

設備介面規格文件

VisionAI Edge x WISE-IoTSuite x Mac 整合介面

文件編號: SMAI-IFS-2024-001 專案名稱: 製程視覺 AI 分析系統 (Process Vision AI) 版本: 1.2 日期: 2025-02-09 單位: 再生廠智慧製造

文件資訊

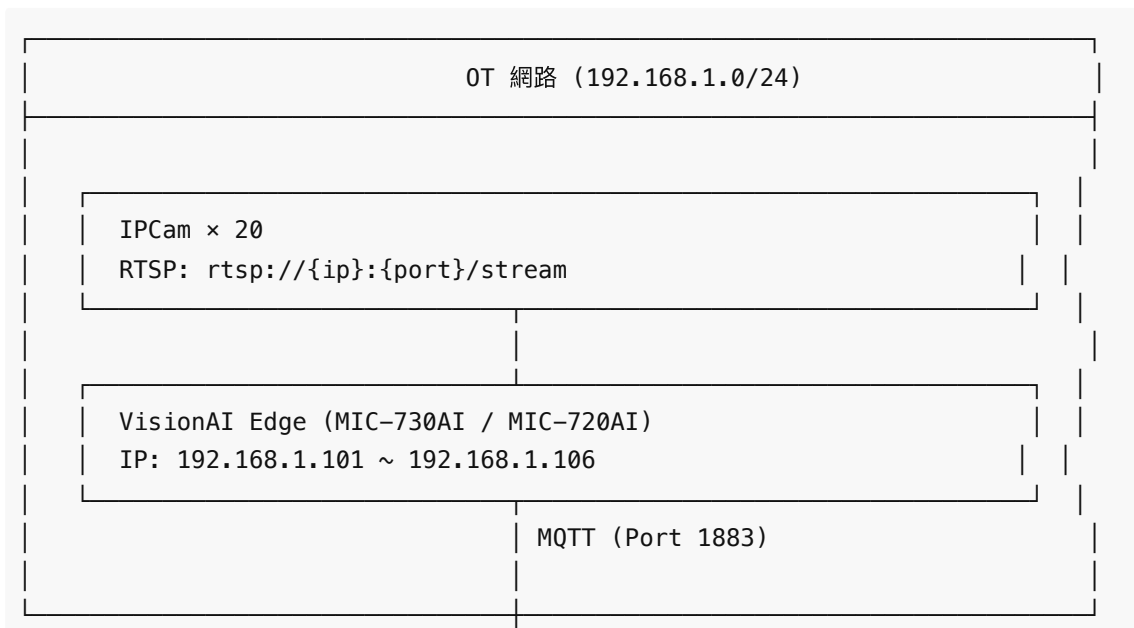
項目	內容
需求單位	再生廠智慧製造
撰寫人	
審核人	

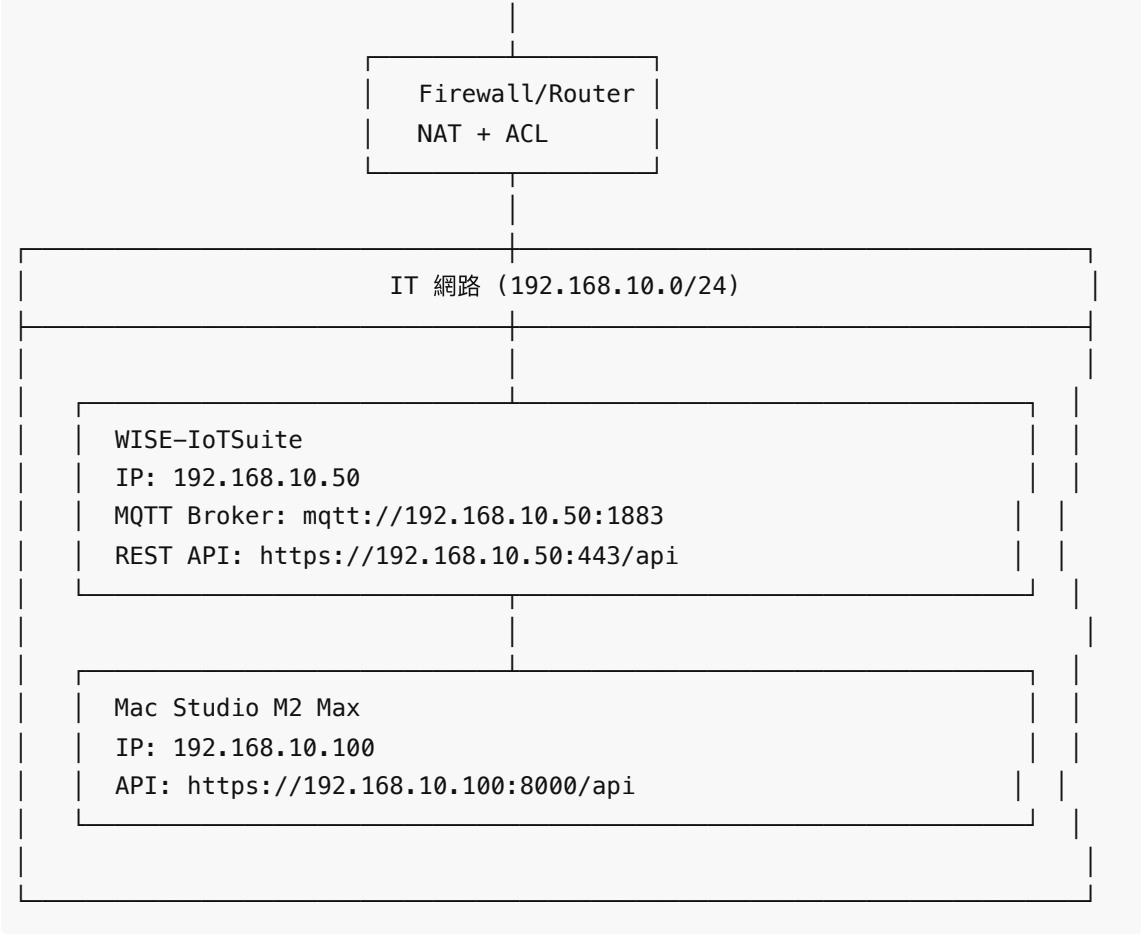
修訂紀錄

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	
1.2	2025-02-05	介面規格細化、安全性規格補充	

1. 系統架構概述

1.1 整合架構圖





1.2 介面清單

介面編號	介面名稱	來源	目的	協定
IF-01	攝影機串流	IPCam	VisionAI Edge	RTSP
IF-02	推論結果	VisionAI Edge	WISE-IoTSuite	MQTT
IF-03	設備狀態	VisionAI Edge	WISE-IoTSuite	MQTT
IF-04	告警事件	VisionAI Edge	WISE-IoTSuite	MQTT
IF-05	時序資料查詢	Mac	WISE-IoTSuite	REST
IF-06	分析結果回寫	Mac	WISE-IoTSuite	REST
IF-07	設備管理	Mac	WISE-IoTSuite	REST
IF-08	跨源查詢	Mac	DataInsight	REST
IF-09	模型部署	Mac	VisionAI Edge	SSH/SCP

2. 介面規格詳細

2.1 IF-01: 攝影機串流介面

2.1.1 基本資訊

項目	內容
介面類型	視訊串流
協定	RTSP over TCP
編碼	H.264 / H.265
解析度	1920×1080
幀率	30 FPS

2.1.2 連線格式

```
rtsp://{username}:{password}@{ip_address}:{port}/{stream_path}
```

範例:

```
rtsp://admin:password@192.168.1.11:554/stream1
```

2.1.3 攝影機清單

攝影機 ID	IP 位址	連接 Edge	工站
CAM-A01	192.168.1.11	MIC730AI-001	組裝線 A
CAM-A02	192.168.1.12	MIC730AI-001	組裝線 A
CAM-A03	192.168.1.13	MIC730AI-001	組裝線 A
CAM-B01	192.168.1.21	MIC730AI-002	組裝線 B
...

2.2 IF-02: 推論結果介面 (MQTT)

2.2.1 基本資訊

項目	內容
介面類型	訊息佇列
協定	MQTT v3.1.1
QoS	1 (At least once)
Broker	WISE-IoTSuite MQTT Broker
Port	1883 (TCP) / 8883 (TLS)

2.2.2 Topic 設計

edge/{edge_id}/inference

範例:

edge/MIC730AI-001/inference
edge/MIC720AI-003/inference

2.2.3 訊息格式

```
{
  "edge_id": "MIC730AI-001",
  "camera_id": "CAM-A01",
  "timestamp": "2024-01-15T10:30:45.123Z",
  "frame_id": 12345,
  "detections": [
    {
      "class": "person",
      "class_id": 0,
      "confidence": 0.95,
      "bbox": [120, 80, 450, 520],
      "track_id": 1
    },
    {
      "class": "hand",
      "class_id": 15,
      "confidence": 0.88,
      "bbox": [200, 150, 280, 220],
      "action": "picking"
    }
  ],
  "scene_type": "operation",
  "inference_time_ms": 45,
  "metadata": {
    "model_version": "yolo11n-v1.0",
    "gpu_usage": 65,
    "temperature": 52
  }
}
```

2.2.4 欄位說明

欄位	型別	必填	說明
edge_id	string	Y	Edge 設備 ID

camera_id	string	Y	攝影機 ID
timestamp	string	Y	ISO 8601 時間戳記
frame_id	integer	Y	影格序號
detections	array	Y	偵測結果陣列
detections[].class	string	Y	物件類別名稱
detections[].class_id	integer	Y	物件類別 ID
detections[].confidence	float	Y	置信度 (0-1)
detections[].bbox	array[4]	Y	邊界框 [x1,y1,x2,y2]
detections[].track_id	integer	N	追蹤 ID
detections[].action	string	N	動作類別
scene_type	string	Y	場景類型
inference_time_ms	integer	Y	推論耗時 (ms)
metadata	object	N	附加資訊

2.2.5 scene_type 列舉

值	說明
idle	空閒（無人/無動作）
preparation	準備中
operation	作業中
inspection	檢查中
transition	過渡/移動
anomaly	異常

2.3 IF-03: 設備狀態介面 (MQTT)

2.3.1 Topic 設計

```
edge/{edge_id}/status
```

2.3.2 訊息格式

```
{
  "edge_id": "MIC730AI-001",
  "timestamp": "2024-01-15T10:30:00.000Z",
```

```
"status": "online",
"system": {
  "cpu_usage": 45.2,
  "memory_usage": 68.5,
  "disk_usage": 32.1,
  "uptime_seconds": 86400
},
"gpu": {
  "gpu_usage": 65.0,
  "memory_used": 4096,
  "memory_total": 8192,
  "temperature": 52
},
"cameras": [
  {
    "camera_id": "CAM-A01",
    "status": "active",
    "fps": 28.5,
    "resolution": "1920x1080"
  },
  {
    "camera_id": "CAM-A02",
    "status": "active",
    "fps": 29.1,
    "resolution": "1920x1080"
  }
],
"inference": {
  "model_version": "yolo11n-v1.0",
  "avg_inference_ms": 45,
  "total_frames_processed": 1234567
}
}
```

2.3.3 發送頻率

項目	頻率
正常狀態	每 60 秒
狀態變更	即時

2.4 IF-04: 告警事件介面 (MQTT)

2.4.1 Topic 設計

```
edge/{edge_id}/alert
```

2.4.2 訊息格式

```
{
  "edge_id": "MIC730AI-001",
  "alert_id": "ALT-20240115-001",
  "timestamp": "2024-01-15T10:30:45.123Z",
  "severity": "warning",
  "category": "anomaly_detection",
  "title": "異常動作偵測",
  "description": "CAM-A01 偵測到非預期的動作模式",
  "details": {
    "camera_id": "CAM-A01",
    "frame_id": 12345,
    "detected_action": "unexpected_movement",
    "confidence": 0.82
  },
  "snapshot_url": "https://storage.example.com/snapshots/12345.jpg"
}
```

2.4.3 severity 列舉

值	說明	處理方式
info	資訊	記錄
warning	警告	記錄 + 通知
error	錯誤	記錄 + 立即通知
critical	嚴重	記錄 + 立即通知 + 告警

2.4.4 category 列舉

值	說明
anomaly_detection	異常偵測
device_error	設備錯誤
camera_disconnect	攝影機斷線
high_temperature	溫度過高
inference_timeout	推論逾時

2.5 IF-05: 時序資料查詢介面 (REST)

2.5.1 基本資訊

項目	內容
----	----

介面類型	RESTful API
協定	HTTPS
Base URL	https://{iotsuite_host}/api/v1
認證	Bearer Token

2.5.2 API: 查詢推論結果

Endpoint: GET /timeseries/query

Request Headers:

Authorization: Bearer {api_token}
Content-Type: application/json

Request Parameters:

參數	型別	必填	說明
measurement	string	Y	量測名稱
start	string	Y	開始時間 (ISO 8601)
end	string	Y	結束時間 (ISO 8601)
tags	object	N	篩選條件
limit	integer	N	筆數限制 (預設 1000)

Request Example:

GET /api/v1/timeseries/query?measurement=vision_inference&start=2024-01-15T09:00:00Z&end=2024-01-15T10:00:00Z&tags[edge_id]=MIC730AI-001
Authorization: Bearer eyJhbGciOiJIUzI1NiIsInR5cCI6IkpXVCJ9...

Response Example:

```
{
  "success": true,
  "data": [
    {
      "timestamp": "2024-01-15T09:30:45.123Z",
      "edge_id": "MIC730AI-001",
      "camera_id": "CAM-A01",
      "scene_type": "operation",
      "person_count": 1,
      "inference_time_ms": 45
    },
  ],
}
```



```
{
  "timestamp": "2024-01-15T09:30:45.156Z",
  "edge_id": "MIC730AI-001",
  "camera_id": "CAM-A01",
  "scene_type": "operation",
  "person_count": 1,
  "inference_time_ms": 43
},
{
  "meta": {
    "total": 3600,
    "limit": 1000,
    "offset": 0
  }
}
```

2.6 IF-06: 分析結果回寫介面 (REST)

2.6.1 API: 寫入分析結果

Endpoint: POST /timeseries/write

Request Headers:

Authorization: Bearer {api_token}
Content-Type: application/json

Request Body:

```
{
  "measurement": "process_analysis",
  "tags": {
    "video_id": "abc123",
    "work_station": "A01"
  },
  "fields": {
    "cycle_time": 45.2,
    "segment_count": 5,
    "efficiency_rate": 0.92
  },
  "timestamp": "2024-01-15T10:30:00.000Z"
}
```

Response Example:

```
{
  "success": true,
}
```

```
{
  "message": "Data written successfully"
}
```

2.7 IF-07: 設備管理介面 (REST)

2.7.1 API: 取得設備列表

Endpoint: GET /devices

Response Example:

```
{
  "success": true,
  "data": [
    {
      "device_id": "MIC730AI-001",
      "name": "Edge-A01",
      "model": "MIC-730AI",
      "status": "online",
      "ip_address": "192.168.1.101",
      "last_seen": "2024-01-15T10:30:00.000Z"
    },
    {
      "device_id": "MIC720AI-003",
      "name": "Edge-C01",
      "model": "MIC-720AI",
      "status": "online",
      "ip_address": "192.168.1.103",
      "last_seen": "2024-01-15T10:30:00.000Z"
    }
  ]
}
```

2.7.2 API: 取得設備遙測資料

Endpoint: GET /devices/{device_id}/telemetry

Response Example:

```
{
  "success": true,
  "data": {
    "device_id": "MIC730AI-001",
    "timestamp": "2024-01-15T10:30:00.000Z",
    "cpu_usage": 45.2,
    "memory_usage": 68.5,
    "gpu_usage": 65.0,
  }
}
```

```
    "temperature": 52,  
    "uptime": 86400  
  }  
}
```

2.8 IF-08: DataInsight 跨源查詢介面 (REST)

2.8.1 API: 執行 SQL 查詢

Endpoint: POST /datainsight/query

Request Body:

```
{  
  "sql": "SELECT p.work_order, p.product_name, v.cycle_time FROM  
mes.production p LEFT JOIN vision.analysis v ON p.work_order = v.work_order  
WHERE p.date = :date",  
  "params": {  
    "date": "2024-01-15"  
  }  
}
```

Response Example:

```
{  
  "success": true,  
  "data": [  
    {  
      "work_order": "W0-20240115-001",  
      "product_name": "Product A",  
      "cycle_time": 45.2  
    },  
    {  
      "work_order": "W0-20240115-002",  
      "product_name": "Product B",  
      "cycle_time": 42.8  
    }  
  ],  
  "meta": {  
    "execution_time_ms": 125,  
    "row_count": 2  
  }  
}
```

2.9 IF-09: 模型部署介面 (SSH/SCP)

2.9.1 基本資訊

項目	內容
協定	SSH / SCP
Port	22
認證	SSH Key

2.9.2 部署流程

```
# 1. 上傳模型檔案
scp model.engine admin@192.168.1.101:/opt/models/

# 2. 更新模型配置
ssh admin@192.168.1.101 "echo 'MODEL_PATH=/opt/models/model.engine' >>
/opt/config/inference.conf"

# 3. 重啟推論服務
ssh admin@192.168.1.101 "sudo systemctl restart ai-inference"

# 4. 驗證部署
ssh admin@192.168.1.101 "curl -s http://localhost:8080/health"
```

2.9.3 模型檔案格式

格式	引擎	說明
.engine	TensorRT	NVIDIA GPU 最佳化
.onnx	ONNX Runtime	通用格式
.pt	PyTorch	開發測試用

3. 安全性規格

3.1 網路安全

項目	規格
OT/IT 隔離	防火牆 + NAT
傳輸加密	TLS 1.3
MQTT 加密	TLS (Port 8883)
API 認證	Bearer Token

3.2 防火牆規則

來源	目的	Port	協定	動作
VisionAI Edge	IoTSuite MQTT	8883	TCP	Allow
Mac	IoTSuite API	443	TCP	Allow
Mac	VisionAI Edge	22	TCP	Allow
Any	Any	Any	Any	Deny

3.3 認證機制

介面	認證方式
MQTT	Username/Password + TLS
REST API	Bearer Token (JWT)
SSH	SSH Key

4. 錯誤處理

4.1 MQTT 錯誤處理

錯誤	處理方式
Broker 連線失敗	自動重連 (指數退避)
訊息發送失敗	本地快取 + 重試
Topic 訂閱失敗	記錄錯誤 + 告警

4.2 REST API 錯誤代碼

HTTP Code	錯誤類型	說明
400	Bad Request	請求格式錯誤
401	Unauthorized	認證失敗
403	Forbidden	權限不足
404	Not Found	資源不存在
429	Too Many Requests	請求頻率過高
500	Internal Server Error	伺服器錯誤
503	Service Unavailable	服務不可用

4.3 錯誤回應格式

```
{
  "success": false,
  "error": {
    "code": "AUTH_001",
    "message": "Invalid or expired token",
    "details": "Token expired at 2024-01-15T10:30:00Z"
  }
}
```

5. 效能規格

5.1 MQTT 效能

指標	規格
訊息大小上限	256 KB
發送頻率上限	30 msg/sec/edge
延遲	< 100ms (p99)

5.2 REST API 效能

指標	規格
回應時間	< 500ms (p95)
並發連線	100
請求頻率上限	100 req/sec

6. 附錄

6.1 Edge 設備清單

Edge ID	型號	IP 位址	連接攝影機
MIC730AI-001	MIC-730AI	192.168.1.101	CAM-A01~A06
MIC730AI-002	MIC-730AI	192.168.1.102	CAM-B01~B06
MIC720AI-003	MIC-720AI	192.168.1.103	CAM-C01~C04
MIC720AI-004	MIC-720AI	192.168.1.104	CAM-D01~D04

6.2 YOLO 類別對照表

Class ID	Class Name	說明
0	person	人員
1	hand	手部
2	tool	工具
3	product	產品
4	container	容器
...

6.3 API Token 申請流程

1. 登入 WISE-IoTSuite 管理介面
2. 進入「API 管理」頁面
3. 點擊「建立 API Token」
4. 設定 Token 名稱與權限
5. 複製 Token 並妥善保存

簽核

角色	姓名	簽名	日期
撰寫人			
審核人			
核准人			