



採購規範書

◇ 品名：通感融合自動化驗證系統測試服務委託

◇ 目的/用途說明：

為執行次世代通訊國際合作與實驗網暨驗測平台計畫之「6G 通感融合實驗網」，擬委託廠商於 ITRI 戶外無人機場域建置通感融合自動化驗證測試環境，整合 X-band FMCW 雷達、無人機動態目標、GNSS/RTK Ground Truth、資料介面及自動化測試流程，執行 20 公尺與 100 公尺無人機偵測、定位及軌跡追蹤測試，驗證通感融合系統於實際三維空域之感知效能及異質感知資料介接能力，作為後續電子圍籬、低空監管及通感融合設備驗測服務之基礎。

◇ 規格/功能需求：

■ 共同需求

- 得標廠商應依本案需求提出通感融合自動化驗證系統測試規劃，內容至少包含測試系統架構、測試設備、場域配置、測試項目、測試流程、無人機飛行方式、資料介面、Ground Truth 取得方式及測試期程。
- 測試場域由 ITRI 提供，場域範圍約為長 100 公尺、寬 100 公尺及高度 120 公尺之戶外三維空域。
- 得標廠商應提供本案執行期間之提供測試所需之 X-band FMCW 雷達、天線、訊號處理設備、操作介面、電源、線材、相關配件，並配合於 ITRI 指定場域完成設備架設、參數設定、介面串接、功能測試及問題排除，並配合於 ITRI 指定場域完成安裝、介面串接、參數設定、測試及問題排除。
- 測試使用之雷達系統應具備目標偵測、距離估測、速度估測、角度估測及軌跡追蹤功能，並可依 20 公尺及 100 公尺測試情境設定相關偵測參數；雷達系統之偵測參數應可支援動態設定。
- 得標廠商應配合 ITRI 既有通感融合自動化驗證系統，完成測試參數設定、測試啟動、資料蒐集、時間戳記對齊、結果彙整及測試報告產出等流程之介接與驗證
- 得標廠商應提供雷達控制、資料接收、資料處理與顯示軟體，並提供 API、網路介面或檔案交換等資料輸出方式，使 ITRI 測試系統可取得目標追蹤結果及 Radar Cube 資料。相關介面文件應說明資料欄位、資料型態、單位、維度、更新率、時間戳記及錯誤處理方式。
- 測試結果應可與無人機 GNSS/RTK Ground Truth 進行時間及空間對應，以供後續分析目標偵測距離、位置、速度及軌跡追蹤結果。
- 得標廠商應提供本案執行期間之到場技術支援，協助處理設備操作、參數設定、資料輸出、介面串接及測試異常。
- 設備之工作頻率、輸出及場域操作應符合適用法規；測試期間之無人機操作與場地安全由雙方依現場規範協調辦理。
- 資料介面需求
 - Object Tracking Output API

欄位名稱	資料型態	單位／格式	說明
Track ID	Integer	—	追蹤目標的唯一識別碼



Timestamp	Float	second	目標追蹤資料的時間戳記
X	Float	meter	目標在 X 軸方向的位置
Y	Float	meter	目標在 Y 軸方向的位置
Z	Float	meter	目標在 Z 軸方向的位置
Vx	Float	meter/second	目標在 X 軸方向的速度
Vy	Float	meter/second	目標在 Y 軸方向的速度
Vz	Float	meter/second	目標在 Z 軸方向的速度
RCS	Float	m ²	目標的雷達截面積
Track Status	Boolean	True/False	目標追蹤狀態，例如有效或無效

- Radar Cube Data API: 資料維度 [N_sample_per_PRI, N_PRI_per_CPI, N_Antenna]

項目	規格／格式	說明
Dimension 0	ADC Sample Index	每個 PRI 內的 ADC 快時間取樣索引
Dimension 1	PRI Index	每個 CPI 內的 PRI／慢時間索引
Dimension 2	Antenna Channel Index	接收天線通道索引
天線通道數 / 天線配置	16 Channels (8 Azimuth + 8 Elevation)	8 個水平角通道及 8 個俯仰角通道
資料型態	Complex Sample I + jQ	複數資料 I 為同相分量，Q 為正交分量

■ 第一期：20 公尺通感融合自動化驗證系統測試

於 ITRI 指定場域建置 20 公尺通感融合自動化驗證測試環境，完成雷達設備、無人機動態目標、Ground Truth 及測試系統之介面串接，驗證自動化測試流程、目標偵測、定位、速度估測及軌跡追蹤功能。

測試設備條件：

Frequency	9.9-10.5 GHz (X-band)
Phased Array	AESA
Waveform	FMCW
Transceiver	1T (1*2) R
Beamformer	Tx Staring Radiation Rx Hybrid Beamforming
Polarization	Vertically Linear



Max. Detection Range	20 m (for RCS 0.01 sm)
Az. Coverage	±15 deg.
El. Coverage	N/A
Max. Detection Speed	20 m/s
Min. Detection RCS	0.01 sm
Range Resolution	≤ 0.5 m (Programmable)
Velocity Resolution	≤ 1 m/s (Programmable)
Target Info Update Rate	> 1 Hz (Programmable)
Scanning Mode	Point-Cloud and Track-While-Scan
Hardware Package	Antenna, RF Circuit, PCBA, Housing
Software Package	Firmware Driver, DSP Algorithm, UI

- 第二期：100 公尺通感融合自動化驗證系統測試
測試設備條件：

Frequency	9-10 GHz (X-band)
Phased Array	AESA
Waveform	FMCW
Transceiver	1T (8+8) R
Beamformer	Tx Staring Radiation Rx Fully-Digital Beamforming
Polarization	Horizontally Linear
Max. Detection Range	100 m (Programmable)
Az. Coverage	±45 deg.
El. Coverage	±45 deg.
Max. Detection Speed	20 m/s
Min. Detection RCS	0.01 sm
Range Resolution	≤ 1 m (Programmable)
Velocity Resolution	≤ 1 m/s (Programmable)
Target Info Update Rate	> 1 Hz (Programmable)
Output Form	Range-Doppler-Angle Datacube
Hardware Package	Antenna, RF Circuit, PCBA, Housing, Mount, FPGA for Raw Data Dumper and Digital Signal Processor
Software Package	Firmware Driver, UI for Control, Data Processor (to be imported to ITRI's server)



◇ 驗收標準：

- 本案分兩期驗收。得標廠商應依交貨期程完成測試規劃、測試設備架設、介面串接、無人機實飛測試及測試報告。報告須載明測試環境、系統架構、使用設備、場域配置、測試案例、參數設定、無人機飛行條件、Ground Truth 取得方式、測試結果及異常說明，並附設備照片、操作畫面、輸出資料或測試 log 等佐證。
 - 第一期（20 公尺通感融合自動化驗證系統測試）：
 - 完成 20 公尺通感融合自動化驗證測試環境建置及設備功能確認。
 - 完成雷達控制、資料接收、訊號處理、結果顯示及 Object Tracking Output 資料輸出測試。
 - 完成至少一組 20 公尺無人機自動化測試案例，內容包含測試參數、無人機飛行條件、雷達資料擷取及 Ground Truth 記錄。
 - 無人機與雷達距離達 20 公尺時，雷達系統可偵測並持續追蹤目標。
 - 系統可輸出 Track ID、Timestamp、X、Y、Z、Vx、Vy、Vz、RCS 及 Track Status 等資料，且目標資訊更新率大於 1 Hz。
 - 完成雷達追蹤資料與 GNSS/RTK Ground Truth 之時間及空間對應。
 - 交付第一期通感融合自動化驗證系統測試報告一份。
 - 第二期（100 公尺通感融合自動化驗證系統測試）：
 - 交付 FPGA 訊號處理器模擬資料，完成 Radar Cube 資料格式與介面串接測試；資料應包含 ADC Sample Index、PRI Index、Antenna Channel Index 及複數 I/Q 取樣資料。
 - 完成 100 公尺通感融合自動化驗證測試環境建置及設備功能確認。
 - 完成 Object Tracking Output 及 Radar Cube Data 資料輸出測試，確認 ITRI 測試系統可接收及解析規定之資料欄位、維度、型態與時間戳記。
 - 完成至少一組 100 公尺無人機自動化測試案例，內容包含飛行距離、高度、速度、軌跡、雷達參數、資料擷取及 Ground Truth 記錄。
 - 無人機與雷達距離達 100 公尺時，雷達系統可偵測並持續追蹤目標，且目標資訊更新率大於 1 Hz。
 - 完成雷達偵測及軌跡追蹤結果與 GNSS/RTK Ground Truth 之比對與結果彙整。
 - 完成至少一個工作日之測試系統操作及測試資料判讀說明。
 - 交付第二期通感融合自動化驗證系統測試報告一份，其中需包含測試用雷達系統說明、測試人員操作說明及資料介面說明。

◇ 交付文件及交貨期程：

期別	期限	交付內容
第一期 (20公尺通感融合 自動化驗證系統測 試)	2026/10 /31	• 完成20公尺測試設備架設、資料介面串接及功能測試。 • 完成至少一組20公尺無人機自動化測試案例及實飛驗證。 • 產出第一期通感融合自動化驗證系統測試報告一份。



期別	期限	交付內容
第二期 (100公尺通感融合自動化驗證系統測試)	2026/12/20	- 提供FPGA訊號處理器模擬資料，供Radar Cube資料格式及接收介面測試。 - 完成100公尺測試設備架設、資料介面串接及功能測試。 - 完成至少一組100公尺無人機自動化測試案例及實飛驗證。 - 完成雷達偵測結果與GNSS/RTK Ground Truth之比對及測試結果彙整。 - 辦理一個工作日之測試系統操作及測試資料判讀說明。 - 產出第二期通感融合自動化驗證系統測試報告一份，其中需包含測試用雷達系統說明、測試人員操作說明及資料介面說明。

◇ 付款方式：

- 分兩期付款，各期成果經查驗合格且完成該期文件交付後支付
 - 第一期（20公尺通感融合自動化驗證系統測試）：支付契約總價的40%。
 - 第二期（100公尺通感融合自動化驗證系統測試）：支付契約總價的60%。

◇ 安裝/測試要求：☒有 ☐無

- 依據驗收標準之章節所述進行測試。

◇ 教育訓練：☒有 ☐無

- 得標廠商應辦理一個工作日之測試系統操作及測試資料判讀說明。

◇ 售後服務要求：☒有 ☐無

- 保固期：第二期驗收合格後，得標廠商應提供至少1年之測試成果諮詢服務，協助釐清測試資料、資料介面、參數設定、測試結果及報告內容相關問題。