並由各種不同環境來進行分析，情境如表 5-1 分析情境說明所示，而分析類型設定如表 5-2 系統測試參數說明表所示，以下為各評估項目詳細之說明。

表 5-1 分析情境說明

情境	情境說明
情境 1	Local(Server 與 Client 同一台電腦)，如圖 5-1 情境 1 示意圖所示。
情境 2	Intranet(Server 與 Client 不同台電腦，但屬於對內網路)，如圖 5-2 情境 2 示意圖所示。
情境 3	Internet(Server 與 Client 不同台電腦，但屬於對外網路)，如圖 5-3 情境 3 示意圖所示

表 5-2 系統測試參數說明表

比較項目	實驗樣本數
建立物聯網環境感測事件時間效能分析比較(Local、Intranet、Internet) 感測器個數：5 個 感測事件內容大小：966 Bytes	各 100 次
建立物聯網影像事件時間效能分析比較(Local、Intranet、Internet) 影像大小：180k (184,411 Bytes)	各 100 次
建立影片事件時間效能分析比較(Local、Intranet、Internet) 影片大小：888k (909,312 Bytes)	各 100 次
物聯網環境封包掉落率分析比較(Intranet、Internet) 感測器個數：5 個 感測事件內容大小：966 Bytes 傳送速率：10 次/S	10000 次

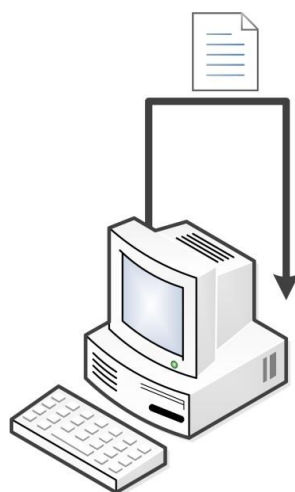


圖 5-1 情境 1 示意圖

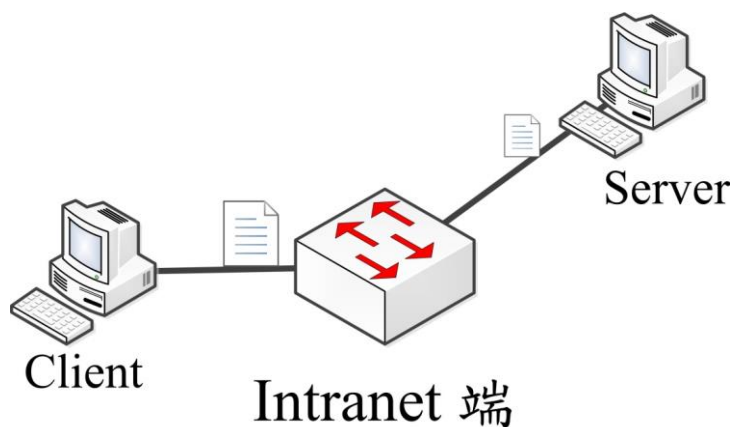


圖 5 - 2 情境 2 示意圖

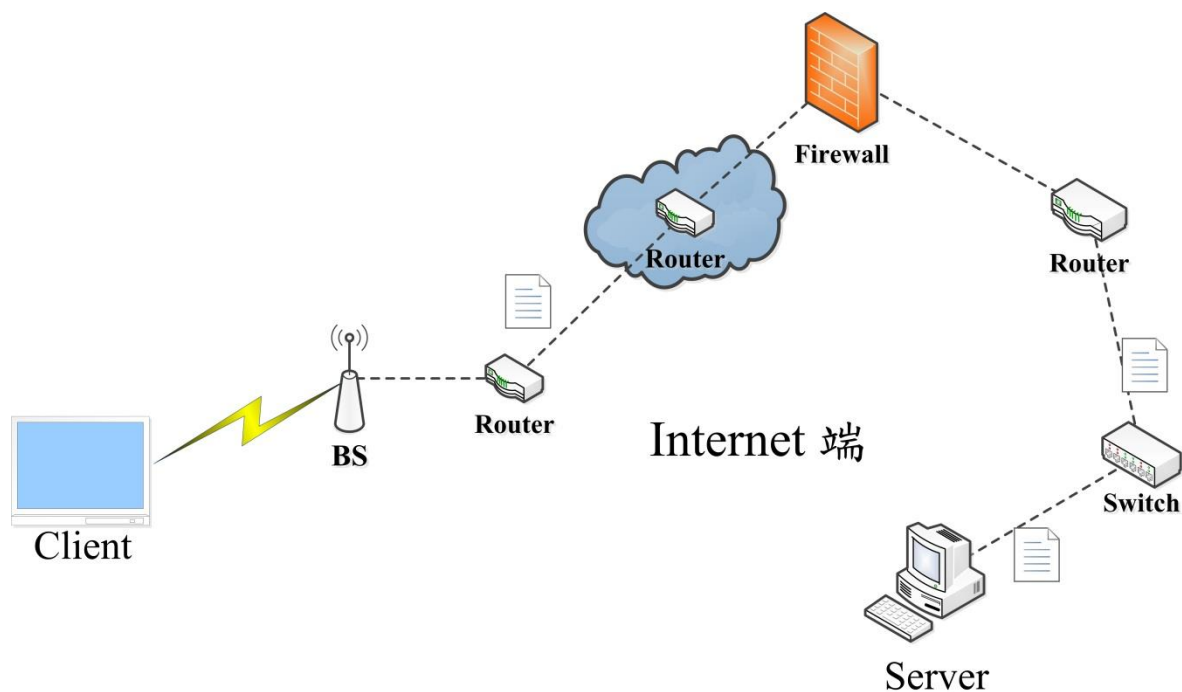


圖 5 - 3 情境 3 示意圖

5.2.2 物聯網環境感測事件服務往返(Round-Trip)時間效能比較

在測量次數部分，本實驗進行 100 次完整服務的測量，藉此觀察整體服務的平均服務時間與服務建立穩定度。於情境 1 藉由分析結果如表 5-3 MQTT、REST、CoAP 物聯網環境感測事件時間效能分析比較表(Local)與

圖 5- 4 MQTT、REST、CoAP 物聯網環境感測事件服務往返時間之分析 (Local)所示，MQTT 最大服務時間與最小服務時間分別為 85 ms 與 73 ms，差距

為 12 ms，REST 最大服務時間與最小服務時間分別為 275 ms 與 251 ms，差距為 24 ms，CoAP 大服務時間與最小服務時間分別為 96 ms 與 87 ms，差距為 9 ms，分析結果指出，三者相比較可以發現 MQTT 服務時間反應較快，且所需之平均服務處理時間少於 REST 整體服務時間約 3.4 倍，其平均服務處理時間也少於 CoAP 整體服務時間約 1.2 倍，藉由公式(1)、(2)進行性能的運算評估 MQTT 在建立事件的平均服務處理效能上快於 REST 及 CoAP 約 70 %及 17 %的效能處理速度，於 Local 情境中物聯網環境感測事件上 MQTT 能較快速地進行服務的建立。由於在 Local 情境中，封包傳輸於網路卡中就将資料轉回，故網路效能 TCP 及 UDP 差異不大，由標頭封包較小的 MQTT 傳輸速率最為快速。

$$Performance\ Evaluation = \frac{REST\ Average\ RTT - MQTT\ Average\ RTT}{REST\ Average\ RTT} \times 100\% \quad \text{公式(1)}$$

$$Performance\ Evaluation = \frac{CoAP\ Average\ RTT - MQTT\ Average\ RTT}{CoAP\ Average\ RTT} \times 100\% \quad \text{公式(2)}$$

表 5-3 MQTT、REST、CoAP 物聯網環境感測事件時間效能分析比較表(Local)

Type	MQTT	REST	CoAP
Average	77 ms	263 ms	93 ms
Max	85 ms	275 ms	96 ms
Min	73 ms	251 ms	87 ms

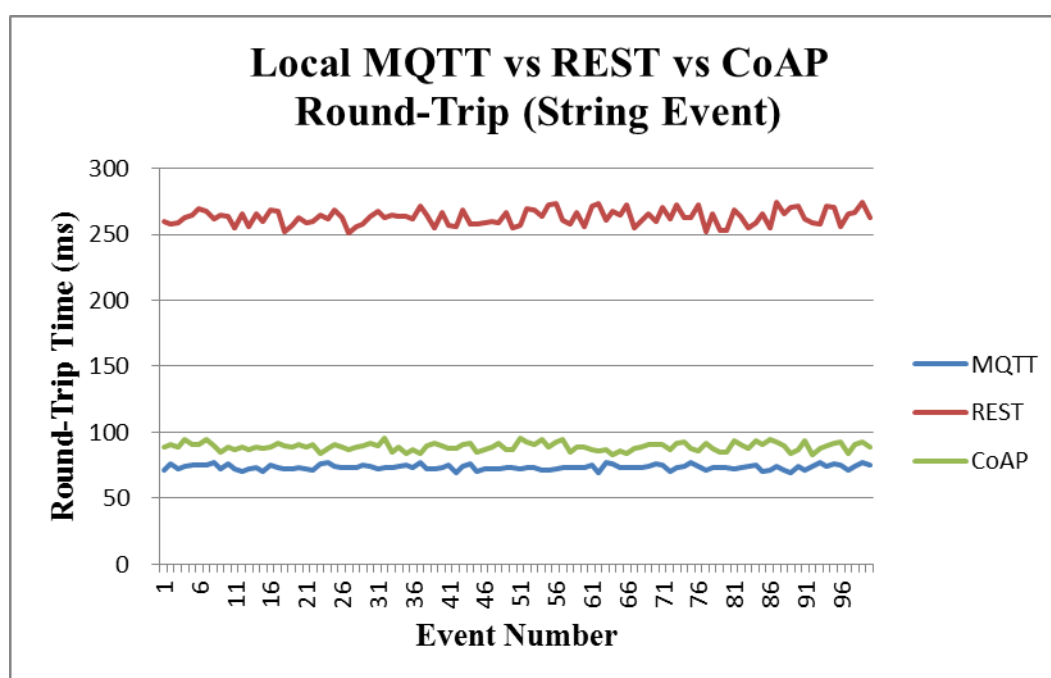


圖 5- 4 MQTT、REST、CoAP 物聯網環境感測事件服務往返時間之分析(Local)

於情境 2 藉由分析結果如表 5-4 MQTT、REST、CoAP 物聯網環境感測事件時間效能分析比較表(Intranet)與

圖 5- 4 MQTT、REST、CoAP 物聯網環境感測事件服務往返時間之分析(Intranet)所示，分析結果指出，MQTT 所需之平均服務處理時間少於 REST 整體服務時間約 3.1 倍，其平均服務處理時間也少於 CoAP 整體服務時間約 1.4 倍，藉由公式(1)、(2)進行性能的運算評估 MQTT 在建立事件的平均服務處理效能上快於 REST 及 CoAP 約 68 %及 26 %的效能處理速度，於 Intranet 情境中物聯網環境感測事件上 MQTT 能較快速地進行服務的建立。由於在 Intranet 情境中，封包傳輸於內部網路，而實驗環境未跨越 Switch，故網路效能 TCP 及 UDP 差異不大，由標頭封包較小的 MQTT 傳輸速率最為快速。

表 5- 4 MQTT、REST、CoAP 物聯網環境感測事件時間效能分析比較表(Intranet)

Type	MQTT	REST	CoAP
Average	89 ms	280 ms	121 ms
Max	98 ms	298 ms	124 ms
Min	83.5 ms	261 ms	115 ms

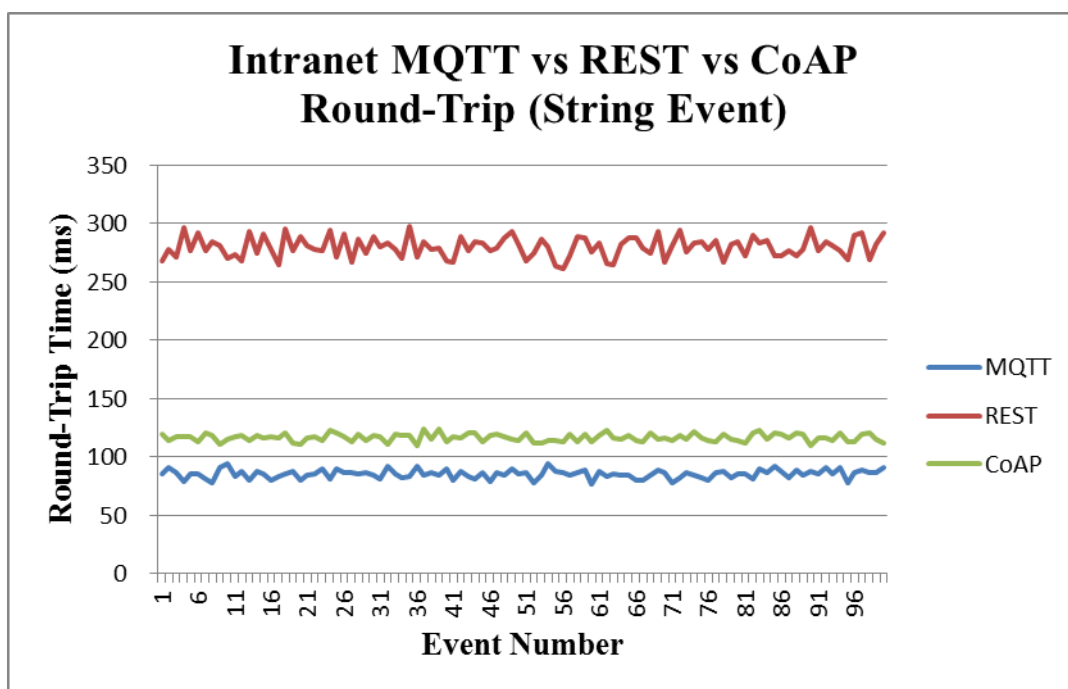


圖 5- 5 MQTT、REST、CoAP 物聯網環境感測事件服務往返時間之分析
(Intranet)

於情境 3 藉由分析結果如表 5-5 MQTT、REST、CoAP 物聯網環境感測事件時間效能分析比較表(Internet)與圖 5-6 MQTT、REST、CoAP 物聯網環境感測事件服務往返時間之分析(Internet)所示，分析結果指出 CoAP 所需之平均服務處理時間少於 REST 整體服務時間約 3.3 倍，其平均服務處理時間也少於 MQTT 整體服務時間約 1.8 倍，由圖可見，於情境 3 中，CoAP 服務處理時間較佳，藉由公式(3)、(4)進行性能的運算評估 CoAP 在 Internet 情境下建立事件的平均服務處理效能上快於 REST 及 MQTT 約 70 % 及 46 % 的效能處理速度，於 Internet 情境中物聯網環境感測事件 CoAP 能較快速地進行服務的建立。由於在 Internet 情境中經過的路由器路徑很多，各應用層傳輸協定的底層效能將在 Internet 情境中顯現出來，由 UDP 設計而成的 CoAP 傳輸協定服務往返時間優於其他兩項。

$$Performance\ Evaluation = \frac{REST\ Average\ RTT - CoAP\ Average\ RTT}{REST\ Average\ RTT} \times 100\% \quad \text{公式(3)}$$

$$Performance\ Evaluation = \frac{MQTT_{Average\ RTT} - CoAP_{Average\ RTT}}{MQTT_{Average\ RTT}} \times 100\% \quad \text{公式(4)}$$

表 5- 5 MQTT、REST、CoAP 物聯網環境感測事件時間效能分析比較表(Internet)

Type	MQTT	REST	CoAP
Average	349 ms	631 ms	190 ms
Max	391 ms	680 ms	204.5 ms
Min	308ms	585 ms	181.5 ms

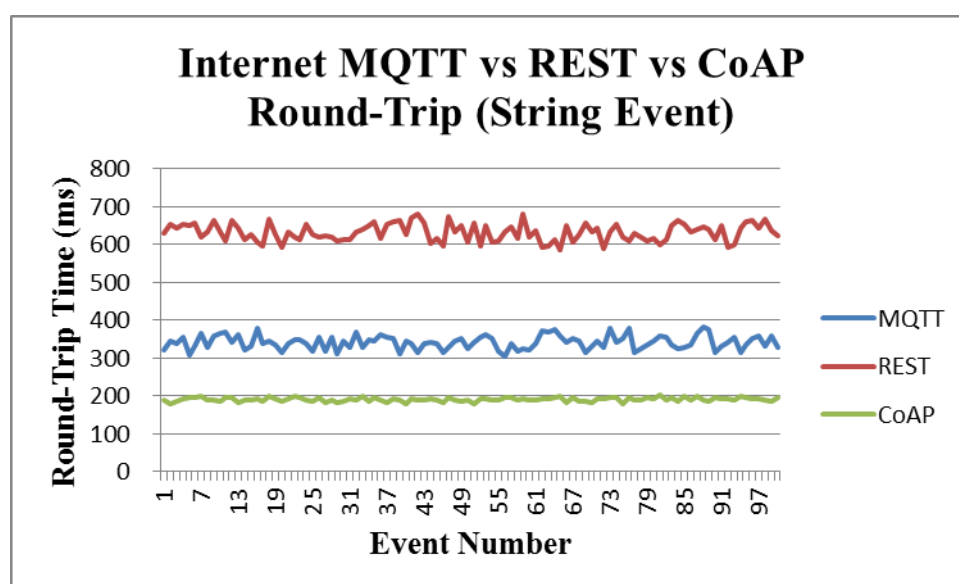


圖 5- 6 MQTT、REST、CoAP 物聯網環境感測事件服務往返時間之分析
(Internet)

5.2.3 建立物聯網影像事件服務往返(Round-Trip)時間效能比較

本實驗分析主要為分析比較 MQTT、REST、CoAP，在建立物聯網影像事件上服務往返(Round-Trip)時間的效能，影像事件如表 5-6 影像事件說明所示。而為了提高效能比較的正確率與數據的可用性，在測量次數部分，本實驗進行 100 次完整服務的測量，藉此觀察整體服務的平均服務時間與服務建立穩定度。

表 5- 6 影像事件說明

影像事件	物聯網環境中，網路攝影機拍攝實境。
------	-------------------

	大小：180k (184,411 Byte) 傳送方法：利用 Base64 轉置法將影像轉為字串進行傳輸。
--	--

於情境 1 藉由分析結果如表 5-7 MQTT、REST、CoAP 建立物聯網影像事件時間效能分析比較表(Local)與圖 5-7 MQTT、REST、CoAP 建立物聯網影像事件服務往返時間之分析(Local)所示，MQTT 最大服務時間與最小服務時間分別為 250 ms 與 245 ms，差距為 5 ms，REST 大服務時間與最小服務時間分別為 458 ms 與 425 ms，差距為 33 ms，CoAP 大服務時間與最小服務時間分別為 330 ms 與 295 ms，差距為 35 ms。分析結果指出 MQTT 所需之平均服務處理時間少於 REST 整體服務時間約 1.8 倍，其平均服務處理時間也少於 CoAP 整體服務時間約 1.3 倍，藉由公式(1)、(2)進行性能的運算評估 MQTT 在建立事件的平均服務處理效能上快於 REST 及 CoAP 約 44 %及 21 %的效能處理速度，於 Local 情境中物聯網影像事件上，由於影像經由 Base64 資料轉置方法，將影像資料轉置成訊息格式，並加以傳送，由 MQTT 較快速地進行服務的建立。由於在 Local 情境中，封包傳輸於網路卡中就将資料轉回，故網路效能 TCP 及 UDP 差異不大，由標頭封包較小的 MQTT 傳輸速率最為快速。

表 5- 7 MQTT、REST、CoAP 建立物聯網影像事件時間效能分析比較表(Local)

Type	MQTT	REST	CoAP
Average	247 ms	442 ms	313 ms
Max	250 ms	458 ms	330 ms
Min	245 ms	425 ms	295 ms

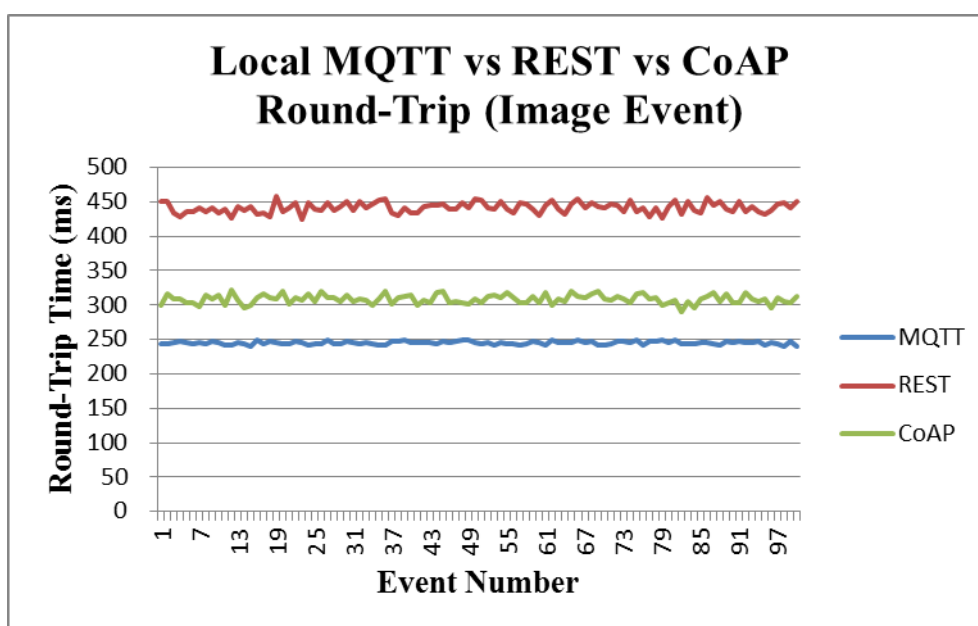


圖 5- 7 MQTT、REST、CoAP 建立物聯網影像事件服務往返時間之分析(Local)

於情境 2 藉由分析結果如表 5-8 MQTT、REST、CoAP 建立物聯網影像事件時間效能分析比較表(Intranet)與圖 5-8 MQTT、REST、CoAP 建立物聯網影像事件服務往返時間之分析(Intranet)所示，分析結果指出，MQTT 所需之平均服務處理時間少於 REST 整體服務時間約 1.7 倍，其平均服務處理時間也少於 CoAP 整體服務時間約 1.1 倍，藉由公式(1)、(2)進行性能的運算評估 MQTT 在建立事件的平均服務處理效能上快於 REST 及 CoAP 約 43 % 及 8.7 % 的效能處理速度，於 Intranet 情境中物聯網影像事件上，由於影像經由 Base64 資料轉置方法，將影像資料轉置成訊息格式，並加以傳送，由 MQTT 較快速地進行服務的建立。由於在 Intranet 情境中，封包傳輸於內部網路，而實驗環境未跨越 Switch，故網路效能 TCP 及 UDP 差異不大，由標頭封包較小的 MQTT 傳輸速率最為快速。

表 5- 8 MQTT、REST、CoAP 建立物聯網影像事件時間效能分析比較表
(Intranet)

Type	MQTT	REST	CoAP
Average	264 ms	461 ms	289 ms
Max	280 ms	487 ms	296 ms
Min	250 ms	440 ms	284 ms

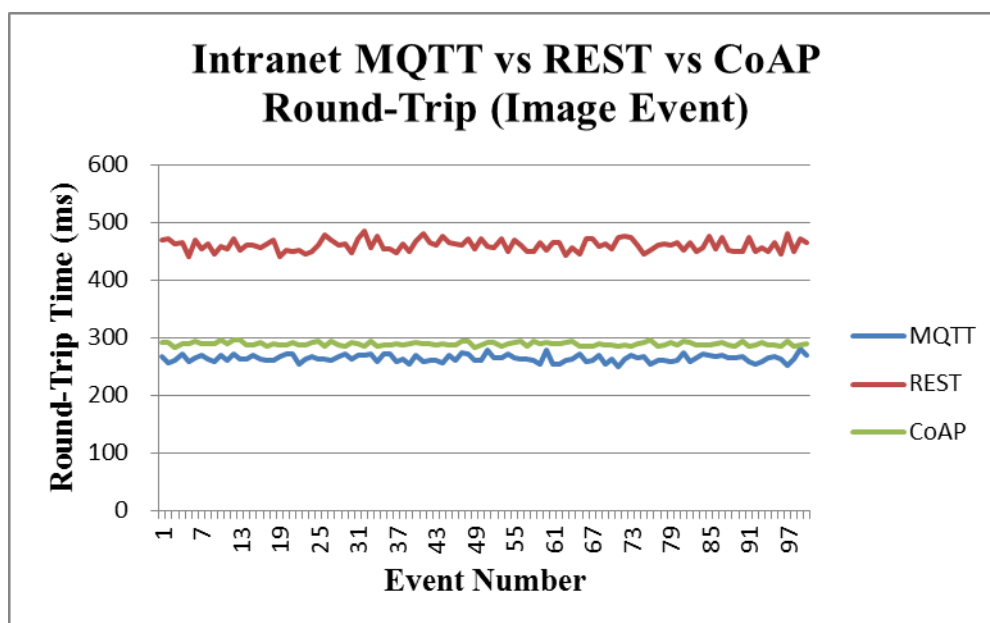


圖 5- 8 MQTT、REST、CoAP 建立物聯網影像事件服務往返時間之分析
(Intranet)

於情境 3 藉由分析結果如表 5-9 MQTT、REST、CoAP 建立物聯網影像事件時間效能分析比較表(Internet)與圖 5-9 MQTT、REST、CoAP 建立物聯網影像事件服務往返時間之分析(Internet)所示，分析結果指出，CoAP 所需之平均服務處理時間少於 REST 整體服務時間約 1.9 倍，其平均服務處理時間也少於 MQTT 整體服務時間約 1.3 倍，藉由公式(3)、(4)進行性能的運算評估 CoAP 在建立事件的平均服務處理效能上快於 REST 及 CoAP 約 47 %及 21 %的效能處理速度，於 Internet 情境中建立物聯網影像事件 CoAP 能較快速地進行服務的建立。由於在 Internet 情境中經過的路由器路徑很多，各應用層傳輸協定的底層效能將在 Internet 情境中顯現出來，由 UDP 設計而成的 CoAP 傳輸協定服務往返時間優於其他兩項。

表 5-9 MQTT、REST、CoAP 建立物聯網影像事件時間效能分析比較表(Internet)

Type	MQTT	REST	CoAP
Average	847 ms	1266 ms	665 ms
Max	889 ms	1374 ms	737 ms
Min	793 ms	1172ms	573 ms

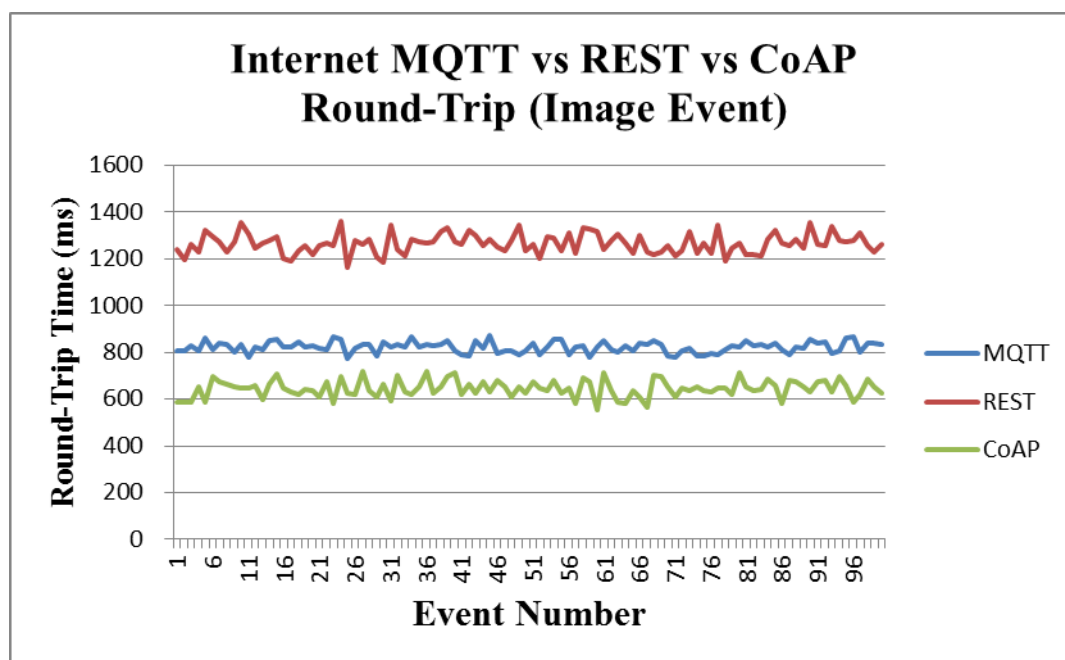


圖 5-9 MQTT、REST、CoAP 建立物聯網影像事件服務往返時間之分析(Internet)

5.2.4 影片事件(Video Events)服務往返(Round-Trip)時間效能比較

本實驗分析主要為分析比較 MQTT、REST、CoAP，在建立影片事件(Video Events)上服務往返(Round-Trip)時間的效能，由於本實驗環境中，無影像事件之相關設備，故採用一部影片進行實驗分析，影像事件如表 5-10 影像事件說明所示。而為了提高效能比較的正確率與數據的可用性，在測量次數部分，本實驗進行 100 次完整服務的測量，藉此觀察整體服務的平均服務時間與服務建立穩定度。

表 5-1 影片事件說明

影片事件	大小：888k (909,312 Byte) 傳送方法：利用 Base64 轉置法將影像轉為字串進行傳輸。
------	--

於情境 1 藉由分析結果如表 5-11 MQTT、REST、CoAP 建立影片事件時間效能分析比較表(Local)與圖 5-10 MQTT、REST、CoAP 建立影片事件服務往返

時間之分析(Local)所示，MQTT 最大服務時間與最小服務時間分別為 441 ms 與 324 ms，差距為 117 ms，REST 大服務時間與最小服務時間分別為 545 ms 與 526 ms，差距為 19 ms，CoAP 大服務時間與最小服務時間分別為 475 ms 與 354 ms，差距為 121 ms，分析結果指出 MQTT 所需之平均服務處理時間少於 REST 整體服務時間約 1.4 倍，其平均服務處理時間也少於 CoAP 整體服務時間約 1.1 倍，藉由公式(1)、(2)進行性能的運算評估 MQTT 在建立事件的平均服務處理效能上快於 REST 及 CoAP 約 29 % 及 9 % 的效能處理速度，在 Local 傳送影片上 MQTT 也能較快速地進行服務的建立，但優異的幅度較前面事件減少。

表 5- 2 MQTT、REST、CoAP 建立影片事件時間效能分析比較表(Local)

Type	MQTT	REST	CoAP
Average	378 ms	535 ms	415 ms
Max	441 ms	545 ms	475 ms
Min	342 ms	526 ms	354 ms

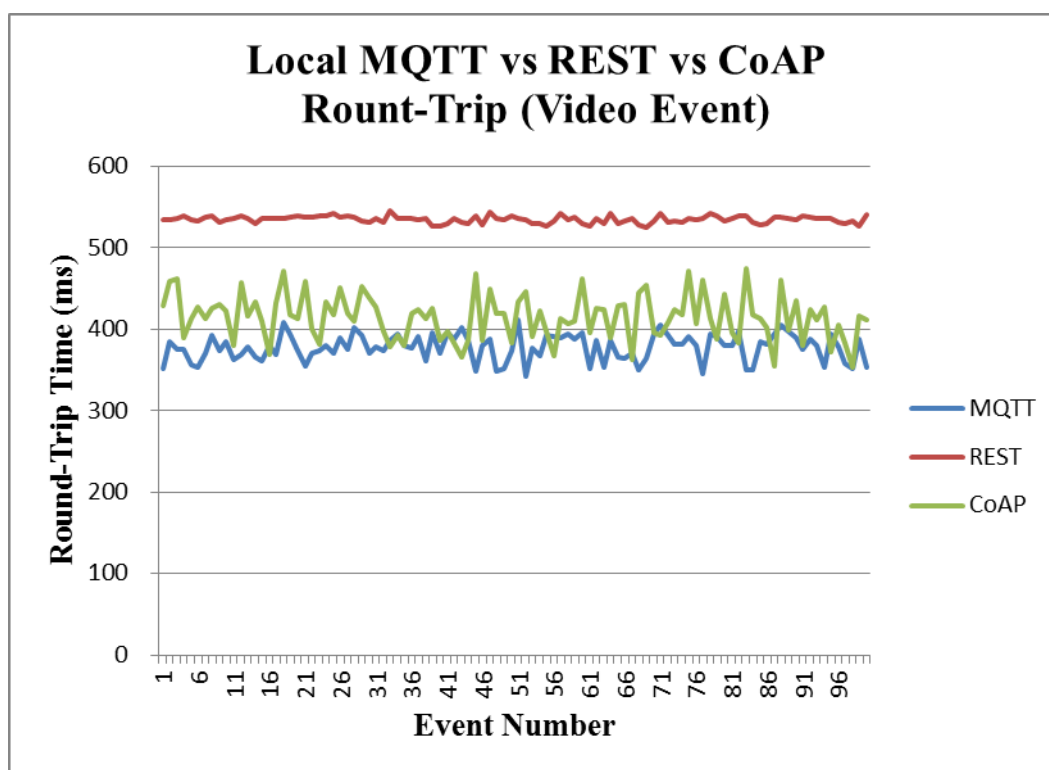


圖 5- 1 MQTT、REST、CoAP 建立影片事件服務往返時間之分析(Local)

於情境 2 藉由分析結果如表 5-12 MQTT、REST、CoAP 建立影片事件時間效能分析比較表(Intranet)與圖 5-11 MQTT、REST、CoAP 建立影片事件服務往返時間之分析(Intranet)所示，分析結果指出，MQTT 所需之平均服務處理時間少於 REST 整體服務時間約 1.4 倍，其平均服務處理時間也少於 CoAP 整體服務時間約 1.1 倍，藉由公式(1)、(2)進行性能的運算評估 MQTT 在建立事件的平均服務處理效能上快於 REST 及 CoAP 約 27 %及 9 %的效能處理速度，於 Intranet 的情境下傳送影片上 MQTT 能較快速地進行服務的建立。

表 5- 3 MQTT、REST、CoAP 建立影片事件時間效能分析比較表(Intranet)

Type	MQTT	REST	CoAP
Average	501 ms	685 ms	550 ms
Max	512 ms	692 ms	575 ms
Min	490 ms	679 ms	527 ms

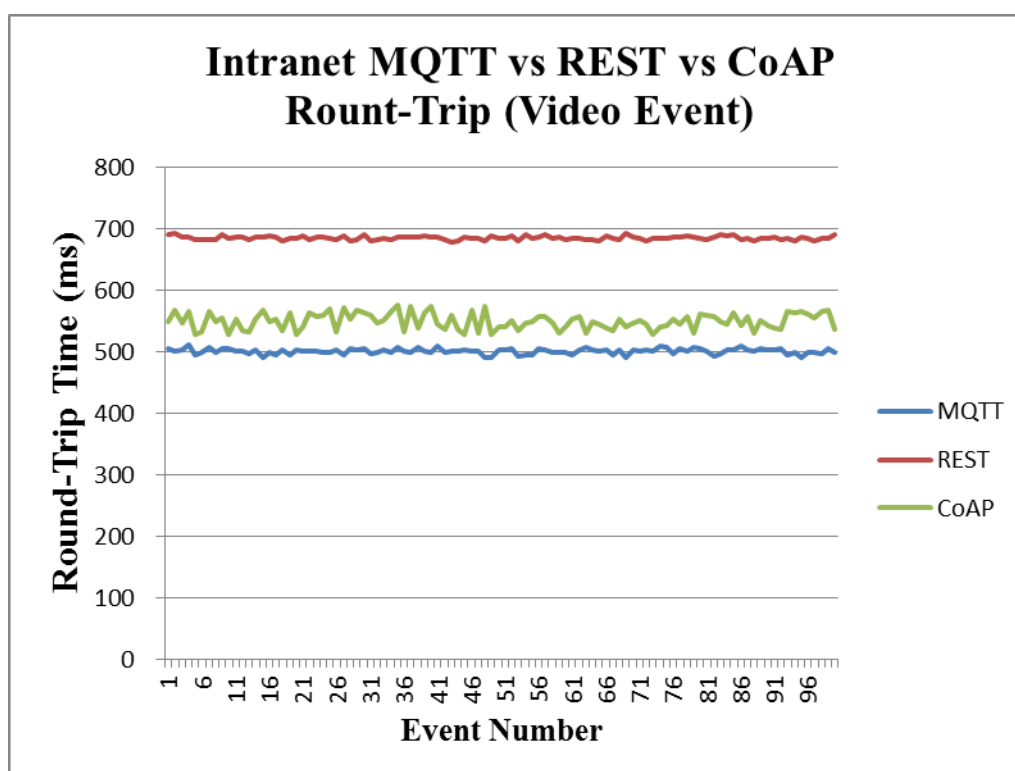


圖 5- 2 MQTT、REST、CoAP 建立影片事件服務往返時間之分析(Intranet)

於情境 3 藉由分析結果如表 5-13 MQTT、REST、CoAP 建立影片事件時間

效能分析比較表(Internet)與圖 5-12 MQTT、REST、CoAP 建立影片事件服務往返時間之分析(Internet)所示，分析結果指出，CoAP 所需之平均服務處理時間少於 REST 整體服務時間約 1.4 倍，其平均服務處理時間也少於 MQTT 整體服務時間約 1.1 倍，由，藉由公式(3)、(4)進行性能的運算評估 CoAP 在 Internet 環境中建立影片事件的平均服務處理效能上快於 REST 及 MQTT 約 29%及 10 %的效能處理速度，於 Internet 的情境下傳送影片上 CoAP 能較快速地進行服務的建立。

表 5- 4 MQTT、REST、CoAP 建立影片事件時間效能分析比較表(Internet)

Type	MQTT	REST	CoAP
Average	7252 ms	9282 ms	6545 ms
Max	7888 ms	9905 ms	7021 ms
Min	6603 ms	8608ms	6029 ms

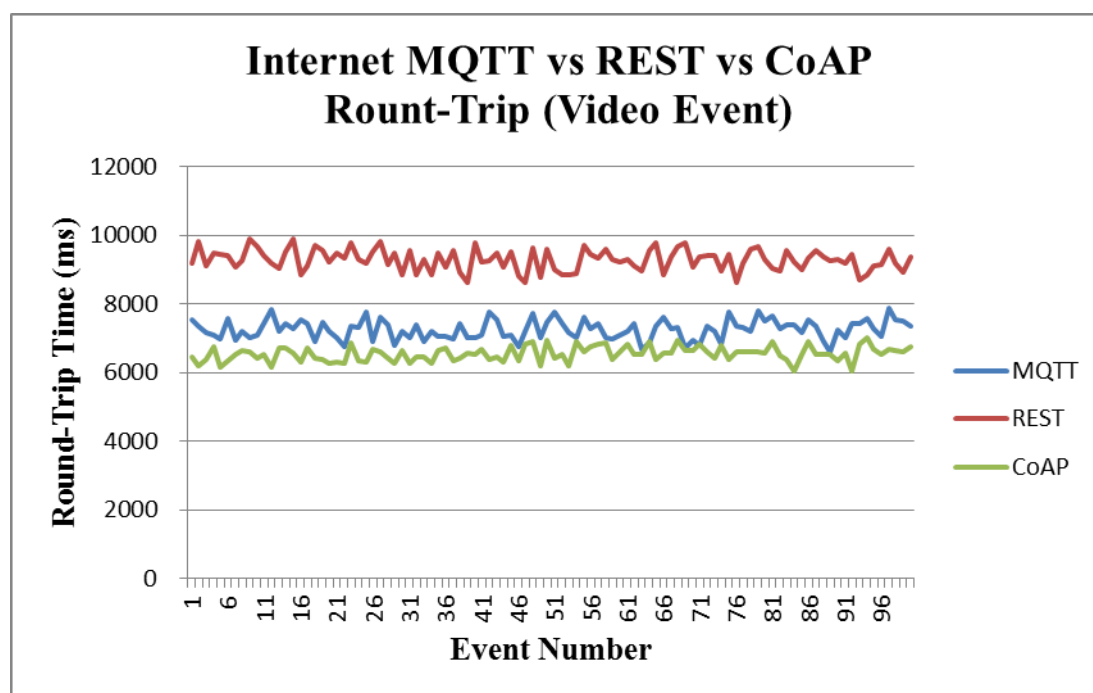


圖 5- 3 MQTT、REST、CoAP 建立影片事件服務往返時間之分析(Internet)

5.2.5 封包傳輸掉落率(Packet Lost)比較

本實驗分析主要為分析比較 MQTT、REST、CoAP，在在傳輸事件上的封包到達率之效能，測試事件如表 5-14 封包掉落率測試說明所示。而為了提高效率

比較的正确率與數據的可用性，本實驗事先確認三種傳輸協定皆分應用層傳輸協定，由於 CoAP 設計上有資料重傳之實作，於本實驗中，取消 CoAP 重傳之機制，透過最原始之傳輸協定進行實驗測試，在測量次數部分，本實驗進行 10000 次服務的測量，藉此觀察整體傳輸封包的掉落率。

表 5-5 封包掉落率測試說明

測試事件	測試環境：Intranet、Internet。 感測器數量：5 個。 測試數量：10000 次。 發送速率：10 次/s。
------	--

實驗結果，藉由公式(5)計算掉落封包率，計算數據如表 5-15 封包掉落率實驗數據，由測試分析結果，如圖 5-13 各通訊協定之封包掉落率分析圖所示，於資料可靠傳輸上，由 REST 表現最為優異，其封包掉落率於 Intranet 僅 0.07 %，而在 Internet 情境，掉落率僅 0.86 %，而採用 UDP 進行傳輸的 CoAP，於資料可靠傳輸上較為不利，於 Intranet 情境中，CoAP 掉落率為 29.17 %，於 Internet 情境中，掉落率為 38.66 %。

$$Packet\ Lost_{(Protocol)} = \frac{Testing\ Times - Arrive\ Times}{Testing\ Times} \times 100\% \quad \text{公$$

式(5)

表 5-6 封包掉落率實驗數據

	MQTT	REST	CoAP
Intranet 封包到達次數	9925	9993	7083
Internet 封包到達次數	9653	9914	6134

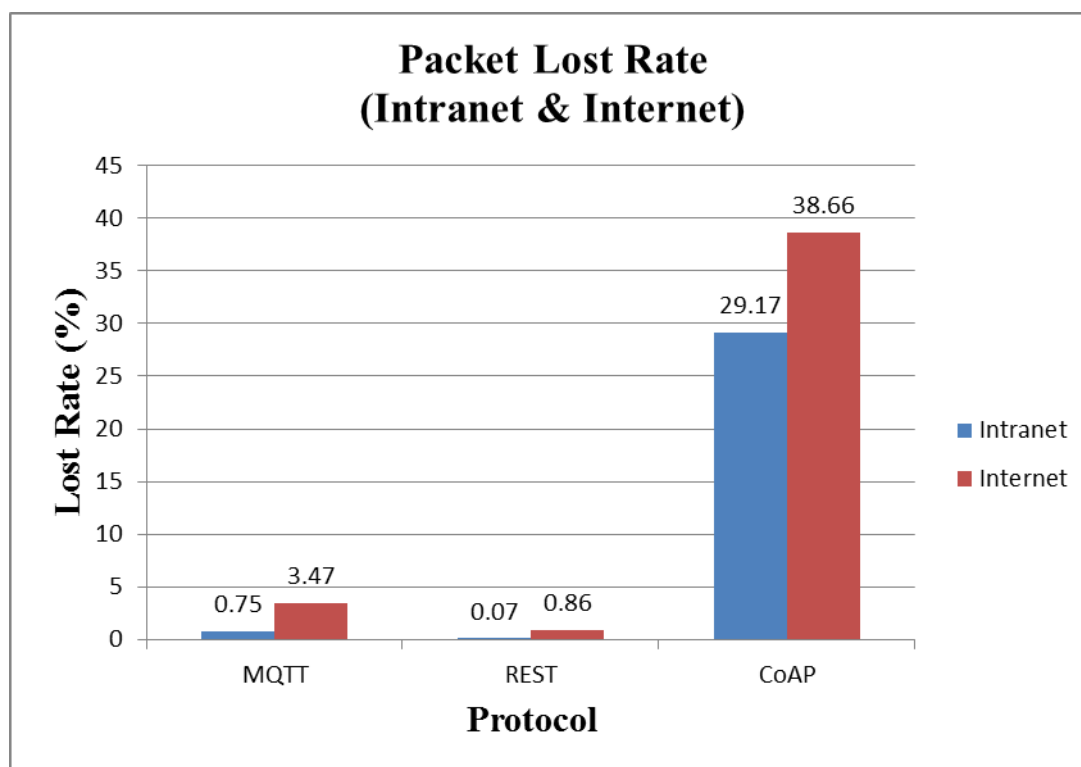


圖 5- 4 各通訊協定之封包掉落率分析圖

5.3 智慧農業之植栽病蟲害影像辨識監測及特徵規則探勘平台之設計與實作(DPPIA)

本計畫『智慧農業之植栽病蟲害影像辨識監測及特徵規則探勘平台：設計與實作系統』所實現之功能，主要提出一套於溫室之環境下，透過影像辨識及處理偵測植栽之異常，此即為植栽異常及病蟲害即時影像辨識機制。本章節效能分析將以不同解析度做造成影像辨識與處理之時間效能進行模擬與探討。

5.3.1 車路通訊模擬效能分析

本系統所要模擬的環境是在溫室環境中，辨識植栽為腎藥蘭，並分別針對不同影像解析度比例所產生的影像處理時間進行探討。

分別針對影像解析度在各種比例下(100%－25%)進行影像處理時間的計算與分析，據觀察可證實影像的處理時間隨著解析度比例的降低而有明顯的減少，因此趨勢圖部分呈現降冪的狀態，如圖 5-1 所示，本計畫將以此解析度比例做為影像切割、背景相減法之參考依據。

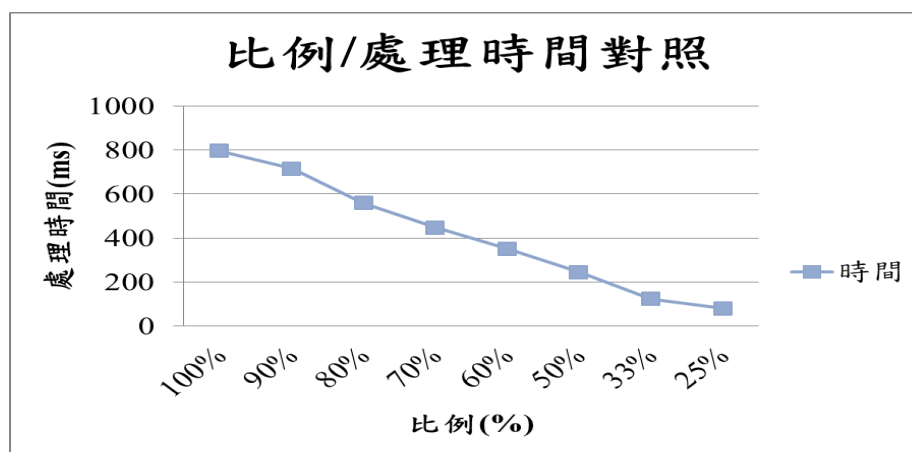


圖 5-1 車輛時速/連結時間對照

表 5-2 車輛時速/連結時間對照

比例	100%	90%	80%	70%	60%	50%	33%	25%
時間 (ms)	796	716	560	448	352	246	124	80

5.4 物聯網 AR 視頻服務平台之設計與實作-個別化視頻廣播子系統 (ARVC-PVBC)

本計畫『物聯網 AR 視頻服務平台之設計與實作』，本計畫所實現之功能，主要提出內容管理(CM)、行為/偏好管理(BPM)以及廣播清單管理(BLM)，透過使用者偏好以及觀看紀錄來篩選使用者喜好之影片，再從各網站中蒐集影片產生屬於該使用者之個別化影片清單。在效能分析部分主要針對本研究是否依照使用者喜好推薦影片之正確率進行分析及比較探討。

5.4.1 PVBC 個別化視頻廣播系統分析

我們建構一個為行動族群而設計的社群影音仲介平台，強調操作簡易。系統基本的功能會隨時偵搜各大影音網站，蒐集最新的影音內容，並進行初步的分類(如：標題、來源、類型、時間等)，然而系統依用戶所勾選的關鍵字(類別)進一步篩選出用戶關注的分類頻道，點選頻道後篩選喜好條件進一步篩檢出客製化的播放清單，接著進行撥放，在播放期間也能調整自訂與熱門權重去改變頻道中的播放清單順序。

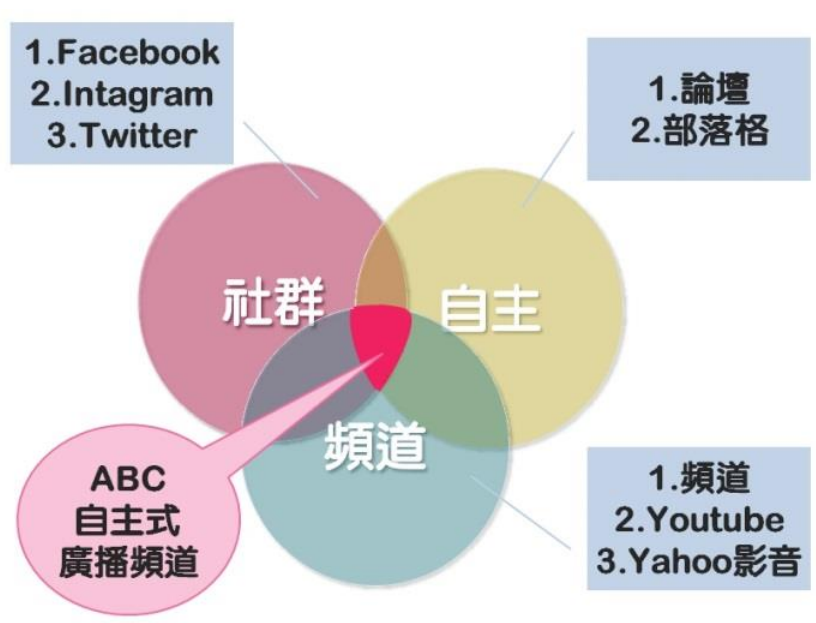


圖 5-1：PVBC 示意圖。

此平台的主要功能是向主要影音網站(YouTube)進行內容搜尋，然後創建頻道播放清單。基本上我們希望結合「社群」、「頻道」、「自主」這三方面的訴求，使頻道內容呈現能保有 (1)用戶自主的選擇、(2)社群互動的便利性、(3)頻道的廣播特性。因此在播放清單內容上，我們希望讓用戶對影音頻道內容選擇由被動形式轉而成為主動，可依照個人的習慣、喜好、興趣制定自己的搜尋條件，來推薦專屬的影音頻道播放清單；圖 5-2 為每位使用者所喜好的不同，進而可以去設定調整權重，所產生出的清單也不同。






圖 5-2：頻道分享示意圖。

5.4.2 PVBC 個別化視頻廣播系統畫面

系統流程：1.首先看到文字雲的畫面(選取當下有興趣的類別，選取後點選箱子) 2.選擇喜愛的類別進入頻道清單 3.首次點擊類別，調整搜尋關鍵字排列順序&可新增排列關鍵字 4.播放清單頻道。

表 5.1 系統畫面測試結果

		
登入頁面	頻道頁面	集數頁面
		
進入預設為以自己喜好為先	也可調整成朋友喜好製作清單	點 home 回到文字雲，可更改頻道



點了其他頻道，則改變頻道



集數也跟著改變



即可點選自己喜好的集數

第 6 章 Test Result and Analysis

6.1 Integration Testing Cases

如下表所示，依據上述的 test case 並進行實際系統測試，其結果如下所示。

表 6.1 計畫測試結果[總計畫]

Test Case	Result(Pass / Fail)	Comment
AT1	Pass	完全符合測試狀況。
AT2	Pass	完全符合測試狀況。
AT3	Pass	完全符合測試狀況。
AT4	Pass	完全符合測試狀況。
IT1	Pass	完全符合測試狀況。
IT2	Pass	完全符合測試狀況。
IT3	Pass	完全符合測試狀況。
IT4	Pass	完全符合測試狀況。
RATE	100 %	

表 6.2 計畫測試結果[子計畫一]

Test Case	Result(Pass / Fail)	Comment
AT1	Pass	完全符合測試狀況。
AT2	Pass	完全符合測試狀況。
AT3	Pass	完全符合測試狀況。
AT4	Pass	完全符合測試狀況。
IT1	Pass	完全符合測試狀況。
IT2	Pass	完全符合測試狀況。
IT3	Pass	完全符合測試狀況。

IT4	Pass	完全符合測試狀況。
-----	------	-----------

表 6.3 計畫測試結果[子計畫二]

Test Case	Result(Pass / Fail)	Comment
AT1	Pass	完全符合測試狀況。
AT2	Pass	完全符合測試狀況。
AT3	Pass	完全符合測試狀況。
AT4	Pass	完全符合測試狀況。
IT1	Pass	完全符合測試狀況。
IT2	Pass	完全符合測試狀況。
IT3	Pass	完全符合測試狀況。
IT4	Pass	完全符合測試狀況。
RATE	100 %	完全符合測試狀況。

表 6.4 計畫測試結果[子計畫三]

Test Case	Result(Pass / Fail)	Comment
AT1	Pass	完全符合測試狀況。
AT2	Pass	完全符合測試狀況。
AT3	Pass	完全符合測試狀況。
IT1	Pass	完全符合測試狀況。
IT2	Pass	完全符合測試狀況。
IT3	Pass	完全符合測試狀況。
RATE	100 %	完全符合測試狀況。

第7章 Appendix A: Glossary

Test Case

Test Case is a commonly used term for a specific test. This is usually the smallest unit of testing. A Test Case will consist of information such as requirements testing, test steps, verification steps, prerequisites, outputs, test environment, etc.

A set of inputs, execution preconditions, and expected outcomes developed for a particular objective, such as to exercise a particular program path or to verify compliance with a specific requirement.

Test Environment

The hardware and software environment in which tests will be run, and any other software with which the software under test interacts when under test including stubs and test drivers.

Testing

The process of exercising software to verify that it satisfies specified requirements and to detect errors. The process of analyzing a software item to detect the differences between existing and required conditions (that is, bugs), and to evaluate the features of the software item (Ref. IEEE Std 829).

The process of operating a system or component under specified conditions, observing or recording the results, and making an evaluation of some aspect of the system or component.

Test Procedure

A document providing detailed instructions for the execution of one or more test cases.

Traceability Matrix

A document showing the relationship between Test Requirements and Test Cases.

Validation The process of evaluating software at the end of the software development process to ensure compliance with software requirements. The techniques for validation is testing, inspection and reviewing.

Verification

The process of determining whether or not the products of a given phase of the software development cycle meet the implementation steps and can be traced to the incoming objectives established during the previous phase. The techniques for verification are testing, inspection and reviewing.

Equivalence Class

A portion of a component's input or output domains for which the component's behavior is assumed to be the same from the component's specification.

Acceptance Testing

Testing conducted to enable a user/customer to determine whether to accept a software product. Normally performed to validate the software meets a set of agreed acceptance criteria.

第8章 Appendix B: Traceability

水平追蹤矩陣（Horizontal Traceability Matrix）

（●：表示有關聯）

● 總計畫

	AT1	AT2	AT3	AT4	IT1	IT2	IT3	IT4
DDDSW -N-001				●				●
DDDSW -N-002	●				●			
DDDSW -N-003			●					●
DDDSW -N-004		●				●		
DDDSW -N-005				●				
DDDSW -N-006	●		●				●	
DDDSW -N-007					●		●	●
DDDSW -N-008		●						
DDDSW -N-009			●					

DDDSW -N-010				●		●		
DDDSW -N-011					●			
DDDSW -N-012			●					●
DDDSW -N-013	●				●			
DDDSW -N-014						●		
DDDSW -N-015							●	
DDDSW -N-016		●		●	●			
DDDSW -N-017						●		
DDDSW -N-018			●			●		
DDDSW -N-019		●					●	●
DDDSW -N-020					●			
DDDSW -N-021				●		●		

DDDSW -N-022	●						●	
DDDSW -N-023		●		●	●			
DDDSW -N-024						●		
DDDSW -N-025			●					●
DDDSW -N-026					●			
DDDSW -N-027		●		●			●	
DDDSW -N-028			●			●		
DDDSW -N-029								
DDDSW -N-030	●		●		●			
DDDSW -N-031		●				●		●
DDDSW -N-032			●	●		●		
DDDSW -N-033	●						●	

DDDSW -N-034	●			●		●		
DDDSW -F-001		●			●			
DDDSW -F-002			●				●	
DDDSW -F-003	●			●		●		●

	AT1	AT2	AT3	AT4	IT1	IT2	IT3	IT4
TFDM-N-001	●				●			
TFDM-N-002			●	●				
TFDM-N-003		●				●		
TFDM-N-004								●
TFDM-N-005								
TFDM-N-006					●		●	
TFDM-N-007		●						
TFDM-N-008			●					
TFDM-N-009				●		●		
TFDM-N-010					●			
TFDM-N-011			●					
TFDM-N-012	●							●
TFDM-N-013						●		
TFDM-N-014							●	

TFDM-N-015		●		●	●			
TFDM-N-016						●		
TFDM-N-017			●			●		
TFDM-N-018		●		●			●	
TFDM-N-019					●			
TFDM-N-020						●		
TFDM-N-021	●						●	
TFDM-F-001						●		

	AT1	AT2	AT3	AT4	IT1	IT2	IT3	IT4
DCM-N-001	●			●				
DCM-N-002					●	●		
DCM-N-003	●		●					
DCM-N-004		●						●
DCM-N-005					●			
DCM-N-006			●				●	
DCM-N-007		●			●			
DCM-N-008			●					
DCM-N-009	●					●		
DCM-N-010							●	
DCM-N-011		●		●				
DCM-N-012								
DCM-N-013					●			
DCM-N-014	●							

DCM-N-015								●
DCM-N-016			●					
DCM-N-017						●		
DCM-N-018	●			●				
DCM-N-019					●		●	
DCM-N-020		●						
DCM-N-021				●			●	
DCM-N-022		●	●					
DCM-F-001					●			
DCM-F-002			●					●

	AT1	AT2	AT3	AT4	IT1	IT2	IT3	IT4
CCM-N-001	●	●						
CCM-N-002						●		
CCM-N-003				●				
CCM-N-004								
CCM-N-005					●			
CCM-N-006		●						
CCM-N-007			●					
CCM-N-008				●		●		
CCM-N-009			●		●			
CCM-N-010	●							
CCM-N-011			●					
CCM-N-012						●		

CCM-N-013								●
CCM-N-014								
CCM-N-015							●	
CCM-N-016			●					
CCM-N-017					●			
CCM-N-018								●
CCM-N-019		●						
CCM-N-020	●							
CCM-N-021		●						
CCM-N-022					●			●
CCM-N-023			●				●	
CCM-N-024					●		●	
CCM-F-001				●	●			
CCM-F-002		●				●		

● 子計畫一

	AT1	AT2	AT3	AT4	IT1	IT2	IT3	IT4
OIMS -N-001	●			●	●		●	
OIMS -N-002	●	●		●			●	
OIMS -N-003		●				●		
OIMS -N-004	●				●		●	
OIMS -N-005		●	●	●				●
OIMS -N-006		●		●				●
OIMS -N-007	●		●		●			
OIMS -N-008	●				●	●		
OIMS -N-009	●		●		●			
OIMS -N-010		●		●				●
OIMS -N-011				●				●
OIMS -N-012			●		●		●	
OIMS -N-013	●				●			
OIMS -N-014	●		●		●			●
OIMS -N-015				●			●	
OIMS -N-016	●		●		●			
OIMS -N-017	●	●				●	●	
OIMS -N-018		●	●	●				●
OIMS -N-019		●		●				●
OIMS -N-020	●		●			●		
OIMS -N-021	●		●			●		
OIMS -N-022		●		●				●

OIMS -N-023		●	●			●		
OIMS -N-024	●		●			●		
OIMS -N-025		●		●	●			
OIMS -N-026	●		●		●			●
OIMS -N-027	●			●	●			
OIMS -N-028	●		●			●		
OIMS -N-029		●		●				
OIMS -N-030	●	●				●		
OIMS -N-031	●					●		●
OIMS -N-032			●	●			●	
OIMS -N-033	●	●		●				

	AT1	AT2	AT3	AT4	IT1	IT2	IT3	IT4
HPIT-N-001	●			●				
HPIT-N-002	●						●	
HPIT-N-003			●					●
HPIT-N-004		●			●			
HPIT-N-005			●			●		
HPIT-N-006			●			●		
HPIT-N-007				●				●
HPIT-N-008	●				●			
HPIT-N-009		●					●	
HPIT-N-010		●						
HPIT-N-011		●					●	

HPIT-N-012				●		●		
HPIT-N-013			●	●		●		
HPIT-N-014	●							
HPIT-N-015	●						●	
HPIT-N-016	●			●	●			
HPIT-N-017	●		●			●		
HPIT-N-018		●		●				
HPIT-N-019	●	●				●		
HPIT-N-020	●					●		●
HPIT-N-021			●	●			●	
HPIT-N-022	●	●		●				
HPIT-N-023			●			●		
HPIT-N-024		●			●			
HPIT-N-025		●					●	

	AT1	AT2	AT3	AT4	IT1	IT2	IT3	IT4
GMSD -N-001		●		●		●		
GMSD -N-002		●				●	●	
GMSD -N-003	●				●			
GMSD -N-004			●					●
GMSD -N-005		●						
GMSD -N-006	●				●			●
GMSD -N-007			●					
GMSD -N-008		●				●		

GMSD -N-009	●				●			
GMSD -N-010		●	●				●	
GMSD -N-011					●			●
GMSD -N-012			●			●		
GMSD -N-013	●				●	●		
GMSD -N-014		●		●				
GMSD -N-015		●			●			
GMSD -N-016		●	●				●	
GMSD -N-017						●		
GMSD -N-018		●				●		
GMSD -N-019	●			●	●			
GMSD -N-020	●		●			●		
GMSD -N-021		●		●				
GMSD -N-022	●	●				●		
GMSD -N-023	●					●		●
GMSD -N-024			●	●			●	
GMSD -N-025			●	●			●	
GMSD -N-026			●			●		
GMSD -N-027		●		●		●		
GMSD -N-028		●				●		

	AT1	AT2	AT3	AT4	IT1	IT2	IT3	IT4
HDIM -N-001	●		●					●
HDIM -N-002			●			●		

HDIM -N-003	●				●			
HDIM -N-004			●			●		
HDIM -N-005		●					●	
HDIM -N-006						●		
HDIM -N-007		●			●			
HDIM -N-008			●			●	●	
HDIM -N-009				●			●	
HDIM -N-010		●	●					●
HDIM -N-011					●		●	
HDIM -N-012		●						
HDIM -N-013	●		●			●		
HDIM -N-014		●		●				
HDIM -N-015	●	●				●		
HDIM -N-016	●					●		●
HDIM -N-017			●	●			●	
HDIM -N-018			●					
HDIM -N-019		●					●	
HDIM -N-020			●	●			●	
HDIM -N-021			●			●		
HDIM -N-022					●		●	
HDIM -N-023		●						
HDIM -N-024	●		●			●		
HDIM -N-025		●		●				

	AT1	AT2	AT3	AT4	IT1	IT2	IT3	IT4
OSPS -N-001		●		●			●	●
OSPS -N-002							●	
OSPS -N-003							●	
OSPS -N-004		●		●				●
OSPS -N-005		●		●				
OSPS -N-006	●			●				
OSPS -N-007				●				●
OSPS -N-008				●				●
OSPS -N-009	●					●		
OSPS -N-010			●					
OSPS -N-011		●			●			
OSPS -N-012	●			●	●			
OSPS -N-013	●		●			●		
OSPS -N-014		●		●				
OSPS -N-015	●	●				●		
OSPS -N-016	●					●		●
OSPS -N-017			●	●			●	
OSPS -N-018	●	●		●				
OSPS -N-019				●		●	●	
OSPS -N-020		●			●			
OSPS -N-021			●			●		

● 子計畫二

	AT1	AT2	AT3	AT4	IT1	IT2	IT3	IT4
DPPIA -N-001	●			●	●		●	
DPPIA -N-002	●	●		●			●	
DPPIA -N-003		●				●		
DPPIA -N-004	●				●		●	
DPPIA -N-005		●	●	●				●
DPPIA -N-006		●		●				●
DPPIA -N-007	●		●		●			
DPPIA -N-008	●				●	●		
DPPIA -N-009	●		●		●			
DPPIA -N-010		●		●				●
DPPIA -N-011				●				●
DPPIA -N-012			●		●		●	
DPPIA -N-013	●				●			
DPPIA -N-014	●		●		●			●
DPPIA -N-015				●			●	
DPPIA -N-016	●		●		●			
DPPIA -N-017	●	●				●	●	
DPPIA -N-018		●	●	●				●
DPPIA -N-019		●		●				●
DPPIA -N-020	●		●			●		

	AT1	AT2	AT3	AT4	IT1	IT2	IT3	IT4
--	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

CDPA –N-001	●			●				
CDPA –N-002	●						●	
CDPA –N-003			●					●
CDPA –N-004		●			●			
CDPA –N-005			●			●		
CDPA –N-006			●			●		
CDPA –N-007				●				●
CDPA –N-008	●				●			
CDPA –N-009		●					●	
CDPA –N-010		●						
CDPA –N-011		●					●	
CDPA –N-012				●		●		
CDPA –N-013			●	●		●		
CDPA –N-014	●							
CDPA –N-015	●						●	
CDPA –N-016	●			●	●			

	AT1	AT2	AT3	AT4	IT1	IT2	IT3	IT4
MMLC –N-001		●		●		●		
MMLC –N-002		●				●	●	
MMLC –N-003	●				●			
MMLC –N-004			●					●
MMLC –N-005		●						
MMLC –N-006	●				●			●

MMLC –N-007			●					
MMLC –N-008		●				●		
MMLC –N-009	●				●			
MMLC –N-010		●	●				●	
MMLC –N-011					●			●
MMLC –N-012			●			●		
MMLC –N-013	●				●	●		
MMLC –N-014		●		●				
MMLC –N-015		●			●			
MMLC –N-016		●	●				●	
MMLC –N-017						●		
MMLC –N-018		●				●		
MMLC –N-019	●			●	●			

	AT1	AT2	AT3	AT4	IT1	IT2	IT3	IT4
MMFC –N-001	●		●					●
MMFC –N-002			●			●		
MMFC –N-003	●				●			
MMFC –N-004			●			●		
MMFC –N-005		●					●	
MMFC –N-006						●		
MMFC –N-007		●			●			
MMFC –N-008			●			●	●	
MMFC –N-009				●			●	

MMFC –N-010		●	●					●
MMFC –N-011					●		●	
MMFC –N-012		●						
MMFC –N-013	●		●			●		
MMFC –N-014		●		●				
MMFC –N-015	●	●				●		
MMFC –N-016	●					●		●
MMFC –N-017			●	●			●	
MMFC –N-018			●					
MMFC –N-019		●					●	

	AT1	AT2	AT3	AT4	IT1	IT2	IT3	IT4
DDM –N-001		●		●			●	●
DDM –N-002							●	
DDM –N-003							●	
DDM –N-004		●		●				●
DDM –N-005		●		●				
DDM –N-006	●			●				
DDM –N-007				●				●
DDM –N-008				●				●
DDM –N-009	●					●		
DDM –N-010			●					
DDM –N-011		●			●			
DDM –N-012	●			●	●			

DDM –N-013	●		●			●		
DDM –N-014		●		●				
DDM –N-015	●	●				●		
DDM –N-016	●					●		●
DDM –N-017			●	●			●	

	AT1	AT2	AT3	AT4	IT1	IT2	IT3	IT4
ADMLC –N-001		●		●			●	●
ADMLC –N-002							●	
ADMLC –N-003							●	
ADMLC –N-004		●		●				●
ADMLC –N-005		●		●				
ADMLC –N-006	●			●				
ADMLC –N-007				●				●
ADMLC –N-008				●				●
ADMLC –N-009	●					●		
ADMLC –N-010			●					
ADMLC –N-011		●			●			
ADMLC –N-012	●			●	●			
ADMLC –N-013	●		●			●		
ADMLC –N-014		●		●				
ADMLC –N-015	●	●				●		
ADMLC –N-016	●					●		●
ADMLC –N-017			●	●			●	

ADMLC –N-018		●		●				
ADMLC –N-019	●	●				●		
ADMLC –N-020	●					●		●

	AT1	AT2	AT3	AT4	IT1	IT2	IT3	IT4
ADM –N-001		●		●			●	●
ADM –N-002							●	
ADM –N-003							●	
ADM –N-004		●		●				●
ADM –N-005		●		●				
ADM –N-006	●			●				
ADM –N-007				●				●
ADM –N-008				●				●
ADM –N-009	●					●		
ADM –N-010			●					
ADM –N-011		●			●			
ADM –N-012	●			●	●			
ADM –N-013	●		●			●		
ADM –N-014		●		●				
ADM –N-015	●	●				●		
ADM –N-016	●					●		●
ADM –N-017			●	●			●	
ADM –N-018		●		●				
ADM –N-019	●	●				●		

ADM -N-020	●					●		●
-------------------	---	--	--	--	--	---	--	---

● 子計畫三

	AT1	AT2	AT3	IT1	IT2	IT3
CM-N-001		●		●		
CM -N-002					●	
CM -N-003		●				●
CM -N-004	●					
CM -N-005				●		
CM -N-006				●		
CM -N-007		●				●

	AT1	AT2	AT3	IT1	IT2	IT3
BPM -N-001	●				●	
BPM -N-002						
BPM -N-003				●		●
BPM -N-004	●					
BPM -N-005			●			
BPM -N-006					●	
BPM -N-007		●				

	AT1	AT2	AT3	IT1	IT2	IT3
BLM-N-001	●					

BLM-N-002				●		●
BLM-N-003		●		●	●	
BLM-N-004			●		●	
BLM-N-005						
BLM-N-006			●			
BLM-N-007	●					●
BLM-N-008				●	●	
BLM-N-009			●			●
BLM-N-010		●				●

第9章 Reference

- [1] 方燁，“科技農業的進行式—植物工廠發展沿革與台灣推動現況”，科學月刊，第 521 期，第 350-354 頁，2013。
- [2] 行政院農業委員會，番茄主題館，2014
<http://kmweb.coa.gov.tw/subject/ct.asp?xItem=525631&ctNode=7992&mp=349&kpi=0&hashid=>
- [3] 行政院農業委員會農糧署，農情預測，2014。
http://www.afa.gov.tw/GrainStatistics_index.asp?CatID=308
- [4] 農業知識庫，行政院農業委員會，2014。
available:<http://kmweb.coa.gov.tw/category/categorylist.aspx?CategoryId=&ActorType=000&t=a>
- [5] 廖一久、周昌弘、彭作奎，“農業政策與科技研究建議書”，中央研究院報告，第 10 版，2013。
- [6] Banikazemi, M., Olshefski, D., Shaikh, A., Tracey, J., Wang, G., “Meridian: an SDN platform for cloud network services”, IEEE Communications Magazine, vol. 51, no. 2, pp. 120-127, , 2013.
- [7] Chung, W.C., Lin, H.P., Chen, S.C., Jiang, M.F., Chung, Y.C., “JackHare: a framework for SQL to NoSQL translation using MapReduce”, Automated Software Engineering, vol. 21, no. 4, pp.489-508, 2014.
- [8] Cui, Q., Shu, J., Zhang, X., & Zhou, Q, "The application of improved BP neural network for power load forecasting in the island microgrid system." Electrical and Control Engineering (ICECE), 2011 International Conference on. IEEE, 2011.
- [9] Fay, C., Jeffrey, D., Sanjay, G., Wilson, C.H., Deborah, A.W., Mike, B., Tushar, C., Andrew, F., Robert, E.G.,”Bigtable: A Distributed Storage System for

- Structured Data”, ACM Transactions on Computer Systems (TOCS), Vol. 26 Issue 2, 2008.
- [10] Jarschel, M., Zinner, T., Hossfeld, T., Tran-Gia, P., Kellerer, W., “Interfaces, attributes, and use cases: A compass for SDN”, IEEE Communications Magazine, vol. 52, no. 6, pp. 210-217, , 2014.
- [11] Masugi, M., Takuma, T., Matsuda, M., “QoS assessment of video streams over IP networks based on monitoring transport and application layer processes at user clients”, IEE Proceedings of Communications, vol. 152, no. 3, pp. 335-341, 2005.
- [12] Muller, E., Gunnemann, S., Farber, I., & Seidl, T. "Discovering multiple clustering solutions: Grouping objects in different views of the data." Data Engineering (ICDE), 2012 IEEE 28th International Conference on. IEEE, 2012.
- [13] Ouyang, Y., Zhang, J.E., Luo, S.M., “Dynamic data driven application system: recent development and future perspective”, Ecological Modelling, vol. 204, no. 1-2, pp. 1-8, 2007.
- [14] Peng, C. and Jiang, Z., “Building a Cloud Storage Service System”, 3rd International Conference on Environmental Science and Information Application Technology (ESIAT), Vol. 10, Part A, pp. 691-696, 2011.
- [15] Tsai, C. Y., & Shiue, Y. C. “Predicting the Productions of Napier-grass Based on Back-Propagation Neural Network.”
- [16] Youseff, L., Butrico, M. and Da Silva, D., “Toward a Unified Ontology of Cloud Computing”, Grid Computing Environments Workshop, GCE '08, pp. 1-10, 2008.
- [17] Zhang, L., Zhang, J., Kyei-Boahen, S., & Zhang, M., “Simulation and prediction of soybean growth and development under field conditions”. Am-Euras J Agr

- Environ Sci, 7.4: 374-385.,2010
- [18] NSF (National Science Foundation). “DDDAS: Dynamic data driven applications systems, applicationexamples”. [Online].Dec 16, 2014.Available: http://www.nsf.gov/cise/cns/dddas/DDDAS_Appendix.jsp .
- [19] NSF, "Workshop on Dynamic Data Driven Application Systems",[Online].Dec 16, 2014.Available: www.cise.nsf.gov/dddas
- [20] Alexandros Kaloxylos, Aggelos Groumas, Vassilis Sarris, Lampros Katsikas, Panagis Magdalinos, Eleni Antoniou, Zoi Politopoulou, Sjaak Wolfert, Christopher Brewster, Robert Eigenmann, Carlos Maestre Terol, “A cloud-based Farm Management System: Architecture and implementation” , Computers and Electronics in Agriculture, 100, 168-179,2014.
- [21] Denis H, “Middleware,” Free On-line Dictionary of Computing, Retrieved on Jan 2009.
- [22] Duan Yan-e, “Design of Intelligent Agriculture Management Information System Based on IoT”, IEEE Intelligent Computation Technology and Automation, Vol.1, pp. 1045-1049, 2011.
- [23] Ji-chun Zhao, Jun-feng Zhang, Yu Feng, Jian-xin Guo, “The Study and Application of the IOT Technology in Agriculture”, IEEE Computer Science and Information Technology, Vol. 2, pp. 462-465, 2010.
- [24] He, M., Ren, C., Wang, Q., Shao, B. and Dong, J., “The Internet of Things as an Enabler to Supply Chain Innovation,” Proceedings of International Conference on e-Business Engineering.
- [25] Lin, M. and Zhang, J., “The Application and Development of Internet of Things with its Solutions of Restrictive Factors,” Proceedings of International Conference on Mechatronic Science, Electric Engineering and Computer (MEC),

pp.282-285, 2011.

- [26] Ren Duan, Xiaojiang Chen, Tianzhang Xing, “A QoS Architecture for IOT,” IEEE International Conferences on Internet of Things, and Cyber, Physical and Social Computing, 2011.
- [27] Soma Bandyopadhyay, Munmun Sengupta, Souvik Maiti and Subhajit Dutta, “ROLE OF MIDDLEWARE FOR INTERNET OF THINGS: A STUDY,” International Journal of Computer Science & Engineering Survey (IJCSES) Vol.2, No.3, August 2011.
- [28] Tomasz Kobialka, Rajkumar Buyya, Christopher Leckie, Ramamohanarao Kotagiri, “A Sensor Web Middleware with Stateful Services for Heterogeneous Sensor Networks,” IEEE ISSNIP, 2013, pp. 491 –496.
- [29] Yu, C., “Research and Design of Logistics Management System based on Internet of Things,” Artificial Intelligence, Management Science and Electronic Commerce (AIMSEC), pp. 6314-6317, 2011.
- [30] Krakowiak, and Sacha, “What’s middleware”, ObjectWeb.org, 2003, Retrieved on jan 2009.
- [31] Yelin HONG, “A Resource-Oriented Middleware Framework for Heterogeneous Internet of Things,” International Conference on Cloud Computing and Service Computing, 2012, pp. 12 –16.
- [32] Mauro Caporuscio, Marco Funaro, Carlo Ghezzi, “Resource-oriented Middleware Abstractions For Pervasive Computing,” IEEE International Conference on Software Science, Technology and Engineering, 2012.
- [33] JÖRG SWETINA, GUANG LU, PHILIP JACOBS, FRANCOIS ENNESSER, JAESEUNG SONG, “TOWARD A STANDARDIZED COMMON M2M SERVICELAYER PLATFORM: INTRODUCTION TO ONEM2M”, IEEE

- Wireless Communications, Vol. 21, Issue. 3, pp.20-26, 2014.
- [34] Elmangoush, A. , Steinke, R. , Al-Hezmi, A. , Magedanz, T. , “On The Usage of Standardised M2M Platforms for Smart Energy Management”, IEEE Information Networking (ICOIN), pp.79-84, Feb. 2014.
- [35] SungHyup Lee, KyoungKeun Kim, WonGyu Jang, Anh Ngoc Le, “Service-adaptive functional architecture in M2M communications”, IEEE Ubiquitous and Future Networks, pp. 735-737, July. 2013.
- [36] oneM2M, “oneM2M Functional Architecture Baseline Draft”, Aug. 2014.
- [37] Thangavel, D., Xiaoping Ma, Valera, A., Hwee-Xian Tan, Tan, C.K.-Y., “Performance evaluation of MQTT and CoAP via a common middleware”, pp. 1-6, 2014.
- [38] IBM, “MQ Telemetry Transport (MQTT) V3.1 Protocol Specification”, 2010.
- [39] Giang, N.K., “SCoAP: An integration of CoAP protocol with web-based application”, IEEE Global Communications Conference, pp.2648-2653, 2013.
- [40] Yohanes Baptista Dafferianto Trinugroho, Martin Gerdes, Mohammad Mahdi ahdavi Amjad, Frank Reichert and Rune Fensli, “A REST-Based Publish/Subscribe Platform to Support Things-to-Services Communications, ” Asia-Pacific Conference on Communications (APCC), Bali –Indonesia, 2013, pp. 321 –326.
- [41] Stefano Turchi, Lorenzo Bianchi, Federica Paganelli, Franco Pirri, Dino Giuli, “Towards a Web of Sensors built with Linked Data and REST, ” IEEE, 2013.
- [42] Martin J. Miller and Francisco Pulgar-Vidal, Achieving Higher Levels of CMMI Maturity Using Simulation, Proceedings of the 2002 Winter Simulation Conference, 1473-1478, 2002.
- [43] The Software Engineering Institute (SEI), List of High Maturity Organization,

Oct2002

[44] The Software Engineering Institute (SEI), URL: <http://www.sei.cmu.edu/cmmi>,

Last Modified: 16 May 2003

[45] Kshitija, Rajesh, “Defect Prevention,” Proceedings of The 3rd Annual International Software Testing Conference 2001, India, 2002.

[46] Frank Richey, Modeling and Simulation CMMI - A Conceptual View, The Premier Software Technology Conference of the Department of Defense, March 2002

[47] Humphrey, Watts, “The Personal Software Process”, TR CMU/SEI-2000-022, Carnegie-Mellon University, 2000.