

需求規格書 (PRD)

製程視覺 AI 分析系統

文件編號: SMAI-PRD-2024-001 專案名稱: 製程視覺 AI 分析系統 (Process Vision AI) 版本: 1.3 日期: 2025-02-09 單位: 再生廠智慧製造

文件資訊

項目	內容
需求單位	再生廠智慧製造
系統開發	自建 + 研華整合
目標上線日	2024 Q2
撰寫人	
審核人	

修訂紀錄

版本	日期	修訂內容	作者
0.1	2024-01-10	初稿	
1.0	2024-01-15	正式版	
1.1	2025-01-30	文件審閱更新、硬體報價待更新標註	
1.2	2025-02-05	功能清單狀態更新、驗收標準細化	
1.3	2025-02-09	非功能需求補充、UI 規格調整	

1. 專案概述

1.1 專案背景

目前製程週期時間量測仰賴人工秒錶計時，存在以下問題：

- 人力成本高（每週約 8 小時）
- 數據準確度不穩定（人為誤差）
- 無法即時監控異常
- 難以進行長期趨勢分析

1.2 專案目標

建置製程視覺 AI 分析系統，實現：

目標	說明	量化指標
自動化量測	AI 自動識別製程動作並計時	減少 80% 人工工時
提升準確度	消除人為量測誤差	準確度 > 95%
即時監控	邊緣運算即時偵測	延遲 < 100ms
數據整合	與 WISE-IoTSuite 整合	關聯 MES 數據

1.3 專案範圍

範圍內 (In Scope)

項目	說明
邊緣 AI 推論	VisionAI Edge 即時影像分析
批次影片分析	Mac 伺服器批次處理
製程分段識別	自動識別取料/組裝/檢查等動作
週期時間分析	計算並統計週期時間
學習統計	趨勢分析、標準時間建議
數據整合	與 WISE-IoTSuite 串接

範圍外 (Out of Scope)

項目	說明	負責單位
ERP 系統整合	工單主檔同步	資訊部協調
IT 基礎建設	網路/伺服器維運	資訊部
正式環境維運	系統維運支援	資訊部

1.4 利害關係人

角色	單位	職責
專案發起人	再生廠	預算核准、策略決策
產品負責人	智慧製造	需求定義、驗收確認
技術負責人	智慧製造	技術規格、POC 執行
系統整合	智慧製造/研華	系統開發與整合
使用者	生產單位	系統操作、回饋
資訊部	資訊部	維運支援、資安審核

2. 使用者需求

2.1 使用者角色

角色	說明	主要功能
IE 工程師	製程改善分析	影片分析、報表產出
現場主管	生產監控	即時監控、異常通知
品質人員	品質追溯	影像查詢、異常回溯
系統管理員	系統維護	設備管理、模型管理

2.2 使用者故事 (User Stories)

US-01: 批次影片分析

作為 IE 工程師
我想要 上傳製程影片並自動分析
以便 快速取得週期時間數據，不需人工計時

驗收條件:

- ☐ 支援上傳 MP4/MOV 格式，檔案大小 < 500MB
- ☐ 分析完成後自動產生分段結果
- ☐ 分段準確率 > 85%
- ☐ 處理速度 > 實時 3 倍

US-02: 分段邊界調整

作為 IE 工程師
我想要 手動調整 AI 識別的分段邊界
以便 校正錯誤的分段結果

驗收條件:

- ☐ 時間軸可拖拉調整邊界
- ☐ 支援分段新增/刪除/合併
- ☐ 儲存修正後的結果
- ☐ 修正結果可用於模型學習

US-03: 即時監控

作為 現場主管
我想要 即時查看各工站的作業狀態
以便 及時發現異常並處理

驗收條件:

- ☐ 即時顯示各工站狀態（作業中/待料/異常）
- ☐ 異常事件即時通知
- ☐ 延遲 < 5 秒
- ☐ 支援多工站同時監控

US-04: 週期時間報表

作為 IE 工程師
我想要 查看週期時間統計報表
以便 分析製程效率並找出改善機會

驗收條件:

- ☐ 顯示平均/最大/最小/標準差
- ☐ 支援時間區間篩選
- ☐ 支援工站/產品篩選
- ☐ 圖表視覺化呈現

US-05: 學習統計與建議

作為 IE 工程師
我想要 系統自動學習歷史數據並建議標準時間
以便 建立更準確的製程標準

驗收條件:

- ☐ 自動計算各分段的統計數據
- ☐ 顯示趨勢（改善中/穩定/惡化）
- ☐ 建議標準時間（基於統計）
- ☐ 支援一鍵套用建議值

US-06: 設備管理

作為 系統管理員
我想要 管理 VisionAI Edge 設備狀態
以便 讓系統穩定運作

驗收條件:

- ☐ 顯示設備連線狀態
- ☐ 顯示設備資源使用率（CPU/GPU/溫度）
- ☐ 離線告警通知
- ☐ 支援遠端重啟

US-07: 模型管理

作為 系統管理員
我想要 管理 AI 模型版本並部署到 Edge 設備

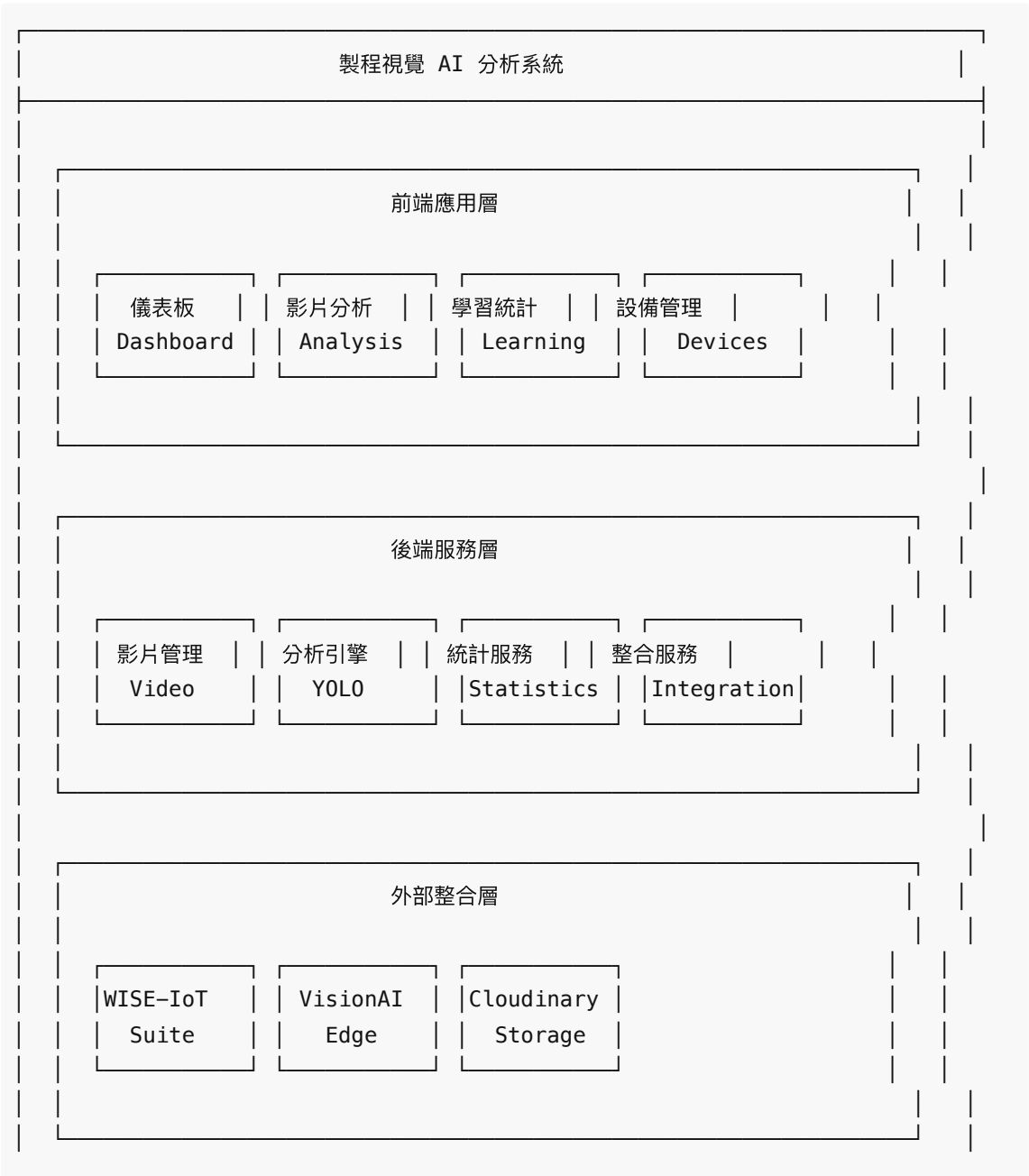
以便 持續改善識別準確率

驗收條件:

- ☐ 模型版本列表
- ☐ 支援一鍵部署到指定 Edge
- ☐ 部署狀態追蹤
- ☐ 支援版本回滾

3. 功能需求

3.1 功能架構



3.2 功能清單

模組	功能編號	功能名稱	優先級	狀態
儀表板	F-DB-01	統計概覽	P0	已完成
	F-DB-02	最近分析列表	P0	已完成
	F-DB-03	工站狀態監控	P1	待開發
影片管理	F-VM-01	影片上傳	P0	已完成
	F-VM-02	影片列表	P0	已完成
	F-VM-03	影片刪除	P0	已完成
	F-VM-04	影片預覽	P1	已完成
製程分析	F-AN-01	自動分析	P0	已完成
	F-AN-02	分段顯示	P0	已完成
	F-AN-03	時間軸編輯	P0	已完成
	F-AN-04	分段拖拉排序	P1	已完成
	F-AN-05	分段新增/刪除	P1	待開發
學習統計	F-LS-01	統計數據顯示	P0	已完成
	F-LS-02	趨勢分析	P0	已完成
	F-LS-03	標準時間建議	P1	已完成
	F-LS-04	一鍵套用	P1	已完成
設備管理	F-DM-01	設備列表	P1	待開發
	F-DM-02	狀態監控	P1	待開發
	F-DM-03	遠端重啟	P2	待開發
模型管理	F-MM-01	模型列表	P2	待開發
	F-MM-02	模型部署	P2	待開發
	F-MM-03	版本回滾	P2	待開發
整合	F-IN-01	IoTSuite 串接	P0	待開發
	F-IN-02	Edge 資料接收	P1	待開發
	F-IN-03	DataInsight ETL	P1	待開發

3.3 功能詳細規格

F-AN-01: 自動分析

功能說明: 對上傳的製程影片執行 YOLO AI 分析，自動識別製程分段

輸入:

- 影片 ID
- 分析參數 (選用)

處理邏輯:

1. 從 Cloudinary 取得影片 URL
2. 更新影片狀態為「分析中」
3. 呼叫 YOLO 分析引擎
4. 每 5 幀執行一次物件偵測
5. 偵測場景變化點
6. 判定分段邊界
7. 分類分段類型
8. 儲存分析結果
9. 更新影片狀態為「已分析」

輸出:

```
{
  "video_id": "abc123",
  "cycle_time": 45.2,
  "segments": [
    {
      "name": "取料",
      "start": 0.0,
      "end": 8.5,
      "duration": 8.5
    },
    {
      "name": "組裝",
      "start": 8.5,
      "end": 35.2,
      "duration": 26.7
    }
  ],
  "statistics": {
    "total_frames": 1356,
    "fps": 30,
    "objects_detected": 22
  }
}
```

效能需求:

- 處理速度 > 實時 3 倍
- 記憶體使用 < 4GB

F-IN-01: IoTSuite 串接

功能說明: 與 WISE-IoTSuite 數據中台串接，接收 Edge 推論結果並回寫分析數據

整合方式:

方向	協定	用途
Edge → IoTSuite	MQTT	即時推論結果
IoTSuite → Mac	REST API	歷史資料查詢
Mac → IoTSuite	REST API	分析結果回寫

MQTT Topic 設計:

edge/{edge_id}/inference	# 推論結果
edge/{edge_id}/status	# 設備狀態
edge/{edge_id}/alert	# 告警事件

訊息格式:

```
{
  "edge_id": "MIC730AI-001",
  "camera_id": "CAM-A01",
  "timestamp": "2024-01-15T10:30:45.123Z",
  "detections": [
    {
      "class": "person",
      "confidence": 0.95,
      "bbox": [120, 80, 450, 520]
    }
  ],
  "scene_type": "operation"
}
```

4. 非功能需求

4.1 效能需求

編號	需求項目	規格	驗證方法
NFR-P01	Edge 推論延遲	< 100ms	實測

NFR-P02	Edge 處理幀率	> 25 FPS	實測
NFR-P03	批次處理速度	> 3x 實時	實測
NFR-P04	API 回應時間	< 500ms (p95)	壓測
NFR-P05	頁面載入時間	< 3 秒	Lighthouse

4.2 可用性需求

編號	需求項目	規格	驗證方法
NFR-A01	系統可用率	> 99.5%	監控統計
NFR-A02	Edge 正常運作率	> 99%	監控統計
NFR-A03	資料完整性	100%	資料比對
NFR-A04	故障復原時間	< 30 分鐘	演練

4.3 安全性需求

編號	需求項目	規格	驗證方法
NFR-S01	網路隔離	OT/IT 網段分離	網路架構審查
NFR-S02	API 認證	JWT Token	安全測試
NFR-S03	傳輸加密	TLS 1.3	安全掃描
NFR-S04	存取控制	RBAC	功能測試

4.4 擴展性需求

編號	需求項目	規格	驗證方法
NFR-E01	攝影機擴充	支援 50 路以上	架構評估
NFR-E02	Edge 擴充	支援 10 台以上	架構評估
NFR-E03	資料保留	支援 1 年以上	容量規劃

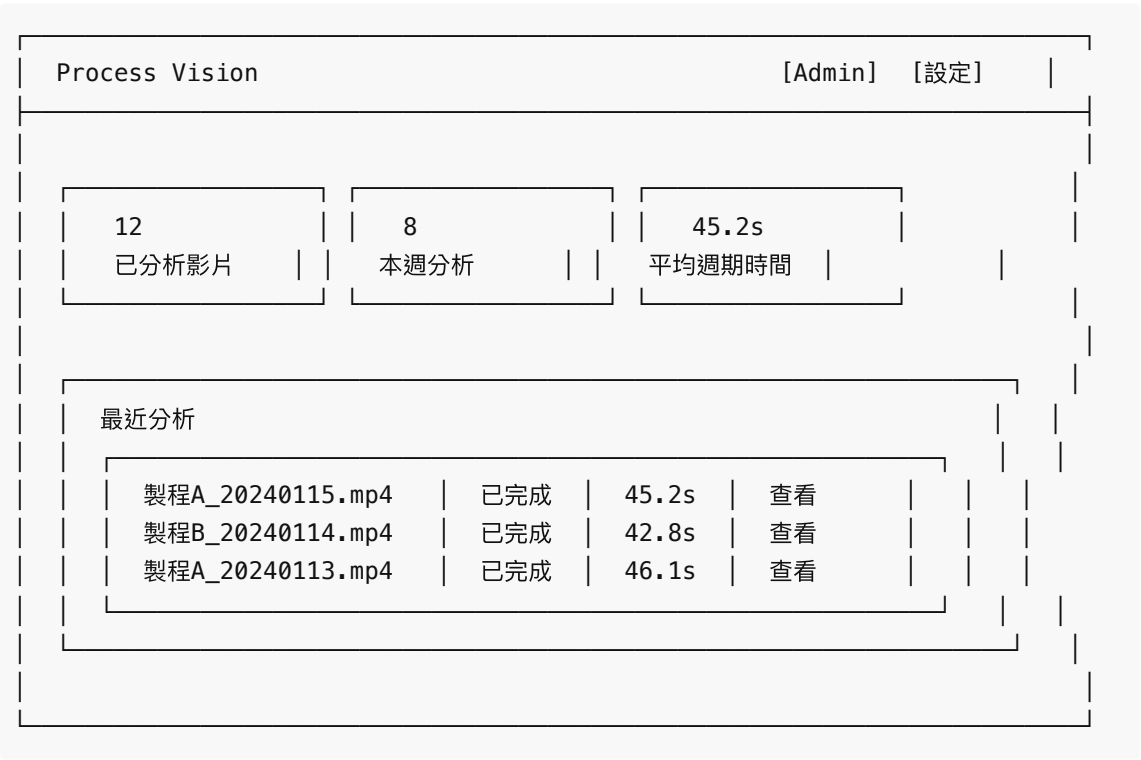
4.5 相容性需求

編號	需求項目	規格	驗證方法
NFR-C01	瀏覽器支援	Chrome, Edge, Safari 最新版	相容測試
NFR-C02	影片格式	MP4, MOV, AVI	功能測試
NFR-C03	攝影機協定	RTSP H.264/H.265	整合測試

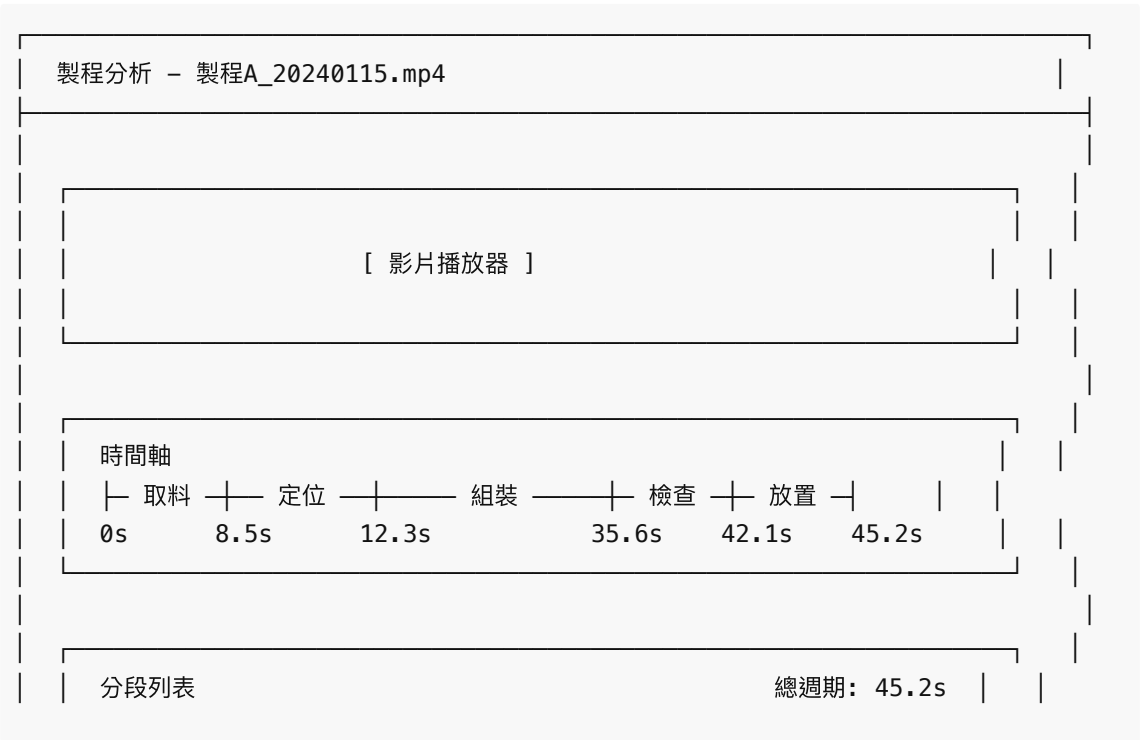
5. 介面需求

5.1 使用者介面

5.1.1 儀表板



5.1.2 分析頁面



= 取料

0.0s - 8.5s

8.5s

[編輯] [刪除]

= 定位

8.5s - 12.3s

3.8s

[編輯] [刪除]

= 組裝

12.3s - 35.6s

23.3s

[編輯] [刪除]

= 檢查

35.6s - 42.1s

6.5s

[編輯] [刪除]

= 放置

42.1s - 45.2s

3.1s

[編輯] [刪除]

[儲存變更]

[重新分析]

5.2 系統介面

5.2.1 與 WISE-IoTSuite 介面

介面名稱	方向	協定	說明
MQTT 推論結果	Edge → IoTSuite	MQTT	即時推論資料
REST 時序查詢	IoTSuite → Mac	HTTPS	歷史資料查詢
REST 資料回寫	Mac → IoTSuite	HTTPS	分析結果儲存

5.2.2 與 DataInsight 介面

介面名稱	方向	協定	說明
SQL 跨源查詢	Mac → DataInsight	HTTPS	關聯 MES + Vision
ETL Pipeline	DataInsight → 主題DB	內部	資料轉換整合

6. 資料需求

6.1 資料模型

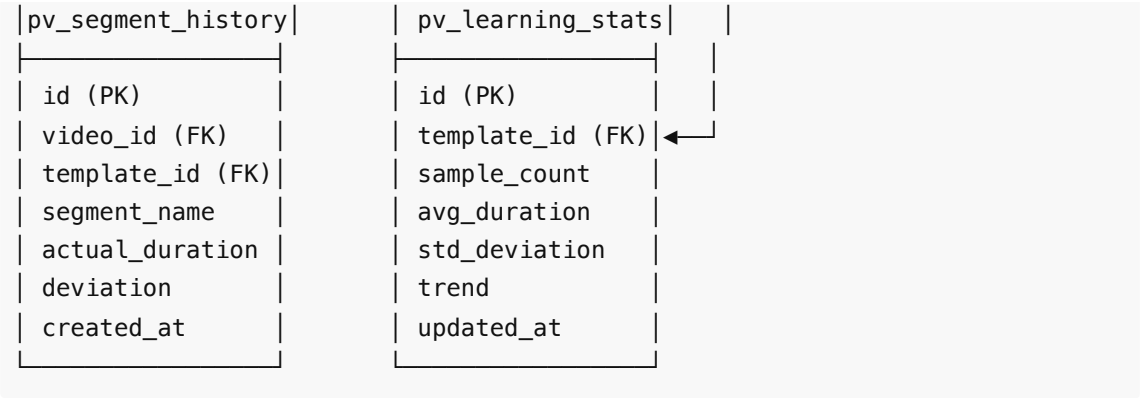
```
graph LR
    pv_videos[pv_videos] --> pv_analysis_results[pv_analysis_results]
    pv_analysis_results --> pv_segment_templates[pv_segment_templates]
```

The diagram illustrates a database schema with three tables: **pv_videos**, **pv_analysis_results**, and **pv_segment_templates**.

- pv_videos** table contains: id (PK), name, status, cloudinary_url, duration, and created_at.
- pv_analysis_results** table contains: id (PK), video_id (FK), cycle_time, segments (JSON), fps, and created_at.
- pv_segment_templates** table contains: id (PK), name, standard_time, tolerance, sort_order, and created_at.

Relationships are shown as follows:

- A one-to-many relationship exists between **pv_videos** and **pv_analysis_results**, indicated by a line from the **id** (PK) of **pv_videos** to the **video_id** (FK) of **pv_analysis_results**.
- A one-to-many relationship exists between **pv_analysis_results** and **pv_segment_templates**, indicated by a line from the **id** (PK) of **pv_analysis_results** to the **id** (PK) of **pv_segment_templates**.



6.2 資料量估算

資料類型	日增量	月增量	年增量	保留策略
影片 (Cloudinary)	5 支	150 支	1,800 支	永久
分析結果	5 筆	150 筆	1,800 筆	永久
Edge 推論日誌	2.6M 筆	78M 筆	936M 筆	30 天
學習統計	-	-	-	永久

6.3 資料備份

備份類型	頻率	保留期限	儲存位置
資料庫完整備份	每日	30 天	NAS
資料庫增量備份	每小時	7 天	NAS
影片備份	即時	永久	Cloudinary

7. 約束條件

7.1 技術約束

約束	說明
須使用研華 VisionAI Edge	已有研華合作關係
須整合 WISE-IoTSuite	現有數據中台
Mac 伺服器須在 IT 機房	資安與維運考量
影片儲存使用 Cloudinary	現有服務

7.2 業務約束

約束	說明
----	----

預算上限	NT\$100 萬以內
上線時程	2024 Q2
須符合 ISO 27001:2022	公司資安政策

7.3 法規約束

約束	說明
人臉隱私	需自動馬賽克處理
資料保存	依公司規定

8. 驗收標準

8.1 功能驗收

編號	驗收項目	驗收標準	驗證方法
UAT-F01	影片上傳	成功上傳並儲存	操作測試
UAT-F02	自動分析	分析完成並產生分段	操作測試
UAT-F03	分段編輯	可調整並儲存	操作測試
UAT-F04	學習統計	顯示正確統計數據	數據驗證
UAT-F05	IoTSuite 整合	資料正確傳輸	整合測試

8.2 效能驗收

編號	驗收項目	驗收標準	驗證方法
UAT-P01	分析速度	> 3x 實時	效能測試
UAT-P02	API 回應	< 500ms (p95)	壓力測試
UAT-P03	頁面載入	< 3 秒	Lighthouse

8.3 準確率驗收

編號	驗收項目	驗收標準	驗證方法
UAT-A01	分段邊界準確率	> 85%	人工標註比對
UAT-A02	分段類型準確率	> 80%	人工標註比對
UAT-A03	週期時間誤差	< 1.0 秒	人工計時比對

9. 附錄

9.1 術語表

術語	說明
VisionAI Edge	研華邊緣 AI 運算設備
YOLO	You Only Look Once，即時物件偵測演算法
週期時間	Cycle Time，完成一次製程所需時間
分段	製程中的一個動作階段
IoTSuite	研華 WISE-IoTSuite 數據中台
DataInsight	研華數據交換與 ETL 服務

9.2 參考文件

文件名稱	文件編號
POC 報告	SMAI-POC-2024-001
設備介面規格	SMAI-IFS-2024-001
UAT 測試案例	SMAI-UAT-2024-001

簽核

角色	姓名	簽名	日期
撰寫人			
審核人			
核准人			