

出國報告(出國類別：考察)

# 戰車模擬器性能提昇暨系統連網整合案之 關鍵技術研討出國報告

服務機關：國防部軍備局中山科學研究院第一研究所

姓名職稱：中校技正 張宏偉 ， 少校技士 王晚成

派赴國家：美國

出國時間： 99 年 11 月 28 日至 99 年 12 月 05 日

報告日期： 100 年 4 月 20 日

# 目 次

|             |        |
|-------------|--------|
| 壹、目的.....   | ( 3 )  |
| 貳、過程.....   | ( 3 )  |
| 參、心得.....   | ( 30 ) |
| 肆、建議事項..... | ( 31 ) |

# 戰車模擬器性能提昇暨系統連網整合案之關鍵技術研討 出國報告

## 壹、目的

本院目前正積極執行陸軍「戰車模擬器性能提昇案暨系統連網整合」委製計劃，此訓練模擬系統建置之目的旨在提供陸軍受訓學員生實施戰技、戰術訓練，得以克服訓練場地之限制及減少人員傷亡與裝備損耗，同時提高訓練成效。

為使得「戰車模擬器性能提昇案暨系統連網整合」委製專案能達成效，本院針對現階段尖端技術趨勢，考察國外技術發展現況。項目包含夜戰及熱像的視效與圖資整合，以及模擬演訓狀況下的戰場演訓規劃等二大關鍵技術。以上二項需求若能汲取國外先進模擬大廠的設計經驗或獲得相關成熟產品的支援，將可降低系統連網整合時陌生技術的開發風險。

此次出國計畫首先安排至美國加州洛杉磯 Technology Service Corporation, Inc.公司，考察 Real IR API 產品的系統架構在「視效與圖資整合」上是否可滿足本案之需求。接著安排至美國佛州奧蘭多 Lockheed Martin Corporation, Inc.公司 GTL 部門，評估戰場訓練中心生存訓練系統 CTC LIVE TRAINING 產品的「戰場演訓規劃」技術能量是否可滿足發展模擬演訓課程的需求。最後於奧蘭多參加國際模擬產業技術大展（2010 I/ITSEC），除考察「雷射接戰原件」技術能量及「3D MODELS」發展現況外並觀摩模擬器產業之市場現況及發展趨勢。此行對於未來制定軍種的模擬器建案需求方向以及本院的模擬技術能量提昇均可達到雙贏的效果。

## 貳、過程

此次美國公差出國計畫之預劃行程如表 1.所示，出國行程共計八天，於 99 年 11 月 28 日星期天出發至 12 月 05 日星期天返國，其中參訪天數共計五天。先後至美國加州洛杉磯與佛州奧蘭多進行相關拜會行程，於拜訪時亦按照原訂行程逐一執行，相關公差過程詳述於下述章節中。

表 1.赴美公差工作計畫表

| 日 期      | 星 期 | 公差地點            | 工 作 項 目                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 備 考 |
|----------|-----|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 99.11.29 | 一   | 美國<br>加州<br>洛杉磯 | <p>針對提昇戰甲車夜視及熱像的「視效與圖資整合」模擬效果以加強戰甲車接戰過程中各類型武器在作戰環境下的逼真度，本日造訪 Technology Service Corporation, Inc:</p> <p>一、了解 TSC 公司模擬產業部門之營運現況與海外合作經驗。</p> <p>二、了解 IR 感測器模擬之應用程式界面 RealIR API 產品架構。</p> <p>三、了解RealIR API 產品應用實例及使用限制。</p> <p>四、討論RealIR API 可否與本院現有之 Microsoft DirectX 平台之 IG 進行系統整合。</p> <p>五、討論RealIR API 可否使用本院現有之 OTW 資料庫。</p> <p>六、TSC 公司人員帶領參觀各實驗室。</p> |     |
| 99.11.30 | 二   | 美國<br>佛州<br>奧蘭多 | <p>早上 0825 自洛杉磯搭機。傍晚 1640 抵達奧蘭多，整理洛杉磯行程中訪談蒐集之資料。準備 CTC LIVE TRAINING 工程研討議題內容及閱覽模擬產業技術大展（2010 I/ITSEC）展場資訊。</p>                                                                                                                                                                                                                                                 |     |

| 日 期      | 星 期 | 公差地點            | 工 作 項 目                                                                                                                                                                                          | 備 考 |
|----------|-----|-----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 99.12.01 | 三   | 美國<br>佛州<br>奧蘭多 | <p>針對「戰場演訓規劃」技術能量及戰場訓練中心系統架構，本日造訪 Lockheed Martin Global Training and Logistics 位於 OCCC 的展場：</p> <p>一、了解 LM GTL 模擬產業部門之營運現況與海外合作經驗。</p> <p>二、地面系統負責人員解說戰場訓練中心生存訓練系統 CTC LIVE TRAINING 的架構。</p>   |     |
| 99.12.02 | 四   | 美國<br>佛州<br>奧蘭多 | <p>本日考察模擬產業大展（2010 I/ITSEC）以搜集「雷射接戰原件」技術能量，造訪 OCCC 展場之 CUBIC 公司攤位。</p> <p>一、CUBIC 公司模擬業務簡報。</p> <p>二、考察 MILES IWS 人員裝備諸元。</p> <p>三、考察 WIRELESS PAN 人員裝備諸元。</p> <p>四、了解雷射接戰原件結合戰車及反裝甲武器的演訓方式。</p> |     |
| 99.12.03 | 五   | 美國<br>佛州<br>奧蘭多 | <p>本日考察模擬產業大展（2010 I/ITSEC）以搜集「3D MODELS」技術能量，造訪 OCCC 展場之 SimthetiQ 公司攤位。</p> <p>一、SimthetiQ 模擬業務簡報。</p> <p>二、考察 3D MODELS 發展現況。</p> <p>三、了解模型配置功能。</p> <p>四、了解地形場景配置功能。</p>                     |     |

## 2.1 TSC 公司（RealIR API 考察）

按預定行程於 11 月 29 日前往位於洛杉磯 405 號公路旁的 SEPULVEDA 中心。拜會地點為 TSC 公司之加州營運中心位於該中心的 8 樓。會談地點為該公司會議室（圖 2.1-1），由該公司技術部工程師 Randy 博士接待，會談的主要項目及重點摘要如下：



(a) SEPULVEDA 中心



(b) 會議室與 Randy 博士合影

圖 2.1-1 TSC 公司

（一）雙方人員自我介紹後，由 Randy 博士針對 TSC 的加州營運中心主要業務進行介紹。

目前 TSC 主要業務如下：

- 感測器建模、響應模擬以及演譯發展。
- 感測器系統工程以及設計。
- 先導型雷達硬體設計、建造及測試。
- 雷達環境模擬及複訊器發展。
- IR/UV 感測器的操作支援、模擬器、室內及室外環境的輻射計量系統。
- 即時電腦控制的 IR/UV 模擬器、監視系統開發。
- 即時 IR 影像產生系統開發。
- 雷達影像處理及特徵擷取。

本次主要想了解的产品 RealIR API 即為該公司開發的即時 IR 影像產生系統。RealIR API 由 TSC 的 Uri Bernstein 博士所開發，RealIR API 提供了發展 IR 即時感測器模擬的工程師非常好用的軟體工具套件，RealIR API 實現了具備物理基礎的熱像感測

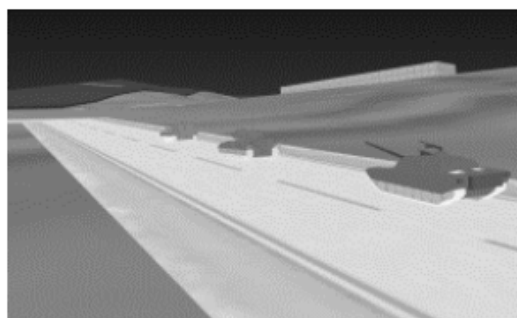
器模擬同時相容於標準的視效資料庫格式和即時模擬引擎。本 API 在模擬系統中已同時整合了學員訓練流程及硬體模擬流程。

## (二) RealIR API 功能分析

RealIR API 可滿足需要高速動態 IR 模擬的使用者，它可在模擬進行中高速地重新配置，此應用程式介面係針對具備物理基礎的 IR 模型提供全功能的即時模擬。藉由此 API 所產生模擬器應用程式可以流暢地更新所模擬的 IR 感測器影像。RealIR API 的功能模擬了實體 IR 感測器規格，諸如環境以及大氣條件的即時修正、熱像溫度及熱幅射的基礎物理計算、大氣擾動參數、LOWTRAN 或 MODTRAN 的感測器波長參數以產生 8、12 或 16 位元解析度的影像。本 API 亦提供場景及目標材質自動轉換成實體的 IR 場景及目標材質之功能。圖 2.1-2 為戰車於公路行進之場景，(a)圖為正常場景、(b)圖為 IR 場景。由 IR 場景中可以發現溫度較高的引擎以及履帶的顏色最亮。除了 IR 實體函式庫以外，本 API 還包含數個功能以載入 OpenFlight 目標物或場景模型、預劃它們的 IR 圖像特徵、產生即時的虛擬移動影像以及客製化平台。API 同時具備可依據 IR 感測器姿態以及視線等因素而變化的實體大氣效應。圖 2.1-3 (a) 船艦熱像場景中煙囪及雷達的顏色最亮它們的溫度高於週邊場景。(b) 戰機熱像場景中可以發現溫度較高的引擎噴嘴顏色最亮。



(a)正常場景

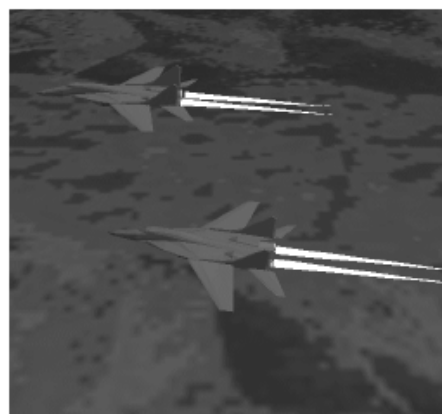


(b)IR 場景

圖 2.1-2 戰車於公路行進之場景



(a) 船艦熱像場景



(b) 戰機熱像場景

圖 2.1-3 IR 場景

### (三) RealIR API 熱幅射效果實例

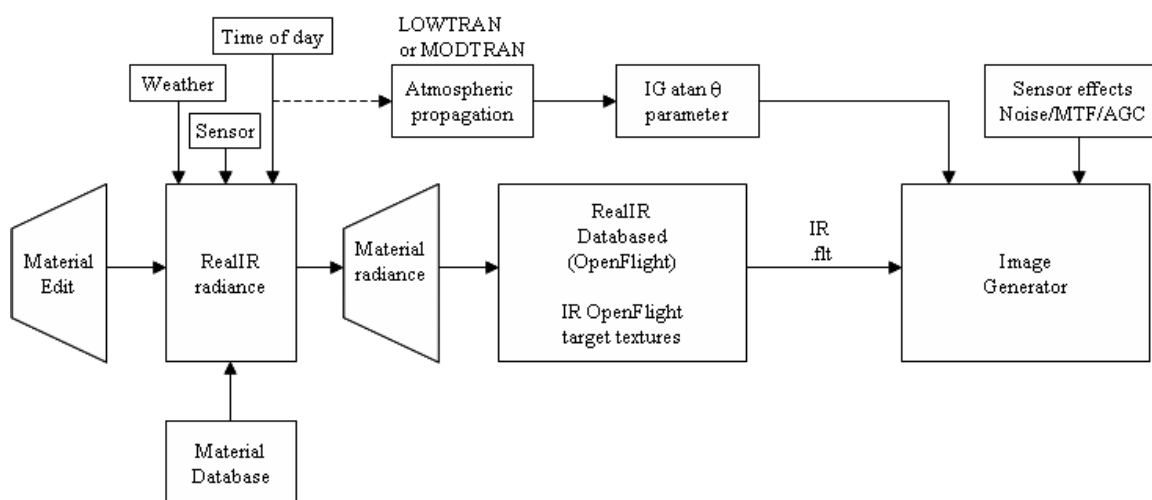


圖 2.1-4 RealIR API radiance 運作流程圖

Uri Bernstein 博士以圖 2.1-4 RealIR API 的熱幅射效果運作流程實例進行說明。於 C++ 程式中載入 RealIR radiance 函式，此函式依據所使用的物件材質索引相對應的材質資料庫，並且根據場景的天氣、IR 感測器種類以及發生時間等環境因素計算出該材質的熱幅射效應。計算結果饋入 RealIR 或是 OpenFlight 的視效模型資料庫。影像產生器將以不同灰階色彩即時呈現具備 IR 影像特徵的目標物，這些 IR 影像特徵亦受到所模擬的 IR 感測器效應變化，諸如噪訊比、自動增益控制、大氣擾動、LOWTRAN 或 MODTRAN 波長參數等的影響。本案所模擬的戰車 TTS 熱像鏡若能建構成圖

2.1-4 的架構將可大幅提昇熱像視效的逼真度。

經由 Uri Bernstein 博士對 RealIR API 的功能簡報，此次 TSC 的參訪行程已大致完成。目前有幾項與戰車性能提昇案更為直接的議題，我們首先確認 RealIR API 可使用於 Microsoft Direct X 平台，不需更換 IG 作業系統。其次是我們可直接使用現有的 Terra Vista 和 Creator 建立 OpenFlight 3D models。由以上獲得的這二項結論合併此行的 RealIR API 功能說明後，我們認為使用 RealIR API 開發戰車熱像視效應可提昇目前戰車熱像視效的逼真度俾利戰甲車接戰過程中各類型武器在作戰環境下的逼真度與戰術運用效能。

## 2.2 LM 公司 GTL 部門（CTC LIVE TRAINING 考察）

抵達奧蘭多後按計劃行程於 12 月 02 日赴 OCCC（Orange Country Convention Center）展場與 LM STS（Lockheed Martin Simulation, Training & Support）的 Tony Bradley 見面。由於本院先前已與 LM STS 建立起合作的關係，因此對雙方並不陌生，在輕鬆的氣氛下和 Tony 會談使我們了解 CTC LIVE TRAINING 的系統特性。



(a) LM 展場櫃台



(b) 解說飛行模擬器的 Tony Bradley

圖 2.2-1 LM STS 於 OCCC 的展場攤位

LM GTL 的戰場訓練中心生存訓練系統 CTC LIVE TRAINING 架構如圖 2.2-2 所示，包含了單兵多功能雷射接戰分系統 OneMILES (Multiple Integrated Laser Engagement Systems)、目標物分系統、室內室外區域鑑測分系統以及爆破對抗訓練分系統。

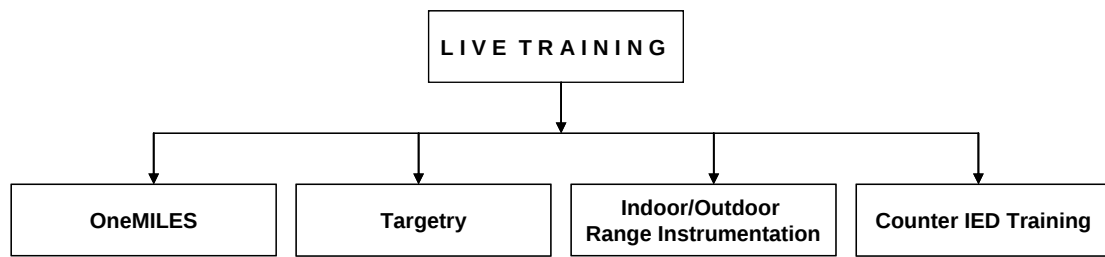


圖 2.2-2 CTC 生存訓練系統架構

生存訓練系統的第一個分系統為 OneMILES 分系統，如圖 2.2-3 所示，包含了個人偵測器系統 Personnel Detector System (PDS)、輕兵器雷射擊發系統 Small Arms Transmitter (SAT)、核生化污染效應武器系統 Instrumented Individual Weapons System (IIWS)。PDS 與 SAT 系統如圖 2.2-4 所示，可相融於 MILES 1、MILES 2000、Advanced MILES Plus 與 MILES XXI 等 MILES 系列產品，PDS 上的具備即時爆破感應裝置可以呈現來自砲擊、核生化戰污染等大規模毀滅性武器所導致的傷亡。SAT 的雷射發射器可即時地與 PDS 或載具上的雷射感應器聯結，以產生戰損效果。所有 SAT 均使用 AA 充電電池操作，在起動時可執行自測功能，SAT 可搭配真槍操作。

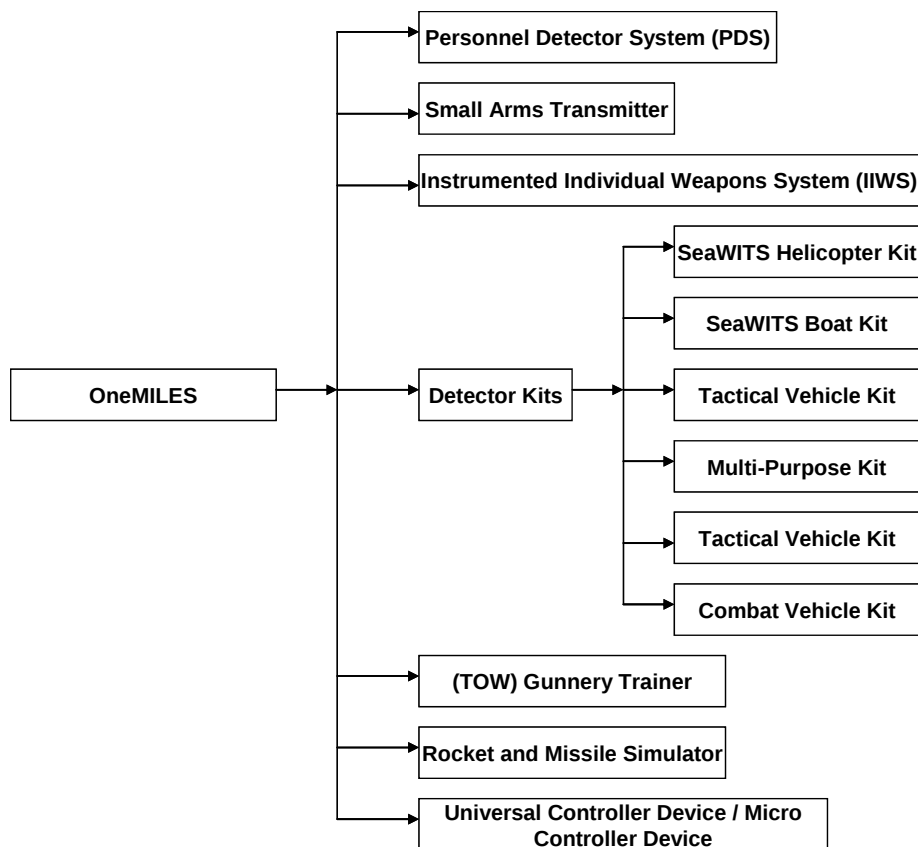


圖 2.2-3 OneMiles 分系統架構



(a)PDS



(b) SAT

圖 2.2-4 OneMiles Product Line

OneMILES 有其搭配的雷射接戰套件，具有防水及抗鹽蝕的雷射接戰套件 SeaWITS 可安裝於海岸巡防隊的直昇機及快艇上，如圖 2.2-5(a)所示。為確保直昇機及快艇演訓操作時的安全 SeaWITS 的套件並不會發射干擾飛行安全的 RF 信號。SeaWITS 的套件提供防水 MILES 感測器以安裝於直昇機引擎、油箱以及武器掛載等致命的感測位置來訓練海岸巡防隊。



(a)SeaWITS



(b)Combat Vehicle



(C)TOW Gunnery Trainer

圖 2.2-5 OneMiles Product Line

OneMILES 將悍馬車、人員運輸車等戰術車輛納入雷射接戰系統中，當車輛遭受 SAT 攻擊時，內部乘員所穿著的 PDS 會產生即時戰損以模擬車輛被攻擊。

OneMILES 的多用途套件可安裝於民用車輛或建築物內，每一套件最多可連結 16 組感應器，每一感應器具備穿牆偵測功能，多用途套件使用 AA 充電電池操作，並且自動回傳任務歸詢資料。

OneMILES 的戰鬥車輛套件可安裝於各式戰甲車，如圖 2.2-5(b)所示。其繼承自 MILES 家族產品的所有功能，使用 RS-232、RS-485 與車輛雷射發射器連線，車體外側的雷射感應器使用 RF 連線，戰鬥車輛套件使用長效能電池，可靠度高，安裝、操作及維護都相當容易。

OneMILES 的拖式飛彈套件可安裝於車載或陸基式拖式飛彈上，如圖 2.2-5(c)所示，提供射手精密的托式飛彈訓練程序以及飛彈飛行影像視效，從目標擷取、追蹤到火力響應都會即時反應到任務規詢資料當中。

OneMILES 的火箭飛彈模擬套件，只要將 MILES 的雷射發射器安裝於火箭飛彈的前端即可進行操作，本套件內建煙火特效產生裝置同時可支援 AT-4、RPG-7、RPG-29、Bunker Demolition Munition (BDM)、Carl Gustav、Light Anti-tank Weapon (LAW)等多種火箭飛彈的模擬。火箭飛彈模擬套件的操作距離至少 3000 公尺，使用護眼等級 1 的雷射投射至 MILES 雷射感應器，當雷射投射時，在武器前端的 LED 燈會閃爍警告。

為了降低因為 MILES 設備故障而導致演訓被迫中斷的意外發生率，OneMILES 提供了共用型控制器 UCD (Universal Controller Device) 以及微電腦遙控器 MCD (Micro Controller Device) 二種輔助裝置，如圖 2.2-6 所示。UCD 可以透過無線信號測試戰場中的 MILES 設備，操作距離至少 500 公尺，使用護眼等級 1 的雷射操作。MCD 用於 PDS 的生命值設定，重置，命中率調整等用途。UCD 及 MCD 均可管理所有 MILES 設備的擊發雷射編碼。



(a)UCD



(b)MCD

圖 2.2-6 OneMiles Product Line

生存訓練系統的第二個分系統為目標物分系統，如圖 2.2-7 所示，包含可攜式、移動式以及固定式等三種類型，如圖 2.2-8(a)(b)所示。移動式以及固定式目標物可設定成敵軍步兵或是安裝於戰甲車上的敵軍裝甲兵。目前的目標物分系統均具備音效介面，當目標物被

SAT 攻擊時會產生相對的音效。目標物也可安裝 MILES 反擊裝置，如圖 2.2-8(c)所示，MILES 反擊裝置可對所有 MILES 雷射感應器進行攻擊。為控制所有戰場訓練中心中的目標物，LM GTL 開發出靶場控制站 RCS (Range Control Station)，RCS 使用 Windows 作業系統平台，提供多色彩的親和性人機界面，透過 RF 傳輸可監控 8 公里以內高達 1023 個目標物以及模擬器狀態，RCS 支援自動計分以及自動回傳任務歸詢資料的功能。

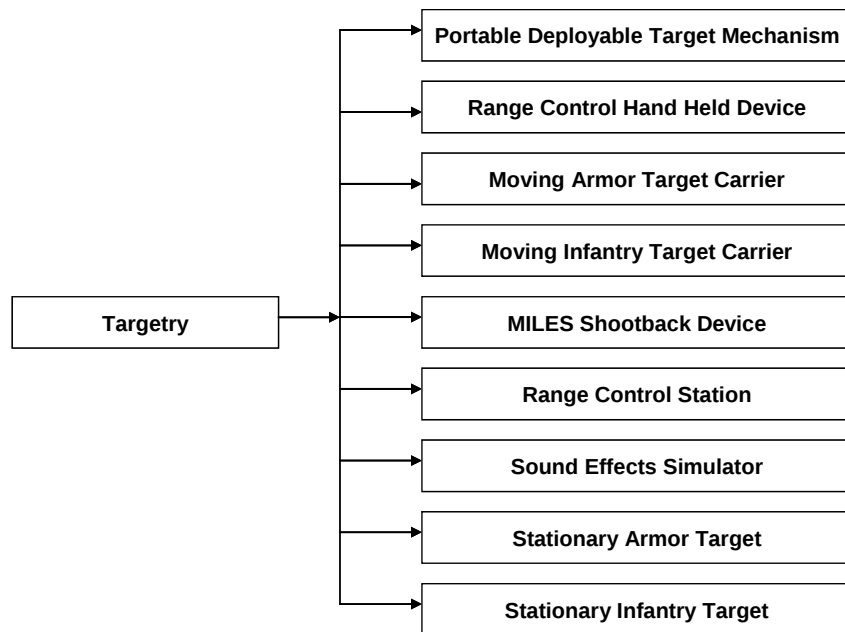


圖 2.2-7 Targetry 分系統架構



(a) Stationary Infantry Target (b) Moving Infantry Target (C) MILES Shootback Device

圖 2.2-8 Targetry Product Line

生存訓練系統的第三個分系統為室內室外區域鑑測分系統，如圖 2.2-9 所示，包含了模組化城鎮戰鬥 MOUT(Military Operations in Urban Terrain)鑑測系統 MMIS(Modular MOUT Instrumentation System)、3D 虛擬透視套件、戰場訓練中心目標物件鑑測系統 CTC OIS、戰場訓練中心終端控制車箱、以及行動式訓練管理工具 MT2 (Mobile Training Management Toolkit)。

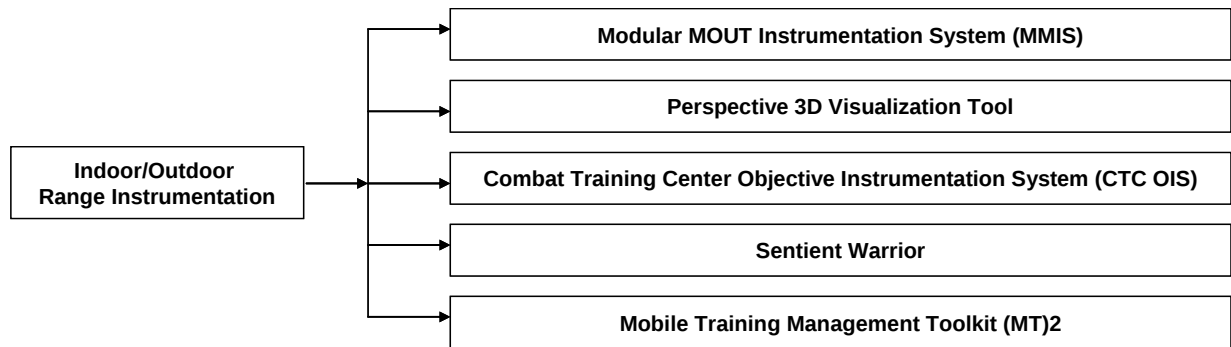


圖 2.2-9 Range Instrumentation 分系統架構

MMIS 系由數個 RF 傳輸偵測器以及房間連線器所組成，如圖 2.2-10 (a) 所示，MMIS 可以和所有 MILES 家族以及 MOUT 訓練設備進行資料傳輸。MMIS 的主要功能包含士兵定位功能、未依計劃施訓的流程欺置監控功能、演訓事件的搜集及傳輸功能、無光源條件下的同步影像傳輸功能、區域武器模擬功能、穿牆攻擊戰損模擬功能以及逼真的目標物反擊模擬功能。MMIS 有助於戰場中各團隊成員以及領導者的戰鬥技能成長。



(a) MMIS



(b) 3D 虛擬透視套件

圖 2.2-10 Indoor/Outdoor Range Instrumentation

3D 虛擬透視套件，如圖 2.2-10 (b) 所示，係運用由電腦控制的 3D 的立體場景以及虛擬人物來模擬戰場生存訓練。3D 虛擬透視套件包含視效程式、3D 抬頭顯示器、以及錄製回放程式。使用者可採用 DEM、GeoTIFF、Bitmap、Open Flight、3DS Max、Maya、FBX 或 DirectX 等不同的視效資料庫以開發所需的 3D 演訓場景。

目前 Lockheed Martin 公司正在將位於加州 Irwin 堡的國家訓練中心進行系統性能提升及現代化的工作，聯合機動演訓中心位於加州 Polk 堡。戰場訓練中心目標監測系統，簡稱 CTC-OIS，目前配置於德國 Hohenfels 的多國聯合機動演訓中心。CTC-OIS 可強化訓練潛能並提升士兵機動佈署的能力。

CTC-OIS 是以美國陸軍通用訓練測評架構（簡稱 CTIA），以及生存訓練轉換觀念（簡稱 LT2）為基礎所設計的系統。CTC-OIS 可針對美國陸軍現役部隊、國民兵以及後備軍人等單位提供實兵對實兵以及實兵對目標物的訓練課程。LM STS 是 CTC-OIS 程式的首席系統整合者（簡稱 LSI），LSI 的首要責任包含全系統的整合以及滿足所有系統的需求。LSI 藉由合格的次包商獲得系統元件，並且得到最佳的工業技術轉移。

➤ CTC-OIS 的最新功能：

- 更高的系統保密特性。
- 共通架構的生存訓練。
- 可用膝上型電腦進行 OC 無線通訊。
- 監測系統技術。

➤ CTC-OIS 的提昇功能：

- 可追蹤並監視高達 10000 名演訓單兵，100000 個假想敵人。
- 演訓區的通訊能力提昇至 98%的覆蓋率。
- 固定或移動式的輕便型任務歸詢裝置。
- 可蒐集及操作視訊回饋影像。
- 可監視訓練單元的數位戰術系統。
- 聯合演訓介面。
- 使用非國防部使用之射頻頻譜。

戰場訓練中心終端控制車箱，如圖 2.2-11(a)所示，簡稱知覺戰士 Sientient Warrior。Sientient Warrior 安裝在貨櫃車箱上可藉由衛星或 T1 專線通信以機動更換演訓地點而不需要永久性的基礎建設，也可以和固定式的控制中心進行聯合演訓。Sientient Warrior 可匯集整個戰場訓練中心的演訓資料，可支援所有的戰場通信、任務歸詢、錄製回放、教官監控及觀測以及演訓結果分析與裁判。Sientient Warrior 可完全相融於美國陸軍的通用訓練測評架構 CTIA 以及生存訓練轉換 LT2 架構。



(a) Sientient Warrior



(b) MT2

圖 2.2-11 Indoor/Outdoor Range Instrumentation

MT2 是一低成本的無紙化電子系統，如圖 2.2-11 (b) 所示，可自動追蹤演訓中的任務事件。此一輕量化的行動系統可擷取士兵的特徵、產生演訓事件報告、連絡士兵與裁判官以明定訓練內容、準備指揮官的批准簽呈。每一個 MT2 都配備 2D 條碼掃描器以降低訓練的行政管理負擔。MT2 的人機介面提供即時操作示範說明以降低操作過程中的使用障礙。

生存訓練系統的第三個分系統為爆破對抗訓練分系統，如圖 2.2-12 所示。本裝置是以美國陸軍爆炸效應模擬器 IEDES (Improvised Explosive Device Effects Simulator) 的技術為基礎進行性能提升，可選擇煙火或非煙火的裝置以決定爆破特效的感受程度以及爆破特效的範圍。IED 可以搭配 MILES 擊殺裝置，彈性地安排爆破產生來源。於開始安裝 IED 時可以安排爆破產生來源為單一或是多個，連續或同時，並以遙控器進行操作。



圖 2.2-12 Counter-IED Training

## 2.3 CUBIC 公司（WIRELESS PAN 考察）

按計劃行程於 12 月 03 日赴 OCCC（Orange Country Convention Center）展場開始參觀國際模擬產業大展（2010 I/ITSEC）。為了解最新的雷射接戰系統設計方式，我們到了 CUBIC 攤位與 CUBIC 的地面戰鬥訓練系統經理 STEPHEN GAMACHE 見面，並由本系統之業務工程師 TOM SCOTT 為我們解說 WIRELESS PAN 產品。圖 2.3-1 為展場中 CUBIC 公司目前在全球最熱銷的二種雷射接戰系統，MILES IWS 及 MILES 2000。



(a) MILES IWS (Individual Weapon System)



(b) MILES 2000

圖 2.3-1 MILES (Multiple Integrated Laser Engagement System)

無線個人區域網路 PAN (Personal Area Network) 是 CUBIC 最新一代的 MILES 穿戴系統。PAN 著重於實兵對抗中士兵配戴的人體工學設計，無線 PAN 以單一化、極小化、輕量化的原則設計以普遍配置於單兵的戰術裝備。

➤ 無線 PAN，穿戴展示如圖 2.3-2 所示，主要特色如下：



圖 2.3-2 PAN (Personal Area Network)

- 以工業級標準的無線連結替代傳統的背帶及電纜線。
- 大量地減少接頭及布料的使用亦即降低使用者的成本。
- 可完全地與固定式 CTC 站台或移動式/駐紮式訓練系統等鑑測系統進行整合。
- 相容於城鎮戰訓練/MOUT 訓練系統。
- 可匹配於 SAT 武器並省去額外的校正裝置。
- 儲運機箱提供了便利的電池充電與儲運功能。

PAN 整合最新的無線傳輸技術，同時傳承了 CUBIC 由全球 140000 個 MILES 系統使用者上所獲得的技術經驗。

➤ PAN 的無線技術：

- PAN 網路系使用 IEEE802.15.4 的標準，使用 2.4GHz 的免許可認證頻帶。
- 輕鬆地使用魔鬼沾安裝本模組於士兵的野戰服或是角色扮演者的服裝上。
- 未來可藉由增加模組數量來提升功能。

➤ PAN 的維護：

- 所有模組均內建電池。
- 智慧型儲運機箱方便裝備的配給和接收。
- 演訓完成後可使用智慧型儲運機箱對電池充電，不需要額外的充電裝置。
- PAN 穿戴系統可進行自我診斷功能並回報測試結果至智慧型儲運機箱，自動化地提供下次演訓時 PAN 穿戴系統的品质管控。

➤ PAN 的穿戴頭盔環（Manworn Halo），如圖 2.3-3 所示：

- 以雷射及 RF 方式致能本機接收來自手榴彈、爆炸效應產生器 IED、車輛、以及建築物的威脅。



圖 2.3-3 PAN Manworn Halo

➤ PAN 的穿戴雷射感應模組（Manworn Detector Module），如圖 2.3-4 所示：

- 以雷射及 RF 功能致能戰場醫療訓練。
- 可黏在身體的正面、背面，並提供背包和四肢的黏著方式。



圖 2.3-4 PAN Manworn Detector Module

➤ PAN 的穿戴顯示模組（Manworn Display Module），如圖 2.3-5 所示：

- 士兵的視覺和聲音（擊殺音效）介面。



圖 2.3-5 PAN Manworn Display Module

➤ SAT 輕兵器發射器（Small Arms Transmitter），如圖 2.3-6 所示：

- 雙 IR（1 組用於射擊方向初始化）和 RF 連線。
- 武器模擬。



圖 2.3-6 Small Arms Transmitter (SAT)

➤ 演訓部隊資料擷取裝備（Player Unit Instrumentation），如圖 2.3-7 所示：

- 以全球定位系統 GPS 和 RF 連線至戰場訓練中心/城鎮戰訓練系統的演訓控制中心。
- 以 RF 連線至穿戴 PAN。



圖 2.3-7 Player Unit Instrumentation

## 2.4 Simthetiq 公司（3D MODELS 考察）

按計劃行程繼續於 12 月 04 日赴 OCCC（Orange Country Convention Center）展場考察國際模擬產業大展（2010 I/ITSEC）。今日赴 Simthetiq 攤位了解目前 3D MODELS 發展趨勢，以尋求本案視效與圖資整合後所能呈現更逼真的視覺效果。圖 2.4-1 所示為 Simthetiq 透過計算機模擬得以呈現更複雜而逼真的視效模型。模擬視效系統的價值很大程度上取決於其建模的質與量。Simthetiq 公司致力於收購目標物的原始資料與授權的關鍵特徵及行為來建立 3D 數值模型和環境模型，使客戶能夠充分運用所發展的模擬技術實現更逼真的視覺模擬效果。



(a) M1-A1 戰車



(b) SH-60B 直昇機

圖 2.4-1 Simthetiq 3D MODELS

目前 Simthetiq 的實體 3D 軍事模型、地理環境模型產品位居在高等合成演訓場景、研究和遊戲應用領域的先鋒。Simthetiq 除支援快速反應和開發服務，更提供易於整合的 3D 泛用格式，包括 Openflight、VBS2（虛擬戰場 2）、OneSAF、通用資料庫格式（CDB）等，同時確保跨平台兼容性更高的 3D 解決方案。

3D 模型的電腦模擬係由 3D 擬真空間的物件數學模型計算所產生的。精緻生動的 3D 模型是由許多經驗豐富的 3D 藝術家和程式開發人員等高素質團隊所建立，以確保每一個 3D 模型產品的最大的擬真度，互動功能和執行效率。

3D 模型代表在三維空間中，各種實體幾何元素，如三角形，線，曲面等元素連結而成的一個集合點。這些繪圖元素和相關視覺效果均是透過電腦計算產生，在必要時也可能藉由人工輸入存儲目標物實體的掃描數據資料。包含已知的目標物場景深度，寬度、高度、紋理，以及反射率等關鍵特徵的 3D 模型外觀及姿態數據，皆可藉由電腦模擬即時計算將其呈現在投影屏幕上的虛擬環境，同時控制其反應動作的呈現。

#### ➤ 分散式的計算機模擬平台

近年來，分散式的計算機模擬平台的數量漸增。這些分散式模擬平台包括一個強大的商用主計算機以及現成軟體套件，某些基於 Web 服務的軟體套件，如 Google Earth 等，甚至是免費的。分散式計算機平台的模擬運算能力遠遠超出軍事和實驗室系統，連網能力也發展到包括高帶寬調製解調器、區域網和強大的無線網絡，這些技術使得跨國協同製作的 3D 模型產品有可能被實現。

#### ➤ 跨平台兼容性 / VBS2™

透過 SimthetiQ 的 VBS2™集成服務，使用者可以克服跨平台協同模擬的技術挑戰。VBS2™是一個完全互動的架構，適用於 3D 遊戲和正式演訓用途。目前用於世界各地的軍事組織，包括美國陸軍、海軍陸戰隊、ADF、英國國防部與國土防禦部門。VBS2 在今天的模擬市場是唯一的高性能跨平台工具。VBS2™的集成服務提供可靠的跨平台性能，溝通和協同製作能力。無論是設計模擬任務排練、多兵種合成戰術訓練或演習，SimthetiQ 均可提供的技術支援如下：

- VBS2™需求評估及整合性計劃。
- 充分保證可與現有的內容或 VBS2™和其他平台整合或轉換。
- 新 VBS2™可兼容現存視效內容需求。
- 提供數以百計兼容於 VBS2™的現有模型和地形。
- 全集成項目管理。
- 製作需求諮詢。

模擬器的視效工程師必需進行虛擬環境更新以滿足模擬系統使用者的需要和期望。模擬器開發商現在需要靈活地切換平台，以發展和使用不同技術的工作夥伴之互動能力，同時維持模擬器設計一貫的代表性。對模擬器開發商而言，獨立的平台內容好比技術資產，是一個非常寶貴的戰術優勢。SimthetiQ 開發的模型規格擴及了所有主要使用（和新興）的模擬技術，並促進跨平台上的合作和轉換。



圖 2.4-2 結合目標物與建築物及地形配置的 3D 視效場景

#### ➤ 3D 視效模選項

3D 視效模型的開發包含許多考量因素，例如目標物擬真的程度、實體武器參數外流的安全疑慮、預算約束以及技術移轉等問題。沒有一個單一包裹可滿足所有的需求，亦不能將同一種尺度的解決方案適用於所有開發需求。如果開發商要建立最具成本效益和高效率的仿真技術，他們需要選擇性和靈活性。SimthetiQ 提供了多種方案，以兼顧成本和性能的需求。

#### ➤ 模型配置選項

軍事裝備可以根據需要進行訂製。軍事裝備的 3D 模型塗裝必須是適合所屬的國家。SimthetiQ 邀請客戶以他們的特殊需求定制他們的 3D 模型。從模型性能和附加到的陰影和細節，每一個訂製的 SimthetiQ 模型都能達到無與倫比的擬真程度。

- 音效：藉由添加個別模型自定義或預先設定的音效以增強使用者的音頻體驗。

- 附屬配件：每一個 3D 模型提供額外的附屬設備和掛載裝備的變化以升級使用者的 3D 模型陣列。



圖 2.4-3 A-10C 攻擊機及其掛載裝備的 3D 模型

- 先進的著色器：使用鏡面照明的基本像素著色技巧已發展到近乎逼真的程度，已往常用的貼圖和視差遮擋映射技巧已不敷使用。



圖 2.4-4 先進著色技巧的 3D 模型

- 模擬艙內互動：3D 模型發展出一個新的層次，藉由使用功能非常詳細和完全互動的 3D 主控台以加強模擬真實感。



圖 2.4-5 具有互動功能的直昇機儀表板與操縱桿 3D 模型

- 武器效應：針對每個 3D 模型的軍械配備加入獨特的真實武器開火效應以提供模擬器使用者更為逼真的視覺體驗。



圖 2.4-6 具有主砲武器開火效應的 3D 戰車模型

- 複雜的動畫：支援各種獨特的鉸接部件以提昇使用者的 3D 模型逼真度，可節省開發時間及達到預先設定動畫序列的功效。



圖 2.4-7 AV-8B 攻擊機的起落架鉸接部件 3D 模型特寫

- 塗裝計劃：藉由鮮明色彩的塗裝或客製化塗裝可升級使用者 3D 模型產生不同的視覺效果，同一款 3D 模型添加一些塗裝變化以適應更廣泛的方案。



圖 2.4-8 同一款 3D 模型可採用不同的塗裝計劃

- 客製化的解析度：根據武器系統配置、目標平台、調整的細節層次、三角計算和塗裝的分辨率以生成使用者要求的解析度。

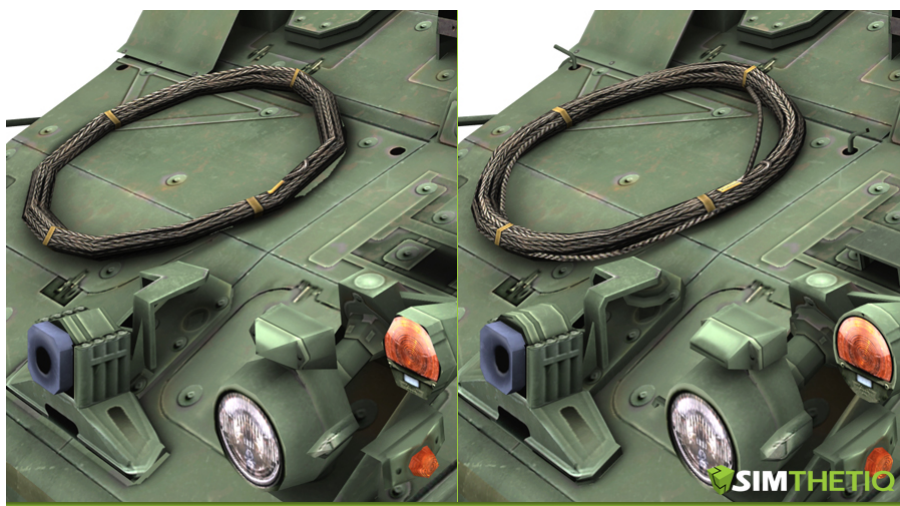


圖 2.4-9 客製化 3D 模型的解析度

#### ➤ 地形配置選項

Simthetiq 工程師提供使用者需求的先進 3D 地形內容。可根據使用者的具體要求製作出任何令人信服的真實世界地形。Simthetiq 的 3D 地形內容可呈現範圍地形內的所有細節。

- 高程數據：藉由增設非常詳細和精確的地形圖和測量點以提高使用者的地形精密度。

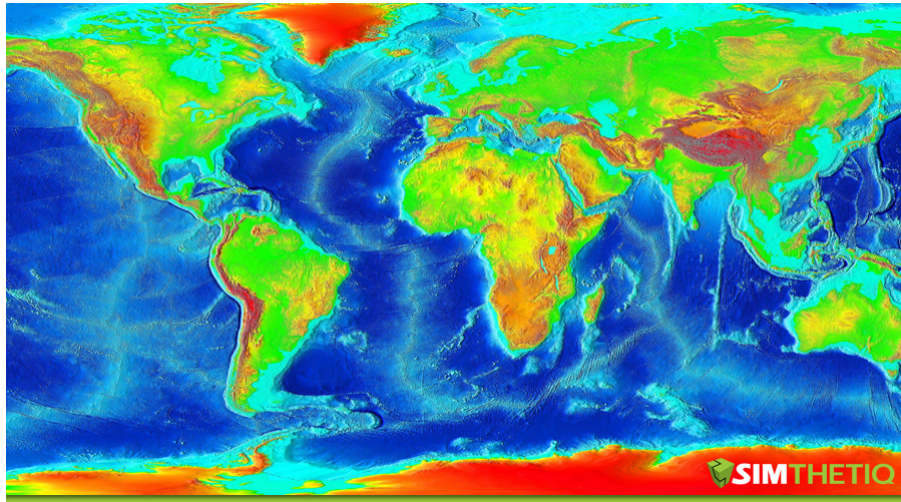


圖 2.4-10 高程數據測量資料

- 破壞性：藉由結合區域特徵和特定目標物，突顯出逼真的破壞效果，以提高使用者的演訓臨場感。



圖 2.4-11 承受砲擊破壞後的建築物 3D 模型

- 3D 室內裝飾：將 3D 建築物模型的等級提昇，新增游擊隊總部、民兵集中營等的 3D 室內設計，可搭配各種相關性建築物的格式的輸出。



圖 2.4-12 游擊隊總部的 3D 室內裝飾

- 相關輸出：SimthetiQ 為各種可能常用的格式提供了相關輸出的轉換機制，僅舉幾例（如 OneSAF，通用資料庫格式（CDB），Openflight 和 VBS2）。



圖 2.4-13 3D 模型常用的資料庫格式

- 擬真度：藉由增加衛星圖像的使用量可提昇擬真度，也可使用寫實的地貌帖圖增加地形的覆蓋面以降低使用者的成本。此外，調整目標平台的解析度和地圖場景範圍亦可以確保使用者最佳的地形視效。



圖 2.4-14 結合衛星圖像及地貌帖圖的 3D 機場地形

- 先進的著色器：透過使用頂點著色及每像素著色技巧，其中包括高處光源投射，視差和不透光的光線處理等，使得 3D 場景的發展近乎擬真。



圖 2.4-15 夜間高處光源投射下的停機坪 3D 模型

- 延展性：將具有相同地貌特徵的 3D 地形，透過新增的延展功能可擴大 3D 地形的範圍。延展性的功能使得合理成本的單一地型資料將可滿足其他具有相同地貌特徵 3D 地形的開發需求。

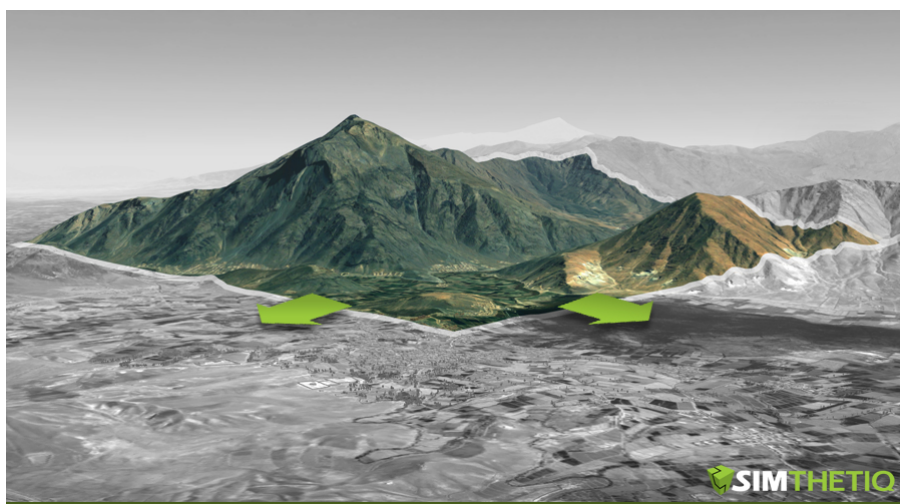


圖 2.4-16 具地貌特徵延展性的 3D 地形

➤ 最佳 3D 模型獎 (Best 3D Model Award)

Simthetiq 使用 Presagis 影像產生系統開發的 A-10C 攻擊機 OpenFlight 3D 模型於 2010 國

際模擬產業大展(2010 I/ITSEC)中榮獲“最佳 3D 模型獎”(Best 3D Model Award)，Presagis 獎項評估的標準納含傑出的運算效率以及外觀擬真的程度。

Presagis 公司藉由“最佳 3D 模型獎”發掘出使用他們的 COTS 軟件解決方案的客戶，而這些客戶都是深具創造和創新能力的合作夥伴。每年 Presagis 公司提供七個不同類別的獎項，這些類別包括最佳可視化應用獎、最佳 3D 模型、最佳視效資料庫、最有價值的繪圖插件、最佳模擬應用、最具創新的應用，以及最有價值的業界合作夥伴。

## 參、心得

此次出國任務，係針對 100 年戰車模擬器性能提昇暨系統連網整合案之關鍵技術項目進行考察及訪商。此行除向參訪廠商表達我方系統需求外，也請各廠商分享相關設計經驗與產品資料給予我方進行參考，而各家廠商也表達出合作之意願，積極開發台灣的模擬產業市場，以奠定未來的產品市場佔有率。

自航發中心時代的飛模組發展到今日的中科院一所模擬組，歷經多年不斷地投入人力及資源進行國產模擬器的研究開發才得以成長茁壯。多年來模擬組同仁始終秉持著突破創新、自立更生之克難精神已替國軍建製了 100 餘套模擬器裝備，適時地滿足各軍種的需求。

每一套模擬器從建案構思、系統設計、製造工藝到最終的維護訓練之所以會不斷地成長茁壯，除了仰賴本組工作團隊的犧牲奉獻、精益求精之外，尋求外部資源也是不可獲缺的要件之一。藉由每年派員參訪國際模擬產業大展(I/ITSEC)並赴國外高階模擬大廠考察，除汲取最新技術與創意外並砥礪本組見賢思齊精神，而不致淪入閉門造車的窠臼，俾使本院模擬技術與國際大廠並駕齊驅。

經由出國前的相關資料研讀以及臨行前組上長官、相關資深同仁的參訪重點提示，本次出國成果豐碩，對本案助益良多。

1. 藉由與國外廠商雙方面對面地溝通可避免文字溝通之落差。直接與產品及產品設計者接觸了解雙方的需求與問題，以縮短陌生系統開發期程並降低系統整合之不確定風險。
2. 藉由參訪 TSC 公司了解「RealIR API」產品資訊，確認 RealIR API 可使用於 Microsoft DirectX 平台。其次是可直接使用 Terra Vista 和 Creator 建立 OpenFlight 3D models。
3. 藉由參訪 LM 公司 GTL 部門了解「CTC LIVE TRAINING」的產品資訊。戰場訓練中心是目

前歐美先進國家地面部隊訓練發展的重要趨勢。LM GTL 的生存訓練系統是已成功佈署的模擬系統，LIVE TRAINING 系統架構對於發展模擬演訓戰場規劃及未來發展戰場訓練中心助益良多。

4. 造訪國際模擬產業大展（2010 I/ITSEC）之 CUBIC 攤位，了解「PAN」的產品資訊，MILES 系統在全球已超過 140000 個使用者，PAN 是 MILES 的昇級版本，實現無線的 MILES 架構。MILES 系統是目前各國地面部隊的實兵訓練裝備，PAN 資訊的獲得有助於本院未來發展雷射接戰模擬。
5. 造訪國際模擬產業大展（2010 I/ITSEC）之 SimthetiQ 攤位，了解「3D MODELS」的產品資訊，3D MODELS 之資料庫開發技術是決定模擬視效成敗的重要關鍵因素，SimthetiQ 的 3D MODELS 是目前模擬業界最爲逼真且平台相容度最高的視效模型產品，3D 技術的獲得將可提高本院模擬視效畫面呈現之擬真度。

## 肆、建議事項

爲提昇現有戰車模擬器熱像以及夜視視效的仿真度，本組已要求出國同仁於出國前務必完成相關商情研析。此次赴美國與標的廠商研議各項熱像、夜視、戰場訓練中心、雷射接戰原件以及 3D 模型等技術能量。在與外商的互動間均可感受到外商對本院自製模擬器興趣濃厚，究其原因，應爲本院自製模擬器的國際能見度較低，仍屬潛在需求。在與外商簡介本院自製模擬器後，外商公司皆希望能尋求合作發展的契機，同時也熱誠地說明自家產品如何與本院自製模擬器進行系統整合，以拓展在台灣的商機。在考察國際模擬器產業大展（2010 I/ITSEC）後，深刻體認國際間模擬市場需求的演變。傳統的程序訓練已經是基本的需求，取而代之的是更多創新與互動的設計。本院的產品發展方向若能踏入國際市場，將有助於強化本院自製產品的競爭優勢。因此藉由派員赴國外參訪以建立水平整合或垂直整合的合作機制是有其必要性。總而言之，持續加強瞭解國際市場發展趨勢，進而提昇本院於模擬產業之技術能量是極爲正確的方向。