

「戰車模擬器性能提昇暨系統連網整合—關鍵技術研討」出國報告

壹、目的

本案為執行陸軍「戰車模擬器性能提昇暨系統連網整合」，需以高階模擬架構連結聯合對抗與戰術模擬系統(Joint Conflict and Tactical Simulation, JCATS)、戰車模擬器及電腦合成武力系統(Computer Generated Forces, CGF)，建構營級戰術演訓環境。故派員赴美國勞倫斯、利沃摩國家實驗室(Lawrence Livermore National Laboratory)、Simble 公司及加拿大 Presagis 公司兵棋系統與連網技術純熟之先進實驗室進行研討，以瞭解相關技術資訊、標準與執行方式，期獲得戰術圖資處理及戰場環境模式精進等模擬軟體相關技術，俾達成營級戰術演訓環境設計作業遂行，主要目的如下：

- 一、JCATS 連網資料傳輸界面定義與連網執行方式研討。
- 二、進行戰甲車動態模式在作戰環境仿真度及狀態方程式精進工程研討。
- 三、進行戰術圖資系統處理、共用地型資料庫及電腦合成武力系統研討。

貳、過程

- 一、本次參訪與會議過程均依行程規劃執行(如行程表)。

國防部軍備局中山科學研究院出國人員行程表					
日 期	星 期	公 差 地 點	工 作 項 目	備 考	
102.06.23	日		桃園搭機至舊金山		
102.06.24	一	美國舊金山	1.戰車動態連網 JCATS 系統兵棋演訓想定規劃。 2.JCATS 系統連網功能擴充與 JTLS 連網多重解析度模式。		
102.06.25	二	美國舊金山	1.戰甲車動態模式在作戰環境下仿真度精進工程研討。 2.產品展示及說明。 3.晚上搭機自舊金山前往蒙特婁。		
102.06.26	三	加拿大蒙特婁	1.戰術圖資系統處理。 2.共同作業圖台、兵棋場景規劃與符號顯示技術。		

102.06.27	四	加拿大蒙特婁	共用地型資料庫、演後分析系統工程研討。	
102.06.28	五	加拿大蒙特婁	1.早上於蒙特婁轉機至舊金山。 2.下午自舊金山搭機回台灣。	
102.06.29	六		返抵台灣桃園	

二、研討與會議內容

- 102.06.24 日赴位於舊金山 Livermore 鎮之 JCATS 兵棋系統開發單位-美國勞倫斯、利沃摩國家實驗室(Lawrence Livermore National Laboratory，以下簡稱 LLNL) 就 JCATS 系統連網功能與介面進行研討，由 JCATS 開發專案 Conflict Simulation Laboratory 部門主管 Will Belue 先生親自接待並與我方進行簡報與研討，會談地點為勞倫斯、利沃摩國家實驗室之高效能運算中心 (High Performance Computing Center, HPC)，研討內容包括：
 - 合成化連網演訓系統(Live Virtual Constructive, LVC)概述
 - JCATS JLVC Bridge 功能簡介
 - JCATS JLVC Bridge 操作展示與操作說明
 - JCATS 系統未來發展方向
 - 問題研討
- 102.06.25 日赴位於聖荷西市旁 Saratoga 鎮之 Simble 公司進行參訪，由該公司負責人莊挺宏博士(Dr. Ken Chung)親自接待，說明公司研發重點及未來發展規劃，參訪重點摘述如后：
 - 戰甲車動態模式在作戰環境下仿真度精進工程研討
 - Simble 公司研發介紹
 - 問題研討
- 102.06.26~102.06.27 日赴 Presagis 公司位於 加拿大 Montreal 市之總部進行參訪與研討，由該公司總裁 Jean-Michel Briere 先生親自接待，列席參與研討

人員包括技術總監 Eric Simon、銷售總監 Andre Gilbert、海外銷售主管 Jean-Pierre Lee、專案經理等，會議地點為該公司之簡報室與展示室，由於 Presagis 公司為兩日之參訪會議行程，研討內容分別包括：

- 102.6.26 日議程；
 - Presagis 公司簡介及與會人員自我介紹
 - 共用地型資料庫(Common database, CDB)與相關議題
 - 電腦合成武力系統 STAGE 與相關議題
 - 視效產生系統 Vega Prime 與相關議題
- 102.6.27 日議程；
 - Presagis 公司產品整合展示
 - 人工智慧型目標物模擬軟體 AI.Implant 與相關議題
 - LVC 連網演訓經驗分享
 - 總結研討

叁、心得

本報告將依據以下內容提報國外參訪與會議心得

一、JCATS 系統部分

- JCATS 系統發展現況與未來發展方向
- JCATS 系統 JLVC HLA Bridge 系統介紹
- JCATS 執行問題研討
- JCATS JLVC HLA Bridge 獲得方式
- 合成化戰場演訓 (LVC)應用經驗分享

二、SIMBLE 公司

- 戰車動態模擬通過特殊地形設計研討與心得
- 戰車動態方程式設計方法研討與心得

- 輪型甲車動態模型開發經驗分享

三、PRESAGIS 公司

- 共用地型資料庫(Common database, CDB)發展現況與未來發展方向
- 電腦合成武力系統與人工智慧型目標物模擬軟體發展現況與未來發展方向
- 產品整合與完整解決方案(Total Solution) 發展現況
- 合成化戰場演訓 (LVC)應用經驗分享

3.1 JCATS 系統

3.1.1 JCATS 系統發展現況與未來發展方向

目前勞倫斯、利沃摩國家實驗室(LLNL)在 JCATS 系統發展之遠程目標為配合美軍聯七所謂之 JLVC 2020 的主計畫，作為下一世代作戰模擬(Next Generation Simulation)之核心，計畫將以雲端運算為基礎(Cloud Based)，採用網頁架構(Web Based) 提供網頁型式用戶端操作介面供遠距操作，以服務導向架構 (Service Oriented Architecture, SOA)進行系統開發以滿足更廣泛之應用需求。

JCATS 系統本身將在 JCATS 12.1 版開始支援最新版之高階模擬架構(HLA Evolved, IEEE 1516-2010)，並將改為使用瑞典 Pitch 公司 RTI，該版本將只支援 64 位元作業系統，並將改用 OpenGL 進行圖形顯示功能。

JCATS 系統於 2009 年開始推出一套名為 JCATS Low Overhead Driver (JLOD)之外掛套件，可提供指定演習區域內諸如民車、船舶、民眾等自動化行為模擬功能，其目的在於弭平模擬與真實情況間之落差，而自動化模擬亦可減少操作人員的負擔。

3.1.2 JCATS 系統 JLVC BRIDGE 系統功能

以往 JCATS 對外構連其他系統，所提供的是符合分散互動式模擬協定

(Distributed Interactive Simulation, DIS)之聯網介面，所傳送處理的是個體等級 (Entity Level)之事件或屬性更新資訊，由於功能受到限制，無法滿足更高階應用之需求，因此發展符合高階模擬架構 (High Level Architecture, HLA)聯網介面軟體之需求乃應運而生，在經歷了聯合多重解析模型(Joint Multi-Resolution Model, JMRM)介面發展終止之後，JCATS JLVC Bridge 的發展於 2010 年開始，並於 2012 年搭配 JCATS 11.0 版開始正式服役，已成功構聯超過 15 種模式模擬系統，目前並已轉移原北約國家使用。

JCATS JLVC Bridge 顧名思義是爲了滿足 JLVC 聯網演訓需求而誕生，JCATS JLVC Bridge 所提供的不只是支援 HLA 標準之資料傳輸介面，並且包括了許多的資料處理功能(如回報 Report)，JCATS 資料經過 JLVC Bridge 進行相關處理後再透過 HLA 所規範之資料傳輸服務傳送出去，另外除接收模擬物件之更新訊息外，也接收透過 HLA 標準傳送之”控制事件”(如供給 Supply, 維護 Maintenance)等，再經過內部處理後傳回給 JCATS 系統，JCATS 依據這些事件內容進行因應與處置。基本上，JCATS JLVC Bridge 由其命名已可看出其目的已不僅僅是一個資料轉換介面程式而已，所有 JLVC 連網所需之相關功能均已有所考量，對於國軍採用 JCATS 系統進行各類連網演訓，JCATS JLVC Bridge 實爲一不可或缺之重要工具。

JCATS JLVC Bridge 係將 JCATS 系統內部傳輸之 JDU(JCATS Data Unit)資料轉換成爲 HLA 之事件或物件更新訊息，然後將此類訊息傳送給加入相同聯模演訓(Federation)之其他聯模單元(Federate)。

據 LLNL 之建議，JLVC Bridge 系統需求包括:專屬(單獨執行)工作站電腦、具備兩片網卡，以有效區隔 JCATS 系統內部網路(Client 與主程式)及 HLA 連網網路，以避免資料衝突或搶奪頻寬資源。JCATS JLVC Bridge 係採用雷神(Raytheon)公司之 RTI NG Pro 作爲 HLA 連網之中介傳輸層(Middleware)，目前 JCATS 11.0 JLVC Bridge 相容於 RTI NG Pro 5.0 JLVC V2 版以上或 6.X 版，無法執行於其他版本 RTI 之上，JLVC Bridge 系統限制內外部模擬個體(Entity)總數在 100K 以下，中央處理器(CPU)及記憶體(RAM)需求，同 JCATS 系統需

求，但若需支援較大場景，則建議採用 64 位元作業系統，並安裝 4GB 以上記憶體。

JCATS JLVC Bridge 僅可支援 Raytheon 公司之 RTI NG Pro 版本之中介傳輸層(Runtime Infrastructure, RTI)，與國軍現有各類模擬系統所使用之由美國 MAK Technologies 公司所開發之 MAK RTI 不同，如何透過代理轉換軟體(Proxy)方式連接，為使用 JCATS JLVC Bridge 建構連網演訓之重要課題，目前亦將設法獲得 RTI NG Pro 進行先期研究。

JLVC Bridge 係已預設之 jbridge110 帳號執行，JCATS 11 版並新增 jlvBridgeConfig 及 bridgeLauncher 兩個工具軟體透過圖形化操作介面協助 JLVC Bridge 之設定與執行，jlvBridgeConfig 軟體可設定項目包括：

- Startup
- RTI
- Configuration
- Performance
- Debug
- Objects
- Interactions
- FedCapabilities

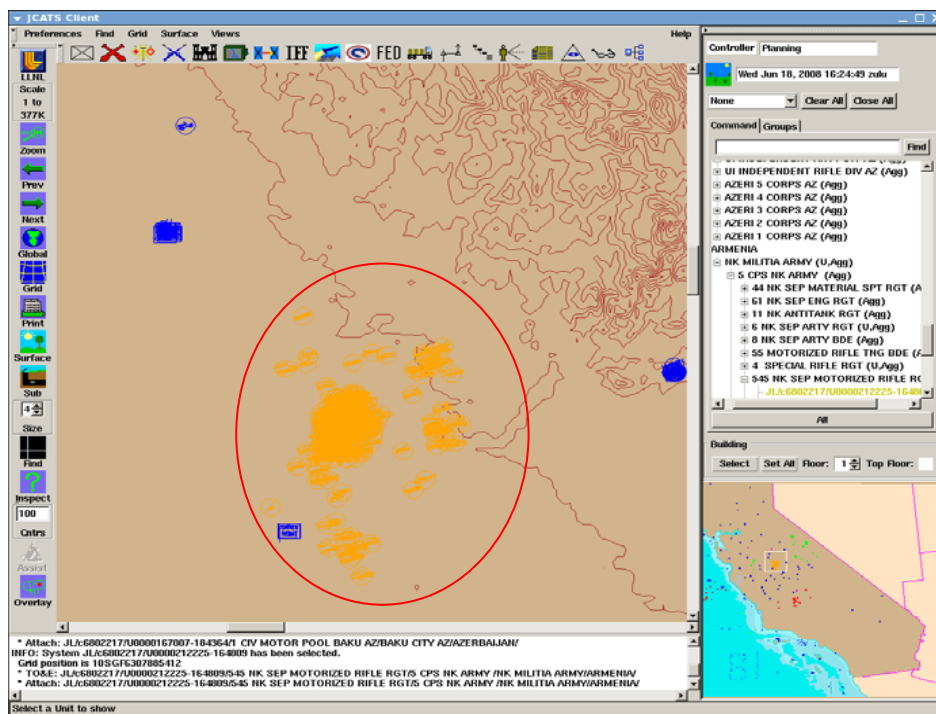
由這些設定項目可看出 JCATS JLVC Bridge 在連網設定上之基本功能，並可發現 JLVC Bridge 提供了效能調校以及偵錯功能，細部設定特點包括

- 利用 HLA 使用權管理(Ownership Management)功能將系統(System)或兵力單元(Unit)之使用權轉移給聯模演訓(Federation)中的其他聯模單元(Federate)或可由其他聯模單元獲得兵力單元(Unit)/群組(Aggregate)/系統(System)之使用權
- 降低頻寬(Bandwidth Reduction)：透過設定時脈(Heart Beat)及對於載具成員(Mounted Crew) 或旅客(Passenger)不予發布(Publish)之方式達成減少頻寬需求的目標

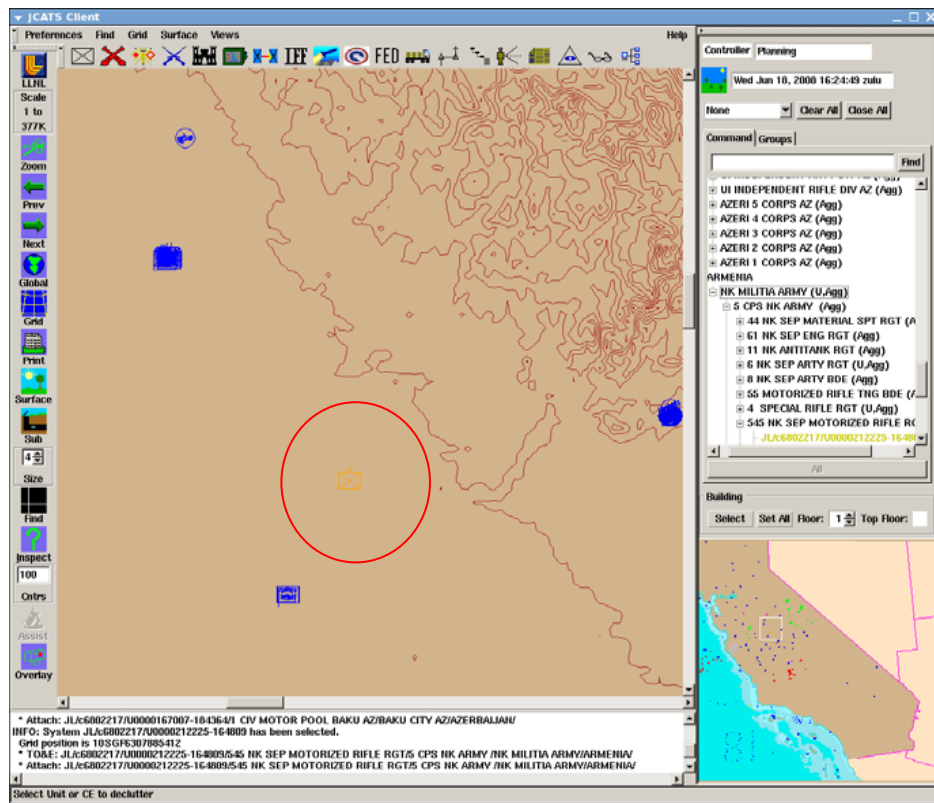
- 預設時脈(Default Heart Beat)：120 Sec, 飛行中航空器為 12 秒鐘
- 關於被搭載個體(Mounted Entities)仍可透過設定，將特定個體之資訊發佈出來

3.1.2.1 兵力結構(OBS)檔案處理

JCATS JLVC Bridge 可讀取包含指揮階層資訊的 OBS 檔案，透過這些資訊，介面軟體(Bridge)可將外部模擬物件配置到實際所屬的方面(Side)並且加入到指揮階層中正確的階層位置，分解/聚合及搜尋功能均可執行，功能實例如下圖一，圖中橘色物件(圈選處)均為外部系統所匯入之個體資訊，透過讀取 OBS 檔案中定義之階層關係後，可以進行聚合處理而成為一個相關之兵棋符號(如圖二)，至於戰損狀態之回報是否亦可統整，則有待進一步研究。

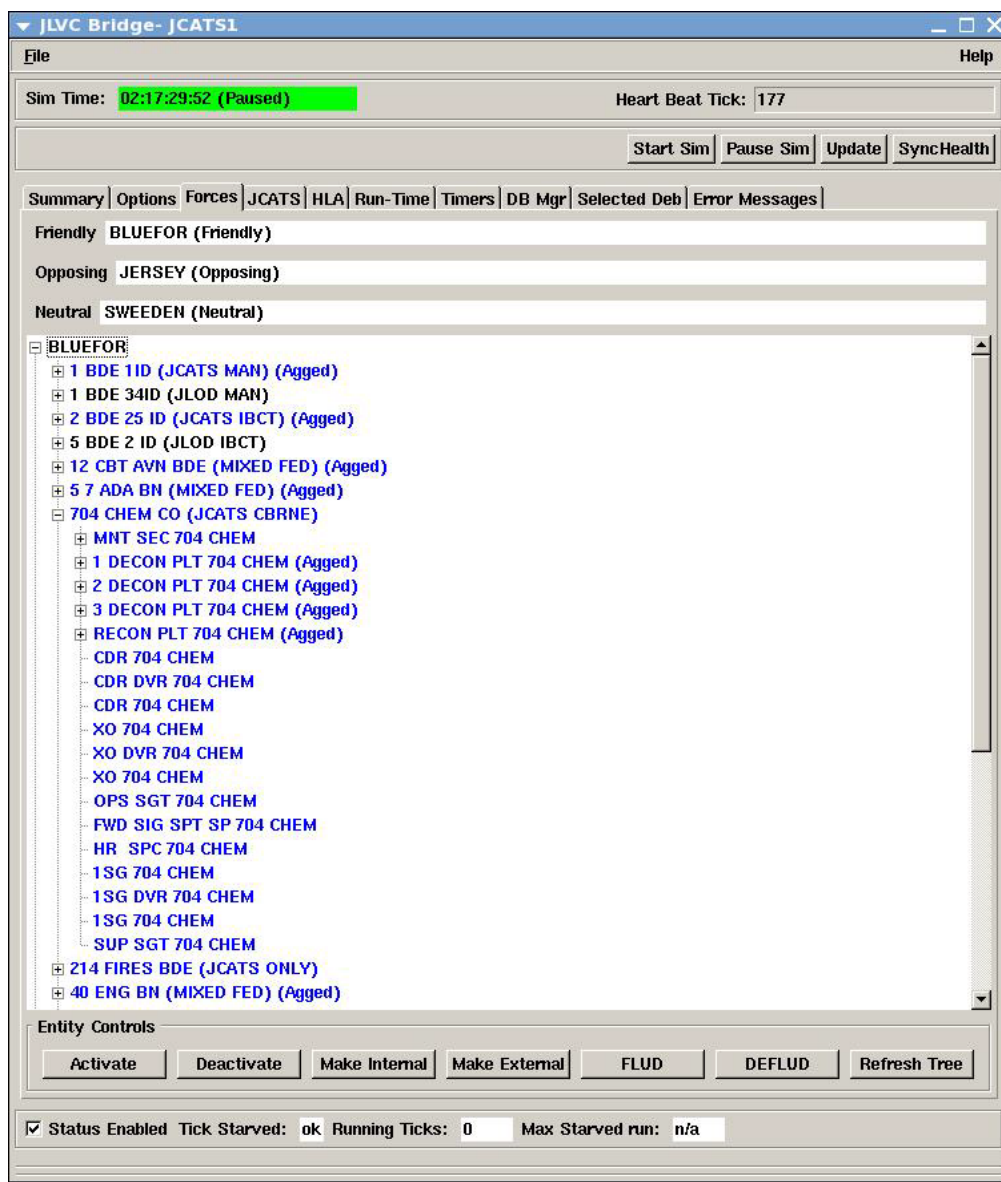


圖一、JCATS 外部模擬物件顯示



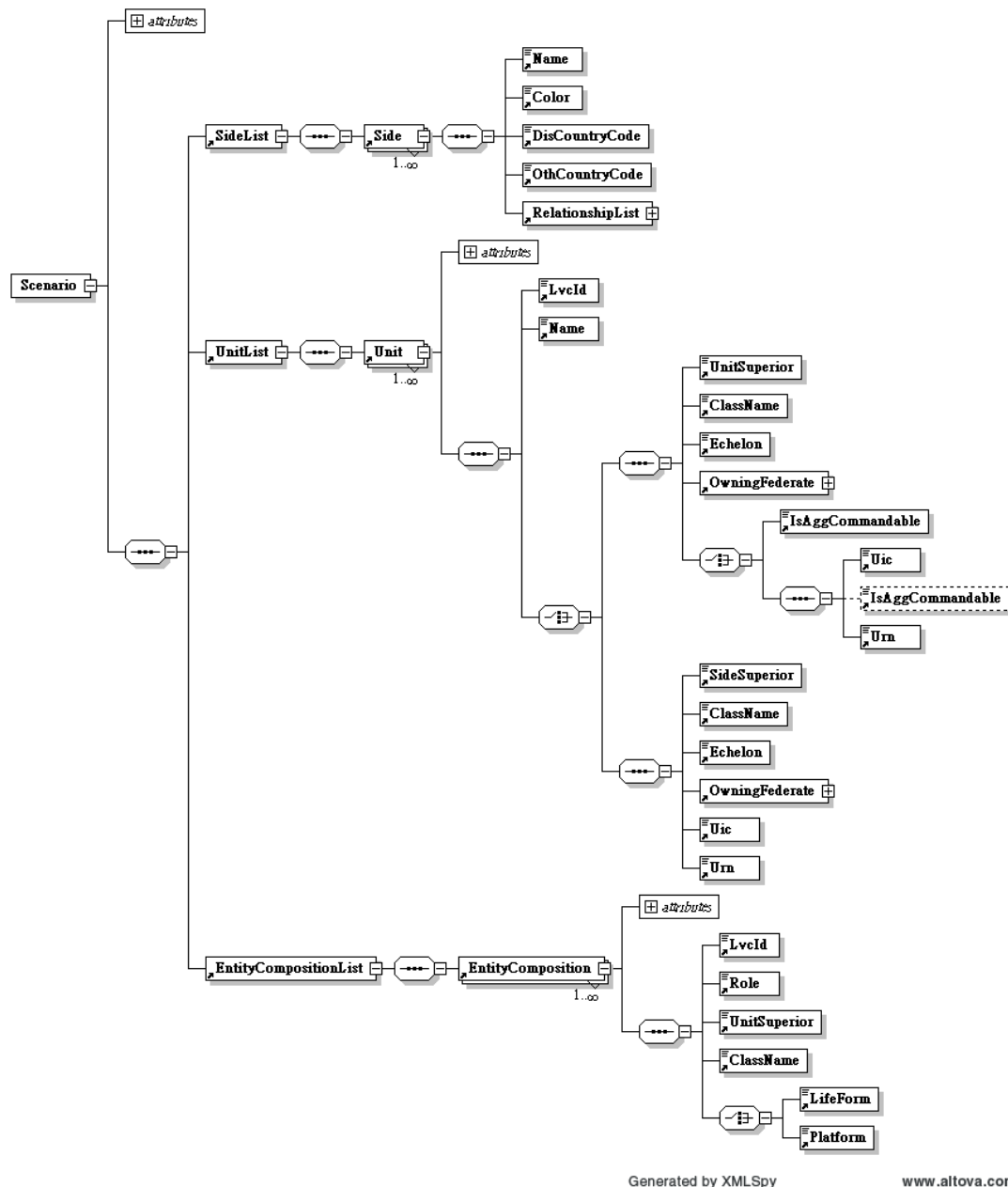
圖二、JCATS 外部物件聚合顯示

JCATS JLVC Bridge 處理外部物件時，外部物件如其 OBS ID 已定義於 OBS 檔案中，則在接收後 JCATS 會顯示於正確之方面與階層位置(如圖三)，而不像原來 DIS Bridge 處理後外部物件均是以影子單元(Shadow Unit)方式處理，但外部模擬物件 OBS ID 之設定以及與 JCATS 內部物件之對應是未來最重要的研究課題。



圖三、JCATS 兵力結構顯示

目前 JCATS Vista 可將 OBS 轉出成為可擴展式標記語言(Extensible Markup Language, XML)格式，利用 XML Spy 軟體分析 JCATS 系統產生之 OBS XML 檔案內容其結構(Schema)如圖四所示，



圖四、JCATS 想定檔案 XML 架構分析

由 JLVC Bridge 的設定工具軟體-JLVC Bridge Configuration Tool 中我們可以看出無論在 JLVC ID (OBS ID)，OBS 類別(Class)，甚至電波發射器/干擾器(Emitter/Jammer)都會使用到 OBS 相關資訊。針對 OBS ID 之處理，則是在 JCATS 想定編輯軟體 Vista 之兵力編輯器-Force Organization Editor 提供了 OBS ID 之產生修正與編輯相關功能，以利產生唯一之 OBS ID。

3.1.2.2 JCATS 聯模演訓互動功能

JCATS 聯模演訓互動功能(JCATS Federation Interplay)包括基本互動功能(Basic Interplay)、進階互動功能(Advanced Play)、構連野戰砲兵模擬系統(Advanced Field Artillery Tactical Data System, AFATDS)、C4I 資料介面模擬系統(Simulation to C4I Interchange Module for Plans, Logistics and Exercises, SIMPLE)等砲兵、C4I 模擬系統，分別說明如下：

- 基本互動(Basic Interplay，如表一)：支援常用之武器發射(Weapon Fire)及爆炸(Munition Detonation)兩項基本互動事件(Interaction)之接收與發送，並傳送核生化報告(NBC Report)及損害評估(Damage Assessment)兩項評估或報告訊息。

表一、JCATS 基本互動功能

Interaction	Sends	Receives	Notes
Weapon Fire	Yes	Yes	
Munition Detonation	Yes	Yes	
NBC Report	Yes	No	
Damage Assessment	Yes	No	Diagnostics of external entity engagement with a JCATS system.

- 進階互動(Advanced Play)：多套 JCATS 系統亦可同時加入一個聯模演訓(Federation)進行互動，彼此採用相同之 OBS 檔案，透過 JLVC Bridge HLA 架構，進行資料交換與互動，兩者所負責之組織資訊可正確對應到指揮體系樹狀結構中，但前題應是模擬之兵力單元(Unit)或 System 可透過 Attribute Update 將自己的 OBS ID 傳送出來，這個部分牽涉到 OBS 匯入(Importing)以及物件 ID(OBS ID, Instance Number)的指定與唯一性問題，以及如何透過 FOM 指定相關 Attribute，此為透過 JLVC Bridge 進行聯網最值得進行後續研究之課題。
- 構連野戰砲兵模擬系統(Advanced Field Artillery Tactical Data System, AFATDS)以及 C4I 資料介面模擬系統(如表二)：相關支援功能如下表所示，JCATS 會傳送出 Call For Fire 需求以及相關 Report 功能，其中運

動命令(Move Order)、自由格式訊息(Free Text)、前進觀測官報告(Forward Observer report)、Radar Zone Update, Radar Search Update 等火力協助指管(Command and Control, C2)訊息，JCATS 系統在接收到之後會以圖形化方式進行顯示。

表二、JCATS 構連砲兵模擬系統及 C4I 模擬系統互動功能

Interaction	Sends	Receives	Notes
Call For Fire	Yes	Yes	Radars can Request a mission
Cancel mission	No	Yes	
Check Fire	No	Yes	
End of Mission	No	Yes	
Ammo State Report	Yes	No	
Fire Unit State Report	Yes	No	
Mission Fired Report	Yes	No	
Move Order	No	Yes	JCATS Displays a graphics CAC message of the order
Free Text	No		JCATS displays a graphics CAC message of the order
Forward Observer Report	No	Yes	JCATS displays a graphics CAC message of the order
Radar Zone Updates	No	Yes	JCATS displays a graphics CAC message of the state
Radar Acquisition	Yes	No	
Radar Search Update	No	Yes*	JCATS receives and displays the message, but does NO other processing

- 構連聯合後勤模擬系統(Joint Deployment Logistics Module, JDLM)：相關支援功能如表三所示，JCATS 支援各類 Report 功能，並接收來自 JDLM 之後勤狀態變更

表三、JCATS 構連聯合後勤模擬系統互動功能

Interaction	Sends	Receives	Notes
Resource Reporting	Yes	No	Class III and V
Resupply	No	Yes	
Maintenance	No	Yes	Sends out V3 unless disabled manually or not in the FOM. Will consume V1 or V3 as appropriate.
Health Update (HurtMe)	No	Yes	JDLM can degrade any system
Assessment Request	No	Yes	External federate can ask for a Resource report
Repair Complete	Yes	No	Ack to Maintenance?
Entity Creation	No	Yes	Either Replace or ADD systems
Org. State	Yes	No	Sends out V3 OrgState, or V1 if V3 is not defined in the FOM

3.1.3 JCATS 執行問題研討

針對我方所提出之 JCATS DIS Bridge 在位置推算法則(Dead Reckoning)存在的諸多問題，包括計算頻率的不固定、目標物遭摧毀後仍繼續外插送出位置更新等問題，LLNL 的答覆是該問題會在 JCATS 11.06 以後之版本解決，本所將在獲得該修正版本後進行測試。

由於國軍既有之 JCATS DIS Bridge 僅能傳送與處理個體層級(Entity Level)相關資訊，無法傳送整合後之聚合體(Aggregate Level)相關資訊，造成在戰術、戰損計算與整體後勤應用上之限制，經此次研討，LLNL 已明確答覆 JCATS JLVC Bridge 介面軟體已可以傳送及處理聚合後之部隊整體資訊，JCATS 之應用效益將有極大之提升，使得 JCATS 系統無論是向上連結更高層級之兵棋系統；或向下連結個體層級模擬系統(如模擬器或虛擬戰鬥空間模擬軟體(Virtual Battlespace 2, VBS2)之應用均可提供更大之運用範圍。

關於先前 JCATS 系統曾經推出一版為 JCATS 系統與 JTLS 系統連網所開發之 HLA 介面軟體-聯合多重解析模型 (Joint Multi-Resolution Modeling, JMRM)，該軟體是否可滿足我方對於 JCATS 系統之連網需求？LLNL 的答覆是 JMRM 介面軟體係於 2009 年開始進行開發，2010 年進行初步測試後即因為系

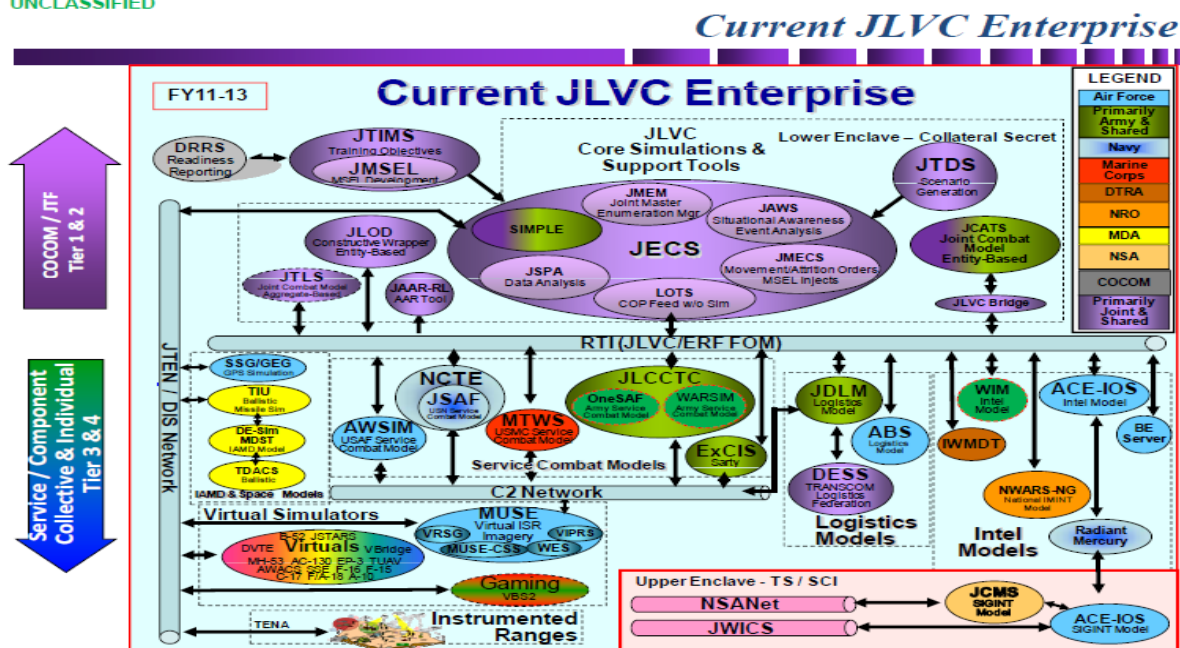
統問題而停止相關開發作業，相關功能均已由新版之 JCATS JLVC Bridge 所取代。

3.1.4 JCATS JLVC HLA BRIDGE 獲得方式

JCATS JLVC Bridge 在 LVC 連網功能上提供遠較 DIS Bridge 豐富之連網功能，其目的已不僅僅是一個資料轉換介面程式而已，所有 JLVC 連網所需之相關功能均已有所考量，對於國軍採用 JCATS 系統進行各類連網演訓，JCATS JLVC Bridge 實為一不可或缺之重要工具，透過本次參訪與研討已確認該介面軟體符合我方需求，LLNL 亦已同意將該軟體提供我方使用，LLNL 透過美方與國軍之正式軟體轉移管道進行相關軟體與文件之申請，並送交美國在臺協會 (AIT) 及國務院，俟獲得出口許可後，軟體與文件將直接轉移給國軍負責 JCATS 應用之聯演中心統籌規劃運用。

3.1.5 合成化戰場演訓 (LVC) 應用經驗分享

UNCLASSIFIED

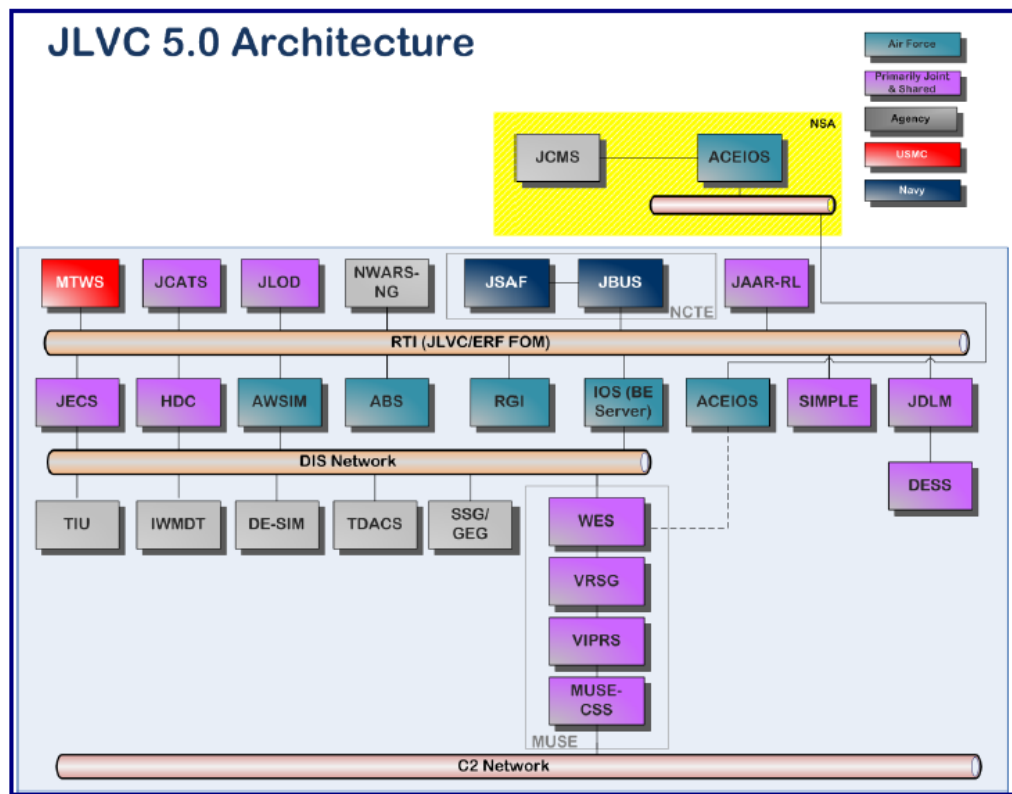


圖五、目前 JLVC 架構(JLVC 2013)

依據 LLNL 所提供之資料，目前美軍在 JLVC 系統運用上之架構如圖五所示，所包含之系統含括了美國三軍及陸戰隊之各式模擬系統，內含不同的服務、開發工具、演訓系統以及推演管制與訓後回顧等輔助系統。JLVC 是一個龐大的

整合架構，以 JLVC 技術架構，最主要的功能在於提供聯合演訓所運用之各類 LVC 系統間交互運作(Interoperability)的能力，所採用的架構、協定與訊息標準包括：

1. 高階模擬架構(High Level Architecture , HLA)介面規範-HLA DOD 1.3, 2 April 1998.
2. 分散式互動模擬協定(Distributed Interactive Simulation, DIS) – IEEE Standard 1278.1a-1998, IEEE
3. 測試與訓練實現架構(Test and Training Enabling Architecture, TENA) – TENA Architecture Reference Document, version 2002.
4. 視距外目標物描述標準(Over-the-Horizon Targeting GOLD) – Operational Specification for Over-the-Horizon Targeting GOLD (OS-OTG), Baseline 2004
5. Link 16標準 (Link 16) – MIL STD 6016C, DoD Interface Standard – Tactical Data Link (TDL) 16 Message Standard
6. 美軍訊息文字訊息標準格式 United States Message Text Format (USMTF) – MIL STD 6040, DoD Interface Standard – U.S. Message Test Formatting Program, Baseline 2008.



圖六、JLVC 5.0 架構

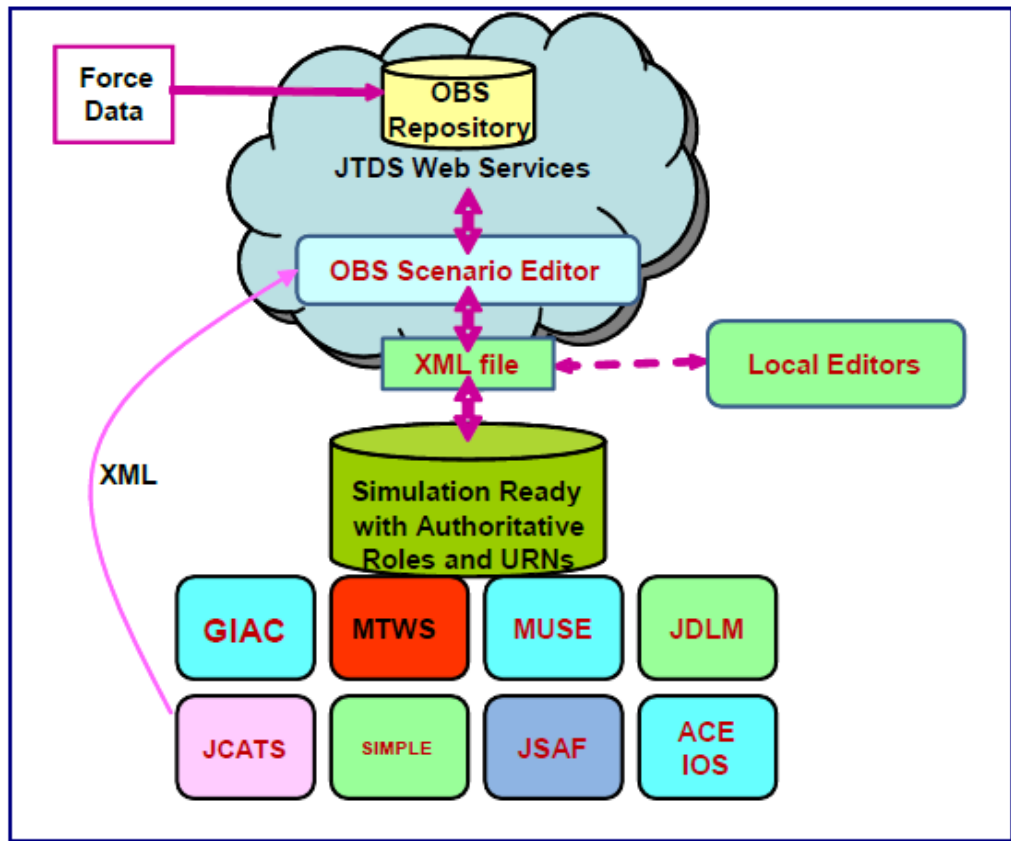
在 JLVC 5.0 版的架構中(如圖六)，主要是由三大網路協定系統來構聯所有的模擬系統，包括 HLA 標準的 RTI 網路協定系統(採用 JLVC/ERF FOM)、DIS 網路協定系統以及指管(C2)網路系統，其中部分模擬系統可界接不同網路協定，扮演資料轉換的核心角色。

JLVC 架構所構連的主要模擬訓練系統包括：

- Air Warfare Simulation (AWSIM); 空軍
- Air & Space Constructive Environment Information Operations Simulation (ACE-IO); 情報
- Joint Conflict and Tactical Simulation (JCATS); 地面與特種部隊
- Joint Deployment Logistics Module (JDLM); 後勤
- JCATS Low Overhead Driver (JLOD); “wrap around” 地面與海軍
- Joint Semi-Automated Forces (JSAF); 海軍
- Marine Air Ground Task Force (MAGTF) 戰術武器系統模擬(MTWS)

- National Wargaming Simulation Next Generation (NWARS NG); 情報
- Joint Exercise Control Suite (JECS); JLVC 演訓管理

演訓場景的編建與互通是 JLVC 系統所必須具備的基本能力，LLNL 的 Will Belue 先生多次提到了「聯合訓練資料服務(Joint Training Data Services , JTDS)」。JTDS 是一套網頁介面之快速場景產生工具，該工具主要分為地形、環境資料及兵力結構二大部分，JTDS 目前支援美軍各類 JLVC 聯模演訓之使用者、空軍模式模擬訓練套件(Air Force Modeling and Simulation Training Toolkit , AFMSTT) 以及陸軍的「聯合陸戰建構式訓練能量-個體解析度層級連網演訓」(Joint Land Component Constructive Training Capability Entity Level Resolution Federation, JLCCTC-ERF)，JTDS 產生之地形資訊可支援 JTLS、JCATS、海軍的 JSAF 以及陸軍的 OneSAF 系統，據悉 JTDS 亦將轉換為支援共用地形資料(Common Database, CDB)格式，此一發展與接下來參訪 Presagis 公司的形成產生了有趣的關聯性。



圖七、JTDS OBS 架構

在兵力結構(OBS)部分 JTDS 建有 OBS 資料倉儲(OBS Repository)(如圖七)，相關資料是由兵力編裝資料所產生，透過 JTDS 網頁介面，場景編輯人員可以由 OBS Repository 編建所需之 OBS 場景資料，並產生 XML 格式之資料檔案，進而供各模擬系統演訓使用，JCATS 本身亦可以產生 OBS 資料匯出給 JTDS 完成兵力部分之場景編輯，據 LLNL 表示，該部分之 XML 結構未來考慮採用 MSDL 格式。

Will Belue 先生亦提到 JCATS 系統構聯“聯合陸戰建構式訓練能量-個體解析度層級連網演訓”(JLCCTC-ERF)的經驗，JLCCTC-ERF 是利用連網整合建構式模擬系統(Constructive)模擬各類作戰行為，產生模擬情資，以驅動(Stimulate)戰情 C4ISR 系統，提供參謀人員進行聯合指參作業訓練，參謀人員必須在執行作戰任務時，針對 C4ISR 系統所匯入之各項情資進行妥適之處置，訓練對象為旅營級參謀人員，JLCCTC-ERF 整合了 JCATS 系統、火力支援模擬系統(FIRESIM XXI)以及防空作戰模式模擬兵棋系統(EADSIM)以及後勤支援模擬系

統(JDLM)作為情資訊息的來源，JLCCTC-ERF 亦可透過相關之聯網軟硬體介面，整合陸軍作戰訓練中心(Combat Training Centers, CTC's)的 LVC 各式模擬系統，我方可依據相關經驗整合 JCATS 系統建構指參訓練系統。

3.2 SIMBLE 公司

Simble 公司位於聖荷西市 Saratoga 鎮，該公司主要發展重點為履帶車輛運動方程式建模、模式模擬軟體及運動分析軟體的開發。該公司除與美軍有多項合作計劃外，亦涉足商、軍用輪車動態模式的研發。此次參訪目的在了解 Simble 公司現階段產品開發的成熟度及穩定度、動態建模技術、產品研發方向，俾利後續我方陸基型運動載具模擬器研製運用。會中另將我方實際執行戰車模擬器研發所遇困難問題與該公司工程技術人員研討及交換意見，藉由類似產學合作模式，兩方經驗交流，獲得解決問題的可行方法。

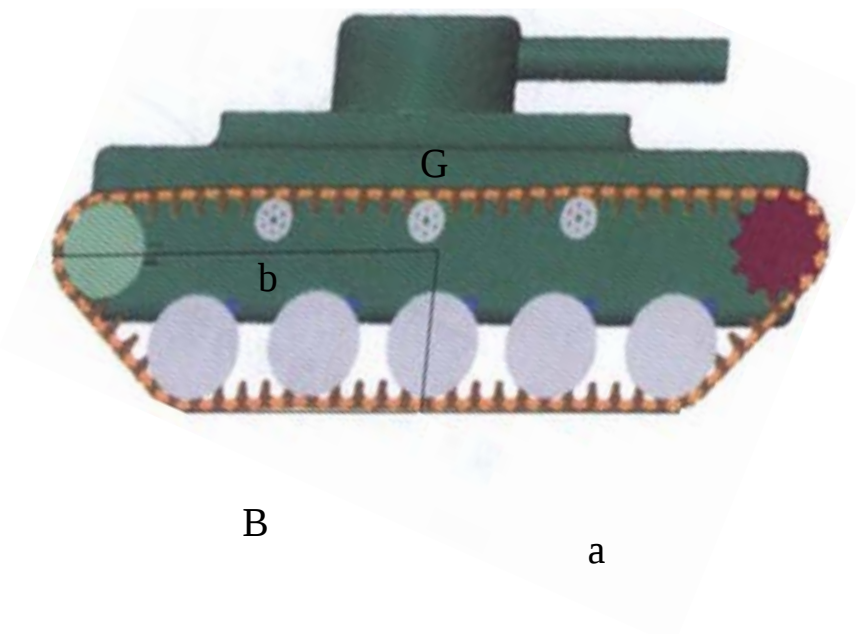
3.2.1 戰車動態模擬通過特殊地形設計研討與心得

戰車在戰時或平常訓練時都會遇到特殊的地形與地物，如天然屏障及人工障礙。天然屏障包括：壕溝、彈坑、樹林、高低斷面、側斜坡與上下斜坡、沙地、河流及泥濘地等；人工障礙包括：反坦克深壕、小型斷崖、垂直壁及雷區等。因此戰車模擬器要能模擬出車輛跨越壕溝、爬越垂直土堤、涉水穿越河流及池塘、行駛於鬆軟路面、越過斜坡等，則地形地物的設計必須配合戰車動態方程式與動力學，使其動作仿真度與實車相仿，俾學員使用模擬器時，就能體驗通過特殊的地形與地物的感覺，等後續進入實車訓練時，學員能駕輕就熟。Simble 公司依據不同特殊地形限制進行戰車動態設計，使戰車動態模擬表現，依據不同地形地貌，能適切的展現。

(一)克服壕溝動態設計：

要模擬戰車通過壕溝的動態，必須考慮壕溝的寬度、戰車的車長及重心位置，另駕駛的方法亦會影響動態效果。當戰車緩慢行駛通過壕溝時，若重力作用線於車頭和對面的壕壁接觸之前就超出負重面，則戰車前半部就會掉入壕溝

中；若重力作用線還未到對面的壕壁，而坦克的尾部已和最早接觸之壕壁脫離，則坦克的尾部就會掉入壕中。所以戰車克服壕溝的可能性取決於戰車兩端支撐點和戰車重心在行駛平面上的投影距離。若取主動輪與地輪軸心為兩端支撐點，則戰車可克服的最大壕溝寬度為 a 及 b 中的較小值(如圖八)。現代戰車設計其兩端支撐點長度為 $a+b$ 介於 5 m 及 6 m 之間，重心約位於履帶接地段中心，所以當戰車緩慢行駛通過壕溝時所能克服的壕溝寬度大約為 2.5 m~2.8 m。故為了增加戰車通過壕溝的真實感，除需考量壕溝寬度設計且需將動力學之重心位置設計在履帶接地段中心位置。



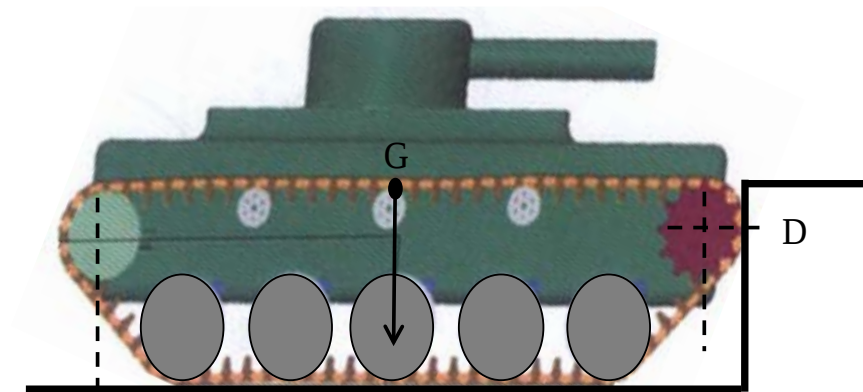
圖八、戰車越壕動態模型

(二)克服矮牆(土堤)設計：

戰車克服矮牆(土堤)的過程可分為三階段，其動力學限制及影響因素分述如下：

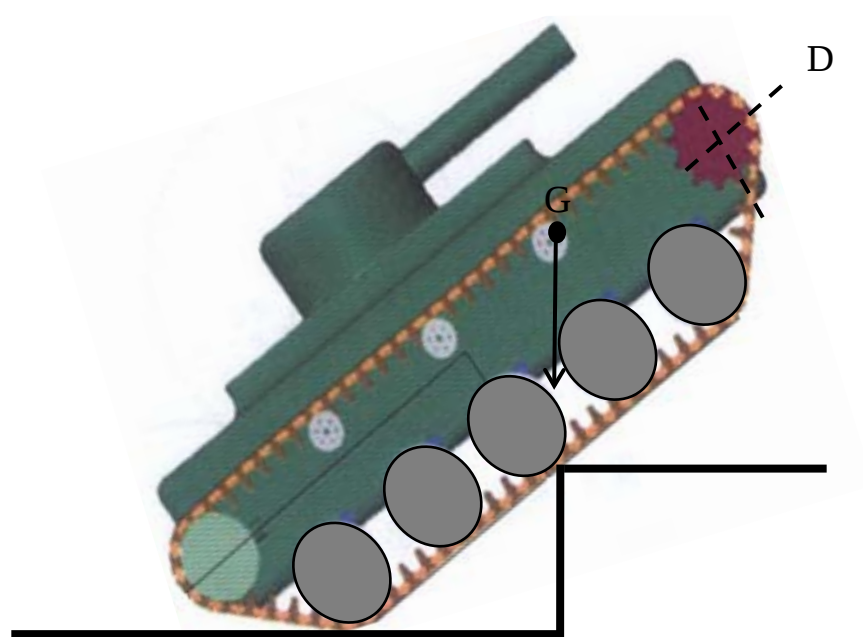
第一階段(如圖九)：戰車先緩慢行駛與矮牆接觸(D 點)，接續以旋轉運動使戰車車頭緩緩沿矮牆爬升。此時 D 點與戰車重心 (G 點)的高低就會改變。戰車位於

平面時，D 點低於 G 點，當戰車接觸矮牆時，增加動力產生逆時針的旋轉運動，此時戰車車頭上抬且尾部下沉，則 D 點高於 G 點，車頭就能爬上矮牆。



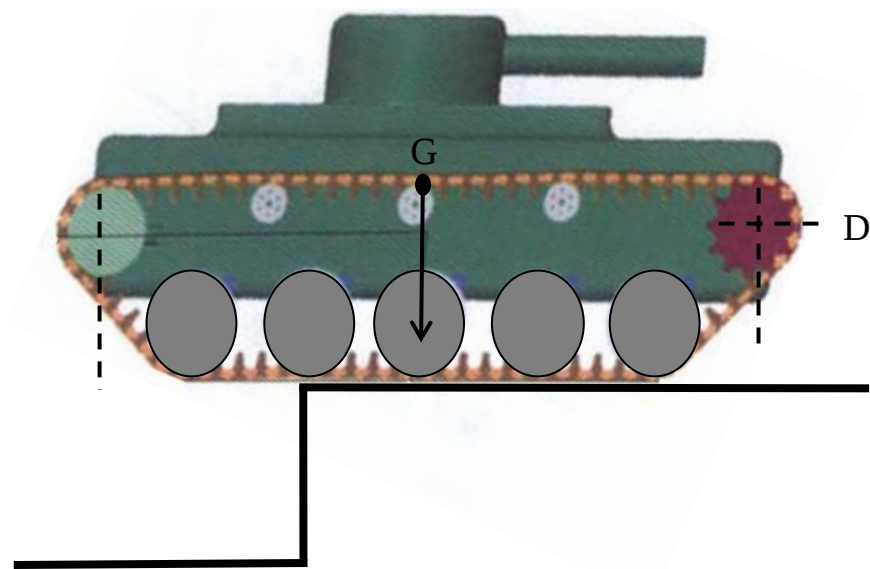
圖九、戰車越牆動態模型(一)

第二階段(如圖十)：指當戰車前輪置於矮牆垂直面上時，此時戰車重力作用線與矮牆垂直面重疊的時間。在此階段，依據使用時間及戰車與矮牆之相對位置，就可求出矮牆高度和戰車結構參數間的相關連性。



圖十、戰車越牆動態模型(二)

第三階段(如圖十一)：當戰車重力作用線通過矮牆垂直面而戰車位於矮牆頂部時，必須考慮戰車動態力學與矮牆頂部頂部的碰撞效應。若碰撞效應太強，可能會造成戰車不正震盪行為，形成非線性的動態行為模式，超出動態方程式數值計算範疇，導致戰車行為非原先設計。原本戰車應爬上矮牆，但因碰撞效應的影響使戰車又墜落矮牆，此情況是設計階段必須加以考量的。



圖十一、戰車越牆動態模型(三)

(三)路面材質對戰車承載系統的受力影響：

戰車行駛時，履帶承載系統為越野機動性優劣的關鍵因素，其原因為履帶承載系統承受戰車車體的重量，並使戰車接地壓力能降低且平均分布。而路面材質也會影響戰車履帶承載系統運作效能，進而影響其運動行為的動態表現。因此 Simble 公司也將路面材質影響因素納入戰車動態方程設計考量，針對履帶戰車之運動模式與不同材質路面交互作用力(地面阻力)進行研究。

(1)當路面為岩石地面時，分子間具有強大的嚙合力，故具有很高的強度及黏合性，這種路面之地面阻力不大，對戰車行駛動態影響較小。

(2)當路面為黏性地面時，其地面阻力之大小取決於土壤的濕度。當土壤較乾時，履帶履刺或凸起壓入硬的土層，地面可以提供足夠的反作用力，使履帶能以最小的動能順利轉動，地面阻力不大，對戰車行駛動態影響小。若土壤較濕時，則情況完全相反。土壤較濕黏性增加，履帶容易陷入濕土層，地面無法提供足夠的反作用力，所以戰車要克服巨大的地面阻力需耗費較大能量(大油門)。

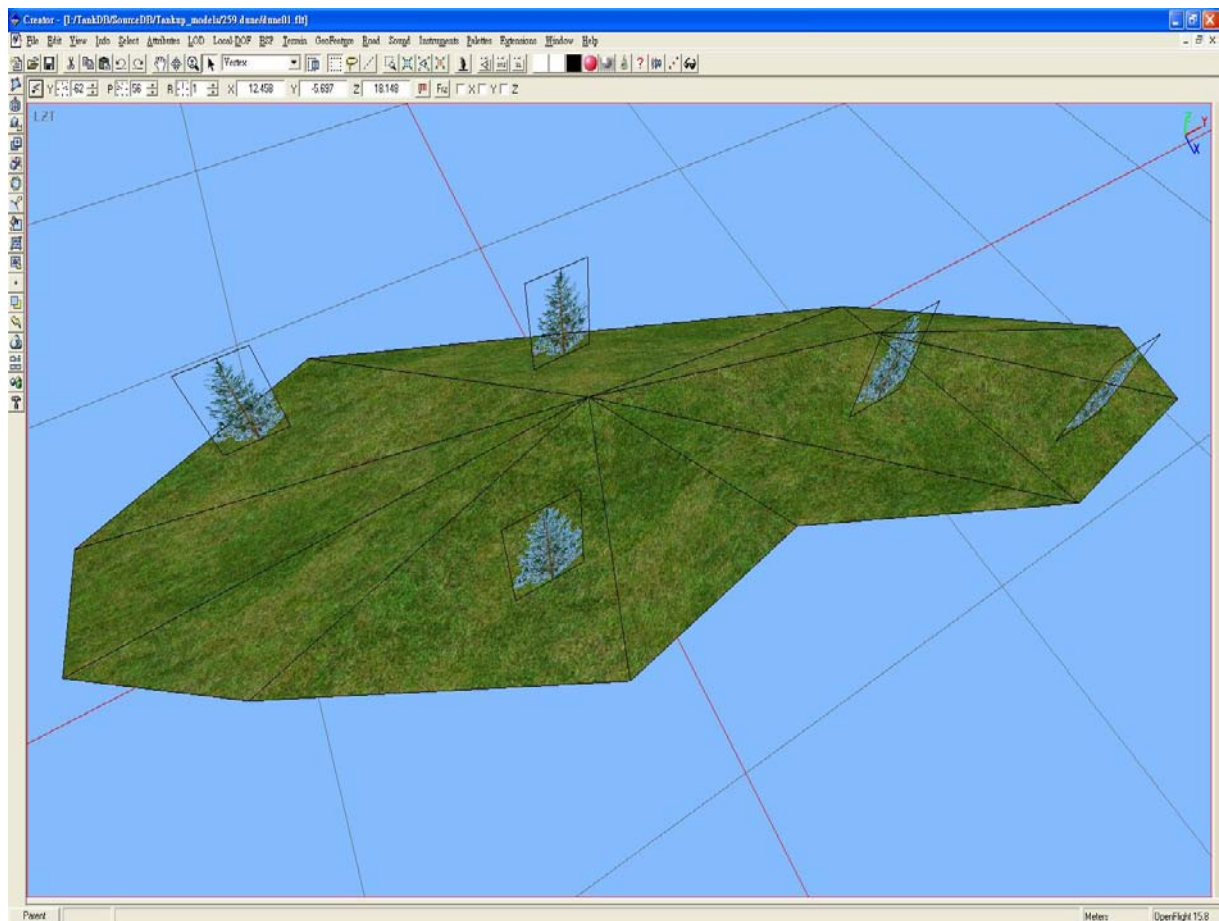
(3)當路面為砂礫地面時，戰車行駛其中砂粒會被擠壓到一邊，增加地面阻力。

(4)當戰車行駛過沼澤地或水稻田，戰車容易發生沉陷情況。地質對戰車的影響類似項次(2)，戰車行駛動態影響較大。

以上分析幾種常見路面材質，不同材質有不同的地面阻力，Simble 公司將此影響因素考量入戰車動態行為模式中，模擬戰車行駛動作時，不同地形才會有不同的駕駛方式及動態行為表現，增加模擬器的擬真程度。

(四)斜坡地型研究

討論完戰車動態模式通過特殊地形設計，我方提出一戰車模擬器實物設計問題與 Simble 公司負責人 Dr. Ken Chung 研討。當戰車碰撞非地形(可隨時建構或移除)之斜坡掩體時(如圖十二)，戰車會有卡住情況，導致車體無法後退。經與 Simble 公司工程人員研討，應為斜坡掩體之結構參數設計與原始地形結構參數在陵邊不一致，導致外型無法密合。當戰車與掩體碰撞時，碰撞效應程式偵測產生錯誤，且戰車六自由度運動方程式計算位置及姿態時亦發生連帶錯誤資訊，故戰車行駛停止無法後退。Simble 公司建議可修正掩體與地形之結構參數設計，另設定使用倒車檔(R 檔)及全油門時，自動關閉碰撞效應程式，如此可解決此問題。



圖十二、外加特殊地形設計

3.2.2 戰車動態方程式設計方法研討與心得

模擬時達到擬真的感覺，其戰車數學模型就不能過度簡化，否則所推導出來之二維三自由度的運動方程式運用在動態模擬時，其運動行為的真實感與細膩度跟實車的性能表現會有極大的差異，以致無法顯示出履帶戰車行駛於不同地形、地物的越野性能。Simble 公司負責人 Dr. Ken Chung 亦提及坦克車體是屬於多剛體系統，由底盤、車體、砲塔、砲管所組成，若由傳統的牛頓第一及第二運動定律來推導坦克車輛的運動方程式，會耗時費工，只要其中一小步驟疏漏可能會造成整體運動方程式，且不易檢查所發生錯誤點。為避免上述情況發生進而影響戰車模擬器的性能表現，Simble 公司採用 Kan's 動力學法則，將各剛體間正確的運動學關係輸入分析軟體 ADAMS 與套裝軟體 AutoLev，程式強大的運算功能會將多剛體系統正確的運動方程式推導出來，後續將戰車所

受到外界的作用力帶入戰車三維運動方程式中求解以計算出戰車在三維空間俯仰、偏向與滾轉的運動物理量。藉由 Simble 公司的使用經驗，Kan's 動力學確實適用於分析及建模多剛體系統，且其可透過電腦程式以系統與模組化推導物件的運動方程式。Simble 公司將複雜的剛體運動方程式推導作業運用套裝分析整合軟體，轉化成有系統的電腦執执行程序，得到正確推導的運動方程式，此種有效率的運作模式，是值得我方學習與使用的。

3.2.3 輪型甲車動態模型開發經驗分享

Simble 公司負責人 Dr. Ken Chung 說台灣地形的複雜是限制履帶戰車作戰的主要因素，台灣地形河流多、橋梁多、水田多、濕軟地多，這些對履帶戰車都非常不利。而輪型甲車在台灣這種公路相當發達的作戰地區特別合適，機動與速度是輪型甲車的優勢，若配合戰術戰法，所發揮之效果更大。Dr. Ken Chung 認為如果要選擇可以克服作戰地區的惡劣地形且 30 噸以上的甲車，則履帶戰車是很好的選擇。但在 30 噸以下，要重量輕、速度快適合於一般路面及開闊地形的車輛，則輪型甲車則優於履帶戰車。所以台灣適合發展輪型甲車，因此輪型甲車之動態方程式及動態模擬的建立是需要的，這些資訊對實車的試驗也有助益，例如：要驗證實車的越野及浮游能力，可先用動態模擬方式驗證，先期發現危安因子(如：車身重心偏高容易導致翻車、在泥濘顛坡地形運動超越障礙能力差等)。上述理論也可以運用在輪型甲車模擬器的動態分析與建模。

目前 Simble 公司於輪型甲車動態方程的分析與建模已有具體成果。Dr. Ken Chung 指出輪型甲車動態方程的設計與戰車設計最大不同點有兩點，第一點：因確保輪型甲車速度快及機動力高的特性，其重力作用線位置需經過重新計算，不沿用戰車的設計方程式；第二點：方程式的自由度不同，輪型甲車的前輪可左右轉向，其轉向運動動態會連帶影響縱向、橫向及偏航三個平移自由度的運動方程式，另外在水平地面行駛轉向時，對垂直方向自由度及俯仰、傾翻旋轉自由度的影響較小，若地形高低起伏不平，則垂直方向自由度及俯仰、

傾翻旋轉自由度的影響就要列入考慮。輪型甲車具有速度快及機動力高的特性，但相對的，行駛在各種路面的穩定性較差，因此 Simble 公司亦針對輪型甲車在泥濘顛坡地形運動、超越障礙地形及靜動態射擊時的穩定度進行分析。依據輪型甲車車體構型(長、寬、高)、全車重力作用線所在位置、輪軸軸距、武器設計結構、輪胎構型、引擎動力系統及增益穩定系統作用模式利用分析軟體 ADAMS 與套裝軟體 AutoLev 建立全車仿真模型及運動方程式，再利用全車仿真模型及運動方程式模擬，計算輪型甲車行駛於顛坡地形路面有射擊及無射擊時車輛有無偏移、側滑、俯仰過大或翻覆情況。上述模擬及計算數據都可供實車精進設計或輪型甲車模擬器場景設計參考。

最後與 Dr. Ken Chung 談到美軍近年戰術思想的改變，特別著重快速部署及機動打擊的作戰能力。且由於輪型甲車製造技術日新月異，使輪型甲車已成為美軍在戰場上頗受倚重的作戰裝備，其原因可歸納為：

- ◆ 機動性、對地形越野能力及車輛馬力等三項綜合評比優異。
- ◆ 車身防護力雖稍差於履帶戰車，但輪型甲車承載系統防護力卻優於履帶戰車。
- ◆ 可靠度及效益增加。
- ◆ 可配備於輪型甲車的武器日益增多。

基於上述原因，美國更積極研發機動力更快、防護力更佳及攻擊力更強的輪型甲車，因此 Simble 公司在新式輪型甲車動態模型開發地位就更彰顯其重要性。

3.3 PRESAGIS 公司

3.3.1 PRESAGIS 公司發展策略

由於蒙特婁的飛機製造業非常發達，眾多著名公司的總部都設在城市及周

邊地區。如世界第三大飛機製造商和軌道車輛製造商龐巴迪、世界最大的飛行模擬器製造商 CAE (公司)、貝爾直升機加拿大公司 (Bell Canada)、普惠加拿大 (Pratt & Whitney Canada)、加拿大航空公司等。勞斯萊斯和洛克希德·馬丁亦在此設有重要研發和製造機構。Presagis 公司為世界最大的飛行模擬器製造商 CAE 之子公司，在模擬產業之產品主要分為三大部分，包括

- 模擬：STAGE、SIM OneNet、AI.Implant、HeliSim
- 數位內容(Content Creation)建構：Creator(模型資料庫)、TerraVista(地形資料庫)
- 視覺化(Visualization)：VegaPrime(視效)、Lyra(視效)、VAPS(儀表、人機介面)

其中 Creator、TerraVista、VegaPrime 均為模式模擬產業界舉足輕重之重要產品，國軍相關模擬系統與 Presagis 公司亦有相當深厚之淵源，除利用 Terra Vista 及 Creator 軟體進行地形資料庫與模型資料庫之編建外，本院之戰機空戰演訓系統(TAS)系統以及漢翔公司之 IDF 中隊級模擬器(Unit Level Training Device, UTD)均採用該公司之 Vega Prime 軟體作為視效顯示，本組所開發之 F-16 模擬器亦採用了 Presagis 公司之 Lyra 軟體作為視效顯示。而 AH-1W 戰術模擬機亦採用了 Stage 系統作為假想目標物之產生軟體與戰術環境編輯軟體。

Presagis 公司除作為軟體供應商外，並且也是重要的標準/規範制定者，近年力推所謂的共用地型資料庫(Common Database, CDB)、共用視效產生器介面(Common IG Interface, CIGI)以及傳統之 OpenFlight 格式均為該公司所建構，全球地形資料庫 (Worldwide Database, WWDB) 則為該公司以 CDB 格式建置之全球資料庫，可作為各類模擬系統地形資料庫之基礎，只要以此資料庫為基礎，再針對特定區域予以強化或精緻化，即可快速建構出模擬系統所需之視效資料庫。

Presagis 公司近期承接以色列 Elbit 公司(Elbit Systems Ltd)之 F-16 戰機任務訓練中心(Mission Training Center)之視效資料庫專案，於今年開始執行符合

CDB 規範之視效資料庫以及 Vega Prime 視效系統，供以色列空軍訓練 F-16C/D 及 F-16I 戰機飛行員。採用 CDB 最主要之優點為「既有資料庫的可重複利用性」，迅速產生所需之資料庫，快速且動態的反應地形資料的變化，並且可一致與互相關聯地提供不同需求使用。

本次參訪之重點包括：

- 共用地形資料庫 CDB、動態地形與本院自行開發視效系統如何支援 CDB 等相關議題
- Presagis 公司在偵測器(Sensor)影像之解決方案包括合成孔徑雷達、紅外線以及夜視等。
- STAGE 進階功能研討。
- LVC 經驗分享。
- Vega Prime 進階視效功能。
- TerraVista 在建置 JCATS 系統圖資之相關功能。

此外，Presagis 公司並進行了三項展示：

- 3 channel 大型戰場顯示，整合 Stage/FlightSim/VegaPrime/DI-Guy，模擬個體數量約為 300 個。
- CDB 視效展示，整合 SeGen/Stage/Vega Prime 以及 Speedtree 軟體的動態樹木效果。
- 動態地形技術雛型展示，包含了不同的物理效果及回復(Rollback)功能，Presagis 的 Sensor 影像功能則是由其母公司 CAE 所開發，同樣為 CDB 相容(Compatible)。

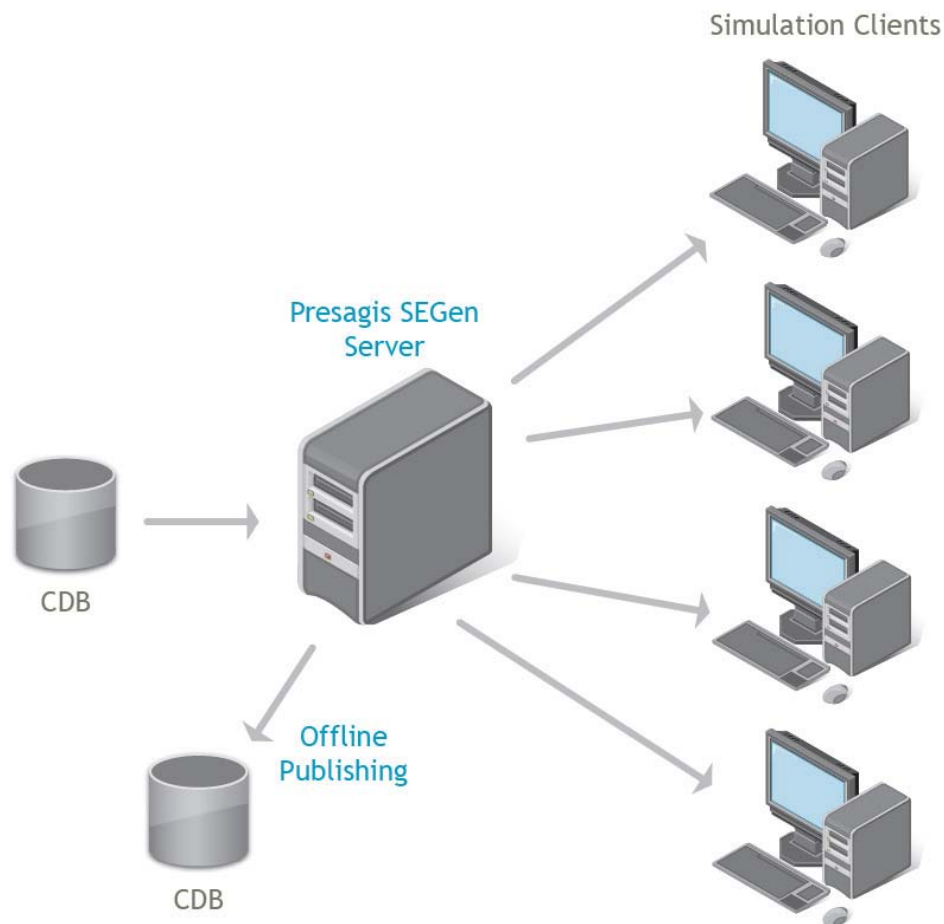
3.3.2 共用地型資料庫(CDB)發展現況與未來發展方向

傳統視效資料庫的開發方式，需在離線狀態事先完成，是一種量身訂製的方式且往往因為模擬系統之需求不同，而需要不同之工具或資料來源（如不同

解析度)，所產生之資料庫往往只能成為某系統所專用，甚至同一系統的不同視效分系統也會需要不同的視效資料庫。這樣的開發方式所造成的不僅是開發時程與經費的浪費，資料庫的可重用性(Reusability)低，資源的重複投資與浪費，一個新的專案可能就需要重新建置一次，且因為資料庫需事先建置完成，執行期間所造成的地形資料改變，無法動態反應在視效資料庫之中，造成動態地形效果長久以來一直是一個懸而未決的問題。

所謂的共用地形資料庫 (Common Database, CDB) 就是為解決前述問題所產生的解決方案，最早是為因應美軍特種作戰部隊在進行任務演練時需快速產生視效地形的需求而提出，CDB 基本上可視為一各種開放標準原始資料的單一存儲(Repository)，所儲存的包括影像 Raw(Binary)，點陣(Raster)，向量(Vector)以及 3D 物件等資料，CDB 在執行期(Runtime)透過執行期發布系統(Run Time Publisher, RTP)將各類型開放標準之原始資料經過轉換成各類用戶端(影像產生器(IG)、電腦合成武力系統(CGF)等)所需之資料，進而發布出去，因此可以達成資料在來源上的一致性與關聯性；以及達成動態地形 (Dynamic Terrain)功能，Presagis 本身推出一套名為 SeGen 的產品進行 RTP 功能，但 SEGen 與各客戶端 IG 間之資料傳輸格式/協定仍屬未知，此為本院 IG 如要支援 CDB 標準所必須獲得之資訊，此外據悉 Rockwell Collins 公司的 IG 系統目前也採用了近似 SEGen 的主從式架構以提升 IG 的效能。

就電腦合成武力系統等不需視效影像顯示的系統，SEGen Server 可快速由向量圖資及高程資料直接產生 1 公尺解析度之地形資料並提供各類地形高度與屬性、可視域、碰撞偵測等查詢功能，而就視效顯示而言，SEGen 提供通用衛星影像，而使用者可再依據需求進行細部之離線編修(Offline Publishing)。



圖十三、CDB 資料發布架構

目前 Presagis 的主力產品包括 Terra Vista, vega Prime 以及 Stage 全部支援 CDB，並且據 Presagis 表示會在今夏推出 Dynamic Terrain 功能的正式展示，CDB 依據經緯度將地形畫分為一塊塊的“地格”(Geotiles)，針對每一塊 Geotile 資料再區分為影像(images)，高程(Elevation)，材質(Materials)，屬性(Features)，光線(Lights)以及模型(Models)等圖層(Layer)，在動態地形處理(Dynamic Terrain)的做法上是由模擬軟體透過 DIS/HLA 將模擬訊息/事件傳送給一個負責動態地形處理的 DynEngine 軟體，該軟體透過 CDB 應用程式開發介面(API)通知 SeGen 進行動態地形的處理與計算，而 SeGen 再以 Notification 方式通知各用戶端某部分的地形發生改變，而用戶端則會重新載入這個區域新的地形資料，完成動態地形的處理，CDB 資料發布架構如圖十三。

3.3.3 電腦合成武力系統與人工智慧型目標物模擬軟體發展現況與未來發展方向

STAGE 軟體為一套電腦合成武力/兵棋軟體，支援 MIL-Std-2525b 兵棋符號、視效系統介面標準(CIGI)、HLA/DIS 連網標準、OpenFlight 地形資料標準與 CDB，STAGE 場景由以下主要套件組成，在架構上與目前本院開發之電腦合成武力系統一致：

- 場景管理器 (Scenario Manager)
 - 腳本編輯採用 XML 格式來存貯資料
 - 管理多重資料庫、想定和腳本
 - 戰場圖像/戰場情況感知(Situation Awareness Display, SAD)圖台
 - 圖形化使用者介面，以生成動態、互動、複雜、即時的戰場環境
 - 資料庫
- 模擬引擎 (Simulation Engine)：模擬引擎負責啟動假想環境。它可與場景管理器溝通，得到想定及個體的描述資訊，輸出關於想定推演的資料，並對模擬流控制命令作出反應。
- 開發套件 (Development Kit)

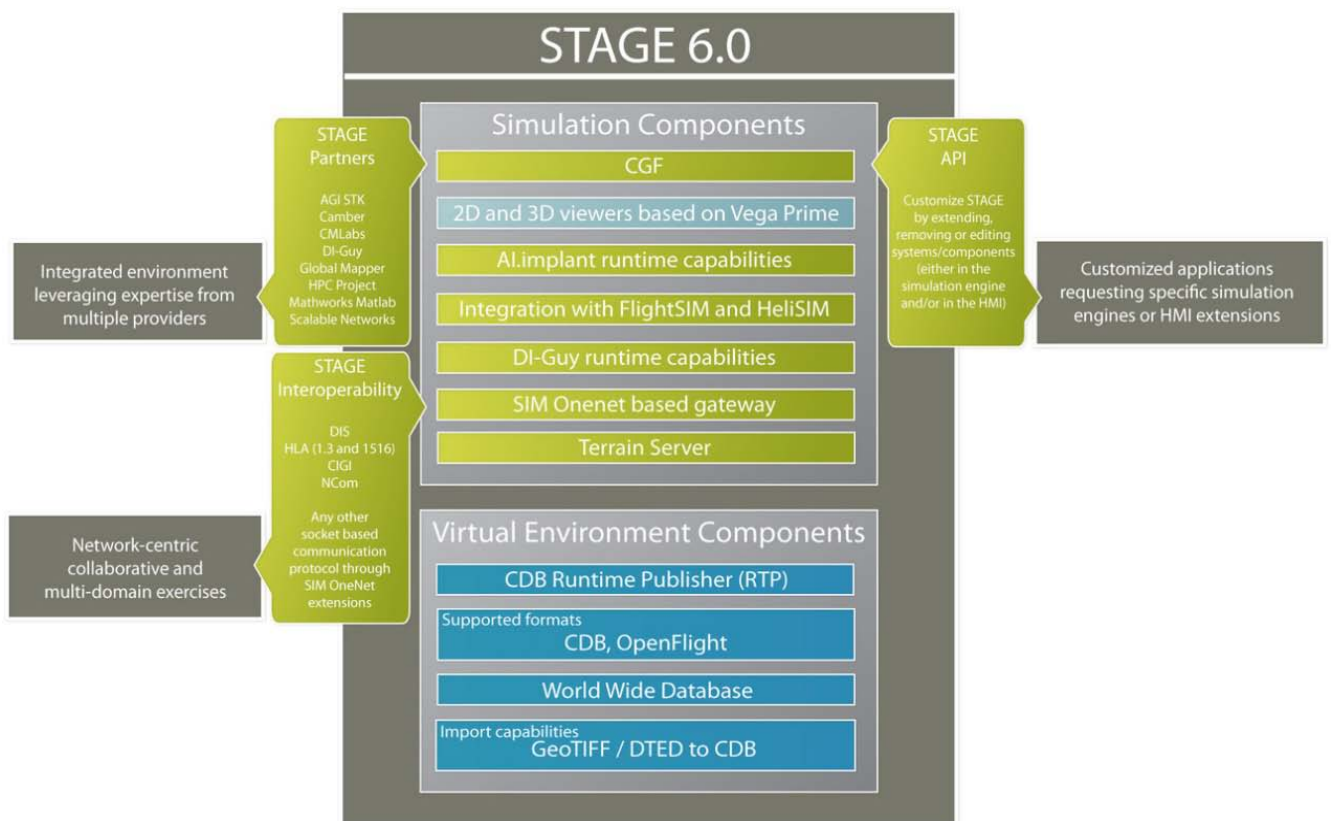
整合 STAGE Scenario 的模擬程式，來實現使用者對模擬行為的完全控制。

典型應用：

- 戰術想定分析
- 訓練，STAGE 場景可以用於各種訓練系統，例如空軍武器控制（航空火控）、導航和武器訓練系統、裝甲車火炮操作、指揮與控制、飛行訓練
- 真實系統和假想系統的模擬

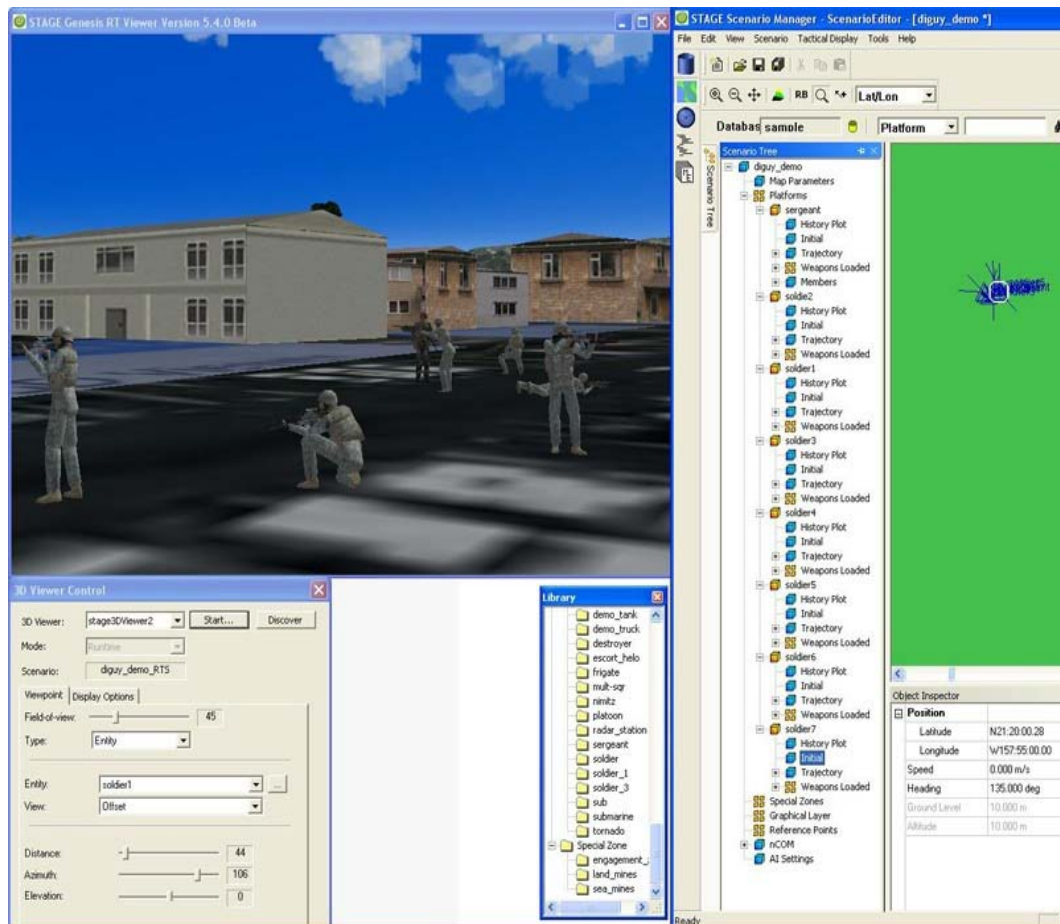
STAGE 場景提供標準的 DIS 介面，包括實體的狀態資料和模擬結果的輸出，以及外部程式對 STAGE 場景中實體的驅動，也可採用共用記憶體或 TCP/IP 通信方式。通過 STAGE 場景的使用者模組 (USER MODULE) 可對 STAGE 場景的介面和功能進行擴展，包括採用美國軍方最新標準的 HLA 來進

行建模和網路通信(如圖十四)。



圖十四、STAGE 軟體系統架構

本次瞭解之重點在於 STAGE 及與 AI.Implant 人工智慧行為模擬軟體之整合， AI.Implant 軟體可提供群眾與集體行為模擬以及城市中的車流模擬，適合城鎮作戰(Military Operations On Urban Terrain, MOUT)之模擬，可外掛於 STAGE 軟體，並可再整合人模軟體(DIGuy)進行人模顯示(如圖十五)。



圖十五、STAGE 軟體整合 DI-Guy 展示畫面

3.3.4 產品整合與完整解決方案(TOTAL SOLUTION)發展現況

Presagis 公司近年來除固守其開發工具與顯示軟體之市場外，亦企圖整合其公司產品提供整合性之系統產品(Total Solution)，在本次參訪中，該公司展示了整合 STAGE、CDB、VegaPrime 以及 HeliSim 之直升機模擬訓練系統，該公司將此列為高度機密，並且認為可提供空軍、無人飛行載具(UAV)以及地面作戰模擬系統等整合產品，但據觀察其產品仍屬雛型系統階段。就本院相關能量進行比較，雖在開發工具之技術能量遠不及 Presagis 公司，畢竟那是該公司耕耘多年所賴以立足之利基產品，但就提供整合模擬系統而言，以本院既有之經驗與能量，較之實有過之而無不及。未來持續關注 CDB 未來發展，並與 Presagis 公司保持連繫，並研析 CDB 規範與 CDB API 功能，探討本院自製視效系統支援 CDB 之方法與可行性，並進行與其他視效/地型資料庫相關產品(如 Rockwell Collins)在系統架構上之比較分析，以期與國際接軌同步發展，提升本

院相關產品之國際競爭力。

就此次國外參訪所見，本院模式模擬相關產品技術能量可媲美國外一流大廠，技術發展方向與系統架構亦與其一致，各廠商亦對本院相關在技術發展上之前瞻思考表示稱許與認可，國內相關模式模擬未來發展最為欠缺的是對於如何運用的思考明顯不足，以致無法由應用產生需求進而引導技術發展，這是與先進國家相比最欠缺之處，若國軍各單位能夠擴大對先進國家在模式模擬應用上之理解，思考國軍在模式模擬領域之運用需求，配合本院前瞻之技術發展，方能提升運用效益，精進訓練成效。

3.3.5 合成化戰場演訓 (LVC)應用經驗分享

Presagis 公司主要在 LVC 之應用上仍偏重於圖資之建置部分，該公司之 TerraVista 產品主要為資料庫產生工具軟體，為確保視效 3D 資料庫與教官台或兵棋系統上的 2D 圖資一致，其可同時產生 JSAF (JointSAF)、JCATS(DAF)、OOS(OneSAF)、VBS2、CDB 和 VR-FORCE 等格式，甚至合成化環境資料描述與交換規範(Synthetic Environment Data Representation and Interchange Specification, SEDRIS)格式。可滿足共用來源、圖資一致之合成化戰場圖資需求。也可產生雷達或感測器影像所需之特殊屬性材質資料庫。目前 CAE 公司有推出 LVC 整合方案，已有七個國家使用，而 Stage 軟體則在汶萊有相關的整合應用。相關細節 Presagis 公司並不願多作透露。

3.4 成果

一、確認介面軟體功能符合我方需求並獲得美方授權使用：

出國期間與 Lawrence Livermore National Laboratory(LLNL)及 Simble 公司工程人員研討，獲知 JCATS JLVC Bridge 在 LVC 連網資料傳輸界面定義與連網執行方式，並建立技術交流與諮詢管道。透過本次參訪與研討已確認此介面軟體符合我方需求，LLNL 亦已同意將該軟體提供我方使用。此成果對於國軍建置 JCATS 系統連網

演訓模擬有極大幫助。

二、獲知戰車動態建模技術及研發方向：

本次出國參訪獲知 **Simble** 公司研發產品的動態建模技術及產品研發方向。雙方針對戰車模擬器研發技術及問題交換意見，並建立技術交流與諮詢管道。此次出國所獲知識及經驗有利我方未來陸基型運動載具模擬器研製與運用。

三、確認共用地形資料庫可支援現行之視效及圖資系統技術：

本次參訪 **Presagis** 公司所獲得共用地形資料庫 **CDB** 支援本院自行開發視效系統技術及戰術圖資處理技術，對模擬器與兵棋系統之整合及協助三軍建構大型合成演訓戰場有極大助益。

肆、建議事項

- 一、建議與國防部聯合作戰演訓中心協調，在該中心獲得 **JCATS JLVC HLA Bridge** 相關軟體與技術文件後，能盡速移交本院進行測試與雛形應用系統發展，進而在建立相關執行與整合能量後，擴大至國軍合成化戰場相關應用。
- 二、建議採用 **JCATS JLVC Bridge** 作為 **JCATS** 系統聯網介面，並進行與既有模擬器系統連網測試，進行物件模型、傳輸效能以及異質連網基礎架構(RTI)互通等議題之研究。
- 三、**Presagis** 公司之 **CDB** 技術，為解決資料庫製作、資料庫重用與動態地形問題之重要發展方向，建議持續與 **Presagis** 公司保持連繫、關注 **CDB** 未來發展，並研析 **CDB** 規範與 **CDB API** 功能，探討自製視效系統支援 **CDB** 之方法與可行性，並進行與其他視效/地型資料庫相關產品(如 **Rockwell Collins**)在系統架構上之比較分析，以期與國際接軌同步發展，提升本院相關產品之國際競爭力。

附表、縮寫字一覽表

縮寫字	全文	中譯
AFATDS	Advanced Field Artillery Tactical Data System	先進野戰砲兵模擬系統
API	Application Programming Interface	軟體開發界面
CDB	Common Database	共通地形資料庫
CGF	Computer Generated Forces	電腦合成武力系統
DIS	Distributed Interactive Simulation	分散式互動模擬協定
FOM	Federation Object Model	聯模物件模型
HLA	High Level Architecture	高階模擬架構
JCATS	Joint Conflict And Tactical Simulation	聯合對抗與戰術模擬系統
JDLM	Joint Deployment Logistics Module	聯合後勤模擬軟體
JLCCTC-ERF	Joint Land Component Constructive Training Capability- Entity Resolution Federation	聯合陸戰建構式訓練能量-個體解析度層級連網演訓
JLVC	Joint Live Virtual Constructive	合成化戰場連網演訓
JMRM	Joint Multi-Resolution Model,	聯合多重解析模型
JTDS	Joint Training Data Services	聯合訓練數據服務
JSAF	Joint Semi-Automated Forces	聯合半自動武力模擬系統

LLNL	Lawrence Livermore National Laboratory	勞倫斯·利沃摩國家實驗室
OBS	Order of Battle Services	兵力組織
RTI	Runtime Infrastructure	連網基礎架構
SIMPLE	Simulation to C4I Interchange Module for Plans, Logistics and Exercises	C4I 系統資料交換模組模擬軟體
SOA	Service Oriented Architecture	服務導向架構