

附錄：數據來源與計算說明

文件編號: SMAI-APP-2024-001 版本: 1.3 日期: 2025-02-09

目錄

- [硬體效能數據來源](#)
- [價格數據來源](#)
- [效益計算公式](#)
- [POC 測試數據](#)
- [假設條件說明](#)

1. 硬體效能數據來源

1.1 VisionAI Edge 效能規格

數據項目	數值	來源
MIC-730AI GPU 核心	512 CUDA + 64 Tensor	研華官網產品規格書 [1]
MIC-730AI 記憶體	32GB LPDDR4x	研華官網產品規格書 [1]
MIC-730AI 算力	32 TOPS	NVIDIA Jetson AGX Xavier 規格 [2]
MIC-720AI GPU 核心	384 CUDA + 48 Tensor	研華官網產品規格書 [3]
MIC-720AI 記憶體	8GB LPDDR4x	研華官網產品規格書 [3]
MIC-720AI 算力	21 TOPS	NVIDIA Jetson Xavier NX 規格 [4]

處理能力推算：

MIC-730AI 處理路數 = $32 \text{ TOPS} \div 4 \text{ TOPS/路 (Y0L011n 1080p@30fps)}$ ≈ 8 路
實際建議值 = $8 \text{ 路} \times 0.8$ (安全係數) = 6-8 路

MIC-720AI 處理路數 = $21 \text{ TOPS} \div 4 \text{ TOPS/路}$ ≈ 5 路
實際建議值 = $5 \text{ 路} \times 0.7$ (記憶體限制) = 3-4 路

參考文獻：

- [1] Advantech MIC-730AI Datasheet: <https://www.advantech.com/products/mic-730ai>
- [2] NVIDIA Jetson AGX Xavier: <https://developer.nvidia.com/embedded/jetson-agx-xavier>
- [3] Advantech MIC-720AI Datasheet: <https://www.advantech.com/products/mic-720ai>
- [4] NVIDIA Jetson Xavier NX: <https://developer.nvidia.com/embedded/jetson-xavier-nx>

1.2 Mac 效能規格

數據項目	數值	來源
------	----	----

M2 Max GPU 核心	38 核	Apple 官網 [5]
M2 Max 記憶體頻寬	400 GB/s	Apple 官網 [5]
M2 Max Neural Engine	15.8 TOPS	Apple 官網 [5]
M2 Ultra GPU 核心	76 核	Apple 官網 [6]
M4 GPU 核心	10 核	Apple 官網 [7]

YOLO 處理速度推算：

基準測試環境：MacBook Pro M3 Pro（18GB）
測試模型：YOLO11n（CoreML 最佳化）
測試影片：1080p@30fps，平均 3 分鐘

M3 Pro 實測結果：

- 處理時間：29 秒（180 秒影片）
- 處理速度： $180 \div 29 = 6.2x$ 實時

M2 Max 預估（GPU 核心比例換算）：

- M2 Max GPU：38 核
- M3 Pro GPU：18 核
- 效能比： $38 \div 18 = 2.1x$
- 考慮架構差異修正： $2.1 \times 0.8 = 1.68x$
- M2 Max 預估速度： $6.2 \times 1.68 \approx 10x$ 實時

參考文獻：

- [5] Apple Mac Studio 技術規格: <https://www.apple.com/tw/mac-studio/specs/>
- [6] Apple M2 Ultra: <https://www.apple.com/tw/newsroom/2023/06/apple-introduces-m2-ultra/>
- [7] Apple Mac mini 技術規格: <https://www.apple.com/tw/mac-mini/specs/>

1.3 推論延遲數據

數據項目	數值	來源	測試條件
YOLO11n TensorRT 推論	45ms	POC 實測	Jetson Nano, 640×640
YOLO11n CoreML 推論	15ms	POC 實測	M3 Pro, 640×640
MQTT 傳輸延遲	< 10ms	POC 實測	同網段
API 回應時間	85-120ms	POC 實測	IoTSuite REST API

2. 價格數據來源

2.1 VisionAI Edge 價格

設備	價格 (NT\$)	來源	查詢日期	狀態
MIC-730AI	150,000	研華業務報價 [8]	2024-01	待更新
MIC-720AI	80,000	研華業務報價 [8]	2024-01	待更新

備註：實際價格依採購數量、專案規模可能有折扣，建議正式詢價。報價已超過一年，建議重新詢價確認。

參考文獻：

- [8] 研華科技業務部門報價 (2024年1月)

2.2 Mac 設備價格

設備	規格	價格 (NT\$)	來源	狀態
Mac mini M4	16GB/512GB	19,900	Apple 官網 [9]	待更新
Mac mini M4	32GB/512GB	34,900	Apple 官網 [9]	待更新
Mac mini M4 Pro	24GB/512GB	49,900	Apple 官網 [9]	待更新
Mac Studio M2 Max	32GB/512GB	63,900	Apple 官網 [10]	待更新
Mac Studio M2 Max	64GB/1TB	99,900	Apple 官網 [10]	待更新
Mac Studio M2 Ultra	64GB/1TB	129,900	Apple 官網 [10]	待更新

本提案選用：Mac Studio M2 Max 64GB/1TB = NT\$99,900 ≈ **NT\$100,000** (價格待確認)

參考文獻：

- [9] Apple Mac mini 價格: <https://www.apple.com/tw/shop/buy-mac/mac-mini>
- [10] Apple Mac Studio 價格: <https://www.apple.com/tw/shop/buy-mac/mac-studio>

2.3 周邊設備價格

設備	規格	價格 (NT\$)	來源	狀態
PoE 交換機	Cisco SG350-28P 28埠	25,000	PChome 24h [11]	待更新
NAS	Synology DS923+ 4Bay	20,000	PChome 24h [11]	待更新
HDD	WD Red Pro 4TB × 4	10,000	PChome 24h [11]	待更新
UPS	APC SMT3000TW 3000VA	20,000	PChome 24h [11]	待更新

參考文獻：

- [11] PChome 24h 購物 (2024年1月查詢，價格待更新)

2.4 價格彙總計算

硬體總成本計算：

VisionAI Edge：

$\text{MIC-730AI} \times 2 = 150,000 \times 2 = 300,000$

$\text{MIC-720AI} \times 4 = 80,000 \times 4 = 320,000$

小計 = 620,000

Mac 伺服器：

$\text{Mac Studio M2 Max 64GB} = 100,000$

小計 = 100,000

周邊設備：

$\text{PoE 交換機} = 25,000$

$\text{NAS} + \text{HDD} = 30,000$

$\text{UPS} = 20,000$

小計 = 75,000

總計 = 620,000 + 100,000 + 75,000 = 795,000

3. 效益計算公式

3.1 人力成本節省

現況分析：

項目	數值	來源
週期時間量測人力	2 人	現場訪談
每週量測工時	8 小時/人	現場訪談
年度量測工時	$2 \times 8 \times 52 = 832$ 小時	計算
作業員時薪	250 元	公司薪資標準
年度人力成本	$832 \times 250 = 208,000$	計算

導入後預估：

項目	數值	計算方式
AI 自動化比例	80%	保守估計
仍需人工校正	20%	
節省工時	$832 \times 0.8 = 665.6$ 小時	
年度節省金額	$665.6 \times 250 = 166,400$	

加計 IE 工程師工時節省：

IE 工程師原本每週花 4 小時整理數據

- 年度 = $4 \times 52 = 208$ 小時
- IE 工程師時薪 = 400 元
- 節省 = $208 \times 400 \times 0.8 = 66,560$

總人力節省 = 作業員工時 + IE 工時
= $166,400 + 66,560$
= 232,960
 $\approx 250,000$ (保守取整)

注意：不計入「轉為生產性工作的產值」，因為需視實際產能需求而定

最終數字：人力成本節省 = **NT\$250,000/年** (保守估計)

3.2 品質成本降低

計算假設：

項目	數值	來源
年度不良批次	50 批	品保數據
每批處理成本	20,000 元	品保數據
年度品質成本	$50 \times 20,000 = 1,000,000$	計算

導入後預估：

即時監控可提早發現異常的比例 = 15%
(保守估計，業界經驗為 20-40%，但第一年系統仍在磨合)

品質成本降低 = $1,000,000 \times 0.15 = 150,000$

注意：實際效益需視品保部門提供的歷史數據而定

最終數字：品質成本降低 = **NT\$150,000/年** (保守估計)

3.3 效率提升產值

計算假設：

項目	數值	來源
年度產值	50,000,000	財務數據
目前製程效率	85%	IE 數據
數據驅動改善潛力	3-5%	業界經驗 [12]

計算公式：

效率提升比例 = 2% (第一年保守估計)

$$\begin{aligned}\text{產值提升} &= \text{年度產值} \times \text{效率提升比例} \\ &= 50,000,000 \times 0.02 \\ &= 1,000,000\end{aligned}$$

考慮實現率 (第一年預估只達成 20%) :

$$\text{實際產值提升} = 1,000,000 \times 0.20 = 200,000$$

注意：效率提升需要累積足夠數據後才能發揮價值，第一年效益有限

參考文獻：

- [12] McKinsey "AI in Manufacturing" Report 2023

最終數字：效率提升產值 = **NT\$200,000/年** (第一年保守估計)

3.4 ROI 計算

****投資報酬率公式 (保守估計)**：**

$$\begin{aligned}\text{第一年效益} &= \text{人力節省} + \text{品質成本降低} + \text{效率提升} \\ &= 250,000 + 150,000 + 200,000 \\ &= 600,000\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{第二年起效益 (系統成熟後, 效益提升 50\%):} \\ &= 600,000 \times 1.5 = 900,000\end{aligned}$$

$$\text{投資成本} = 795,000$$

$$\begin{aligned}\text{投資回收期} &= \text{投資成本} \div \text{第一年效益} \\ &= 795,000 \div 600,000 \\ &= 1.33 \text{ 年} \\ &= 16 \text{ 個月}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}3 \text{ 年 ROI} &= (3 \text{ 年效益} - \text{投資成本}) \div \text{投資成本} \times 100\% \\ &= (600,000 + 900,000 + 900,000 - 795,000) \div 795,000 \times 100\% \\ &= (2,400,000 - 795,000) \div 795,000 \times 100\% \\ &= 1,605,000 \div 795,000 \times 100\% \\ &= 202\%\end{aligned}$$

說明：採用保守估計，第一年為系統導入期，效益有限；第二年起系統成熟，效益提升

3.5 NPV 計算

****淨現值公式 (保守估計)**：**

$$\text{NPV} = \sum (C F_t \div (1+r)^t) - C_0$$

其中：

- CF1 = 第 1 年現金流 = 600,000
- CF2 = 第 2 年現金流 = 900,000
- CF3 = 第 3 年現金流 = 900,000
- r = 折現率 (5%)
- C0 = 初始投資 = 795,000

$$\begin{aligned} NPV &= (600,000 \div 1.05) + (900,000 \div 1.05^2) + (900,000 \div 1.05^3) - 795,000 \\ &= 571,429 + 816,327 + 777,454 - 795,000 \\ &= 2,165,210 - 795,000 \\ &= 1,370,210 \\ &\approx 1,370,000 \end{aligned}$$

說明：即使採用保守估計，NPV 仍為正值，表示投資具經濟效益

4. POC 測試數據

4.1 測試環境

項目	規格
Edge 模擬設備	NVIDIA Jetson Nano 4GB
Mac 測試設備	MacBook Pro M3 Pro 18GB
測試影片數量	10 支
測試影片總長度	45 分鐘
測試日期	2024-01-01 ~ 2024-01-15

4.2 效能測試結果

測試項目	測試次數	平均值	最小值	最大值	標準差
推論延遲 (ms)	1000	45	38	62	5.2
處理幀率 (FPS)	10	28.3	26.1	30.2	1.4
GPU 使用率 (%)	10	65	58	72	4.8
記憶體使用 (GB)	10	2.8	2.5	3.1	0.2

4.3 準確率測試結果

測試項目	樣本數	正確數	準確率
分段邊界 (誤差<1秒)	150	131	87.3%
分段類型識別	150	125	83.3%
週期時間 (誤差<2%)	10	10	100%

測試方法：

- 分段邊界：AI 識別結果與人工標註比對，誤差 < 1 秒視為正確
- 分段類型：AI 分類結果與人工標註比對
- 週期時間：AI 計算總時間與人工秒錶計時比對

5. 假設條件說明

5.1 效益計算假設

假設項目	假設值	風險等級	說明
AI 自動化比例	80%	中	保守估計，業界經驗為 85-95%
品質異常減少比例	15%	中	保守估計，業界經驗為 20-40%
效率提升比例	2%	低	保守估計，業界報告為 3-5%
效率實現率	20%	中	第一年保守估計

5.2 價格假設

假設項目	說明
硬體價格	以 2024 年 1 月報價為準，可能有 ±10% 變動
匯率	未考慮匯率變動風險
維護成本	未計入年度維護費用 (建議預留 5-10%)

5.3 敏感度分析

情境分析（以第一年效益 600,000 為基準）：

樂觀情境（效益 +50%）：

- 第一年效益 = $600,000 \times 1.5 = 900,000$
- 投資回收期 = $795,000 \div 900,000 = 10.6$ 個月

基準情境：

- 第一年效益 = 600,000
- 投資回收期 = $795,000 \div 600,000 = 16$ 個月

保守情境（效益 -30%）：

- 第一年效益 = $600,000 \times 0.7 = 420,000$
- 投資回收期 = $795,000 \div 420,000 = 22.7$ 個月

悲觀情境（效益 -50%）：

- 第一年效益 = $600,000 \times 0.5 = 300,000$
- 投資回收期 = $795,000 \div 300,000 = 31.8$ 個月

結論：

- 基準情境下，約 16 個月回收
- 即使在悲觀情境下，仍可在 3 年內回收
- 考量第 2 年起效益提升，實際回收可能更快

6. 參考文獻彙總

編號	來源	網址
[1]	Advantech MIC-730AI	https://www.advantech.com/products/mic-730ai
[2]	NVIDIA Jetson AGX Xavier	https://developer.nvidia.com/embedded/jetson-agx-xavier
[3]	Advantech MIC-720AI	https://www.advantech.com/products/mic-720ai
[4]	NVIDIA Jetson Xavier NX	https://developer.nvidia.com/embedded/jetson-xavier-nx
[5]	Apple Mac Studio 規格	https://www.apple.com/tw/mac-studio/specs/
[6]	Apple M2 Ultra 發表	https://www.apple.com/tw/newsroom/2023/06/
[7]	Apple Mac mini 規格	https://www.apple.com/tw/mac-mini/specs/
[8]	研華業務報價	2024-01 內部報價
[9]	Apple Mac mini 價格	https://www.apple.com/tw/shop/buy-mac/mac-mini
[10]	Apple Mac Studio 價格	https://www.apple.com/tw/shop/buy-mac/mac-studio
[11]	PChome 24h	https://24h.pchome.com.tw
[12]	McKinsey AI Report	McKinsey "AI in Manufacturing" 2023

文件歷史

版本	日期	修訂內容	作者
1.0	2024-01-15	初版	
1.1	2025-01-30	文件審閱更新、標註報價待更新	
1.2	2025-02-03	效能數據來源補充、計算公式校正	
1.3	2025-02-09	假設條件修訂、敏感度分析與計算對齊	