

主動適應地形越野車之設計與動態模擬

余志成* 李志強

國立台灣科技大學機械工程系

台北市

摘要

主動適應地形越野車 (Terrain Adaptive Vehicle), 常被用於危險環境及外星球勘探中, 為適應於崎嶇自然路面, 探測車須具有高度的障礙穿越能力及穩定度。本文將提出一種新型的可變形車身結構 (Adaptive Configuration Vehicle), 在滿足攀越高度障礙、地表裂縫及車身穩定性考量的前提下, 簡化機構、減少驅動馬達、與降低能源的損耗。在設計過程中, 為了解車輛各種運動模式及控制流程, 本文採用動態模擬系統軟體 (ADAMS) 進行機構運動模擬, 藉由地形與車體的相互作用關係, 找出控制車體變形機構的原則與步驟, 以驗證整個模擬、設計流程的正確性及完整性, 作為原型車機構設計修改的參考。

可變形越野探測車 Configuration

前言

越野車常用於非人為道路 (Off-road) 的運輸, 如沙漠、高山、叢林、海底等障礙地形的探勘。傳統越野車多採被動式懸吊系統, 配合輪胎或是履帶的運動方式。這種被動式懸吊的車輛, 在平鋪的路面與緩斜坡行駛時, 控制方式簡便且能得到較快的速度; 但若使用在天然地形的穿越上, 則常會遭遇問題。輪式車輛多藉由輪胎與接觸面間的摩擦力來跨越障礙, 但對於階梯式的障礙, 其所能攀爬的垂直高度往往不及車子輪徑的一半, 若遇到寬度大於輪徑的溝渠時, 更可能有陷入癱瘓的危險。履帶車在穿越障礙地形上雖有較佳的能力, 但會造成穿越地形的損壞, 且定位控制不易, 能源使用效率不佳。造成履帶車輛不適用於補給困難、燃料載重限制、且需無人控制的場合, 如在偏遠地區或外星球的探測上[3]。

『適形越野車』 (Terrain Adaptive Vehicle, TAV) [14] 結合機械人與越野車的概念, 多具有主動式關節以及可變形的車身結構, 以便於穿越如斜坡、高度障礙、地表裂縫、顛簸路面等崎嶇地形。一般可分為車輪式與腳行式。配合電腦視覺與自動控制, 便可應用於危險場所或無人場合的遙測; 如 Carnegie

Melon 大學的機器人領域中心所研發, 可在活火山口進行採樣任務的 Dante 八腳行走式機器人[1]; 與美國航空暨太空總署 (NASA) 計劃於火星探測所使用的探測車 (Mars Rover)[7], 都具備有適應各種地形、攀越障礙的功能。

適形越野車能感測地形的變化, 進而調整車身結構來主動適應地形, 因而大幅提昇了攀越障礙的能力[2]。而藉由主動式關節, 可調整各個支撐腳或驅動輪與地面的接觸力, 進行輪胎抓地力分配的最佳化, 減少驅動輪滑動所造成的能源損耗。且若部分元件故障或不幸車身翻覆, 也可藉由調整車身重心, 轉正車身並保持基本的運動能力, 也因而提高了探測車的可靠度[15]。

本文將介紹吾人所設計的四輪主動適應地形車 (Adaptive Configuration Vehicle, ACV) 的設計概念, 運用四輪獨立傳動與主動式機械臂的創新設計, 保有傳統四輪車操控的簡便性, 並滿足穿越高度障礙、地表裂縫及提高機構可靠度的要求。在設計過程中, ACV 與地形之間的作用關係與配合各種運動模態的馬達控制分析, 往往十分複雜, 本文採用電腦輔助工程分析系統 ADAMS (Automatic dynamic Analysis of Mechanical Systems) 模擬 ACV 的動態行為, 以作為原形車與控制系統設計修改的參考。

適形越野車的移動方式

適形越野車移動的方式大致可分為三種; 有如坦克一般的履帶式、或是模仿動物、昆蟲以『腳』來移動的機構、或是最為常見的, 藉著輪子的滾動來達到移動的目的

A. 履帶式

一般如軍事用的坦克車與土木工程所使用的推土機、挖土機等。其特點為接地壓力低, 越野性能較輪型車輛佳, 易於超越障礙及壕溝。最小轉向半徑較輪型車輛小, 能夠在較窄的地面轉向。但因為履帶車轉向阻力大及轉向平穩性較差, 轉向性、機動性能較輪型車輛差, 履帶車行駛時運動噪音高且能量消耗率

高,而最重要的是當履帶有滑動現象發生時並不容易偵測,此時定位就會發生問題。

B. 機械腳行走式

這種機器人式的適形越野車靈活性高,為三種結構中最不受地形限制的設計,絲毫沒有所謂迴轉半徑的問題,而且即使進入柔軟的沙地中也不會有像輪子或履帶會有空轉、陷住的情形發生如圖 1 的六腳行走式機械人 ASV。不過由於機構的自由度大,伺服馬達的需求也相對的較多了,相對的它的結構就會比較複雜,甚至於較為笨重。此種設計除了複雜的機構考量外,更需要有強大而穩定的控制系統輔助,因為除了動態平衡之外,行走時更包含靜定與靜不定之間的問題,而且在四足以上的設計中更有複合運動的情形。通常一支機械腳的設計會包含一個兩個旋轉自由度的股關節與一個旋轉自由度的膝關節,其運動方式則由各方所設計的差異而有所不同。



圖 1 六腳行走式的機械人 ASV [16]

C. 滾輪式

使用輪子作為其移動機構的適形越野車,傳動方式是由馬達驅動輪子。它的特點在於機動性高、運動噪音低、機構簡單、控制方便、燃料消耗率低,可有較大的巡行里程。但直接穿越障礙的能力受輪徑限制,因此在跨越障礙方面就必須依靠機構上的設計,如圖 2 的 Rocker-Bogie 形式,六輪以電動馬達獨立驅動,搖桿與車身以及搖桿與前輪連桿間的為被動式接點,自由擺動以保持與崎嶇地形的接觸。而圖 3 則以三節六輪式的車身,配合類似機械手臂的三個自由度的主動式關節連接相鄰車體,藉以改變車身形狀,因此跨越障礙的能力可更加提高,但控制較為複雜。本文所提出的適形越野車將採取四輪與主動式擺臂的方式,以減少驅動馬達、簡化控制方式,但仍保有跨越高度障礙與縫隙壕溝的能力。

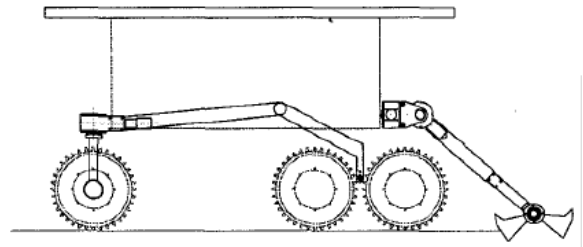


圖 2 Rocky 7 [7]

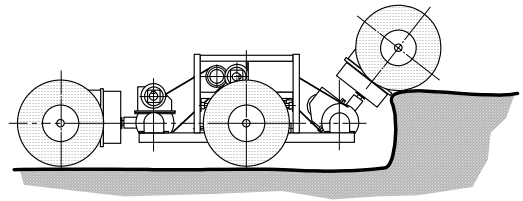


圖 3 Wheeled Actively Articulated Vehicle [6]

ACV 原型機構設計

圖 4 為本文所提出的主動可變形越野車(Active Configuration Vehicle)的概念設計,ACV 的整體結構可分成三個部分,包括中間部分的主車體以及兩旁對稱擺臂式的輪架。這種方式的優點在於行走於平坦路面時,可以傳統四輪單一車體結構的控制方式,而當遇到障礙時則可以多節車體的方式,利用較高的自由度來跨越障礙。一方面減少輪子與驅動馬達的數目,又能同時達到跨越障礙的功能。而在中央車體部分,將傳動機構設計在底部,朝上留空的部分便可以方便的配置所需的控制電路、機器手臂、各項負載、以及導航視訊辨識系統等等。

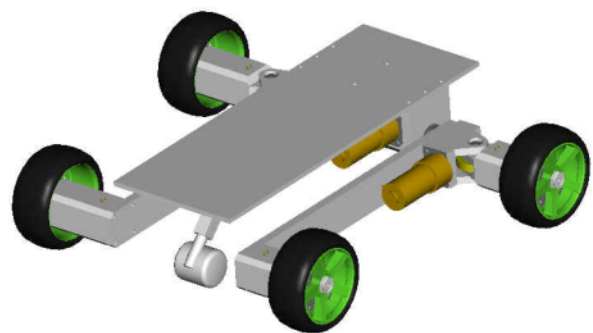


圖 4 ACV 結構組合圖

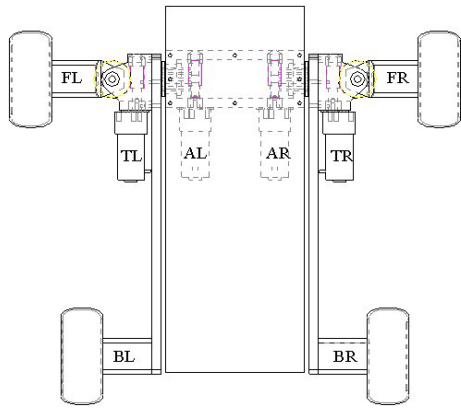


圖 5 馬達配置

ACV 共使用了八個直流馬達，FR、FL、BR、BL 四個馬達為四輪獨立驅動所使用，TR、TL 作為前輪轉向，AR、AL 兩顆作為輪臂抬舉使用。其配置及編號如圖 5。

在 ACV 在行進間的轉彎，可如同一般的車輛的轉彎方式，轉向機構由兩個獨立的馬達來控制，轉彎機構容許的角度為 $+46^{\circ} \sim -72^{\circ}$ 。捨棄了阿克曼轉向機構的方式，如此雖然增加控制的困難度，但也相對的提高了 ACV 運動時的自由度。因此 ACV 可原地轉彎，以減少轉彎半徑，適應崎嶇多變的地形。轉彎所使用的機構：由馬達直接帶動蝸桿，藉由蝸桿蝸輪 90° 傳動的特性來作為我們轉彎的機構。選擇蝸桿蝸輪作為減速機構的原因除了高減速比的考量外，『自鎖』是一個最大的考慮因素。

懸吊的輪臂具有一個旋轉的自由度，其帶動的方式與轉彎機構相同，是以蝸桿蝸輪的方式配置，蝸輪與旋轉軸固定於輪臂上，傳動的馬達及蝸桿則固定在中間車體，以達到輪臂旋轉的目的。

障礙的種類與穿越

為達到自動導航的功能，適形越野車需藉由環境感測裝置，如數位攝影機與雷達，掌握局部地形資訊，設計出最佳的穿越路徑，避免可能危害車輛平衡的路線。但不可避免的，適形越野車將遭遇到必須穿越障礙的情況，在可行性與不會翻覆的前提下，其主要障礙的穿越模式可分為下列幾項：

A. 顛簸地形

以定義上來說，顛簸地形就是一段路面起伏在傳統車輛不能忍受範圍的路面，簡單的說就是由於地形的關係，四個主要驅動輪中的其中一輪可能會因此懸空，使得輪子產生了空轉的情形，這就是所謂的顛簸地形，以傳統的四輪車輛而言，在顛簸地形行駛時，

主要依靠其懸吊系統作為適應地形的方​​式，如圖 6 為 ACV 的一種，這一個原型設計可以藉由其車身的主動式關節自由度來配合這崎嶇的地形，使車身能貼近地面平均分配荷重給每一輪，而中央車體部分則考慮到視訊系統的問題，所以可以將中央這部分的車體升起一個角度，以利 CCD 影像的擷取。

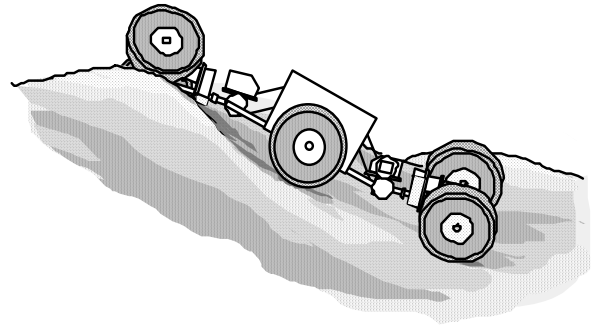


圖 6 顛簸地形

B. 高台障礙

而傳統的被動懸吊系統的車輛，可跨越障礙的高度往往不及車子輪徑的一半，也就是它所能穿越的高度障礙相等於最大顛簸地形的起伏。而 ACV 對跨越的障礙垂直高度，則因其結構設計而較高的彈性，如圖 7 其地形的高低起伏已超過輪子的直徑，無法直接穿越障礙高台，但可利用車身結構的形態改變而“爬”上障礙高台。

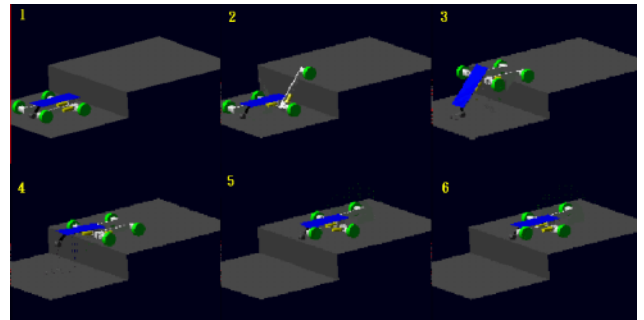


圖 7 ACV 跨越高台障礙

D. 地表裂縫

一般車輛無法跨越大於輪徑的縫隙，履帶車的穿越能力則較佳，而以機械腳方式移動的車輛，在遇到顛簸地形、高度障礙以及跨越縫隙時，則依靠著本身高自由度的機構達到攀越障礙的目的，如圖 8。

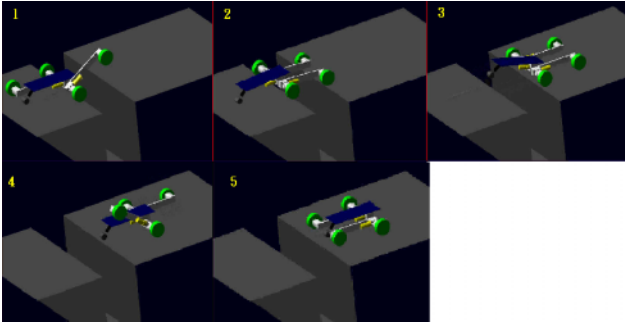


圖 8 ACV 跨越地表裂縫

E. 傾倒恢復

對於執行偏遠地區的探險，如外星球探勘的車輛本身應當具備有傾倒恢復的功能，以便能繼續的執行任務。這在傳統車輛、履帶車及機械腳的運動方式是不可能的，而 ACV 可藉由車身結構的改變，以轉移重心、以恢復平衡或利用主動式關節翻正車身，如圖 9 為 WAAV[6]對於側傾恢復的方法。

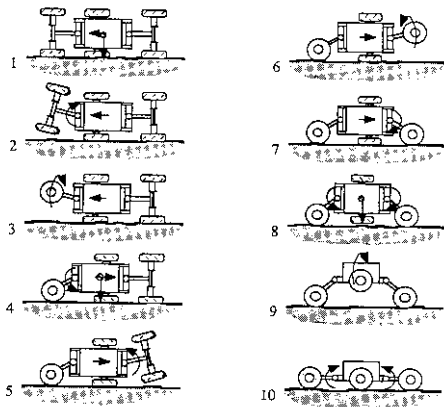


圖 9 WAAV 傾倒轉正

ACV 原型設計

圖 10 為本次設計 ACV 之機構外形尺寸，總長 437mm、寬 487mm、高 107mm，兩軸距為 300mm，可承載平面為 150x400mm²，輪高 110mm，各部詳細零件外型尺寸請參考附錄 A。

其中兩軸之間的距離是考慮到原地轉彎時，轉彎旋轉機構的限制所設計，300mm 會使原地轉彎時轉彎旋轉機構所需的角為 65 度，正好在其極限的 72 度之內。在底盤高度方面受限於輪子外徑與輪臂寬的關係，僅有 28mm。

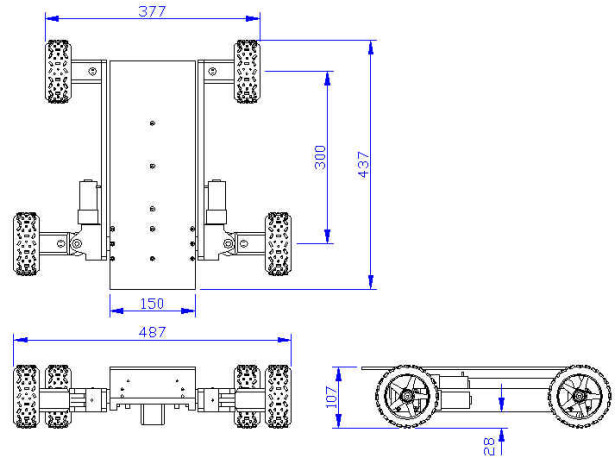


圖 10 ACV 機構外型尺寸

ACV 重心位置與傾倒關係

車輛行駛於崎嶇障礙地形時，可能因地形傾斜的緣故造成重心落於車身與地面接觸點所圍成的面積外，因而發生車身傾倒，吾人將藉由實體建模軟體 Pro ENGINEER 在建立模型的同時，一並設定好其材質，此時 Pro ENGINEER 將自動計算出 ACV 的重心位置，我們便可藉由此一重心位置，進而推測發生傾倒的角度，以供路程選擇與車體結構之控制。

F. 一般地形

由圖 11 所示，點 O 為車輛之重心位置，若以輪胎與地面接觸點為車輛支撐點，車輛行進方向為軸向的旋轉角 (roll angle)， α 為車輛在側斜地形行駛時，不致發生側傾之地形的傾斜極限角度；而車輛行進方向為徑向的旋轉角 (pitch angle)， β 與 γ 為車輛在下坡或上坡地形行駛時，不致發生前後翻覆之地形的傾斜極限角度。取 1.2 為安全因數，則 ACV 所容許的最大地形傾斜角 roll angle 為 $\pm 51.67^\circ$ ，而 pitch angle 則介於 -29.17° 與 $+58.33^\circ$ 之間。

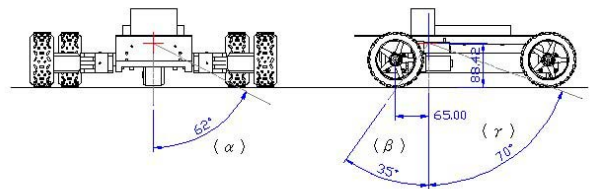


圖 11 ACV 重心位置 (平坦地形)

G. 高度障礙及斜坡

當 ACV 若是行駛在斜坡時須跨越高度障礙，因車身抬起重心向上移，使得傾倒的危險性增加，如圖 12 所示，取 1.2 為安全因數，則 ACV 所容許的最大

地形傾斜角 roll angle 為 $\pm 50.83^\circ$ ，而 pitch angle 則介於 -58.33° 與 $+22.5^\circ$ 之間。

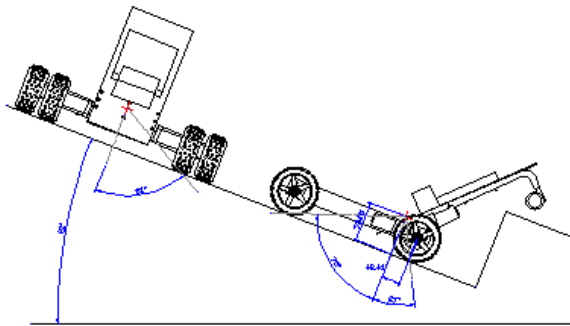


圖 12 ACV 重心位置 (高度障礙及斜坡)

H. 縫隙障礙及斜坡

同樣，當 ACV 若是行駛在斜坡時遇到縫隙障礙時，因車身變形所導致重心位置的改變，使得傾倒的危險性增加，因此計算在斜坡上執行跨越縫隙這樣的動作是必須的，一樣取 1.2 為安全因數，則 ACV 所容許的最大地形傾斜角 roll angle 為 $\pm 55.83^\circ$ ，而 pitch angle 則介於 -63.33° 與 $+15^\circ$ 之間。

運動模態分析

在運動模態分析方面，本文將 ACV 所有機構運動的方式以模態化的方式來分類，方便控制上的操作，舉例來說，當 ACV 在行進時遇到了類似階梯式的障礙，此時，我們只要輸入遇到障礙的高度，ACV 就會依照我們預先設定好的動作順序，跨越障礙。同樣在於直行、轉彎、高度障礙、跨越壕溝與傾倒轉正等等不同運動方式亦是以相同的方式來分類。另外在運動模擬分析方面，我們將搭配運動模擬分析軟體 ADAMS 做一輔助分析，將我們規劃好的運動模態在 ADAMS 裡頭先行模擬，一方面檢測機構的正確性，一方面驗證所設定的運動模組的邏輯順序是否正確。

模態判別

在將 ACV 的運動模態分類之前，我們必須先定義好判別模態的標準，例如車輛行進時若遇到突起物，此時車輛必須自行判別所應執行的運動模態，是當作顛簸路面或是高度障礙，則應事先定義清楚以供判別時的依據。

I. 高度障礙

在高度障礙方面，我們定義 ACV 底盤高度為其判別的標準，當 ACV 行駛時遇到高於底盤高度的突

起物時，即將此突起物設定為無法直接穿越之障礙，在無替代路徑可避免掉障礙物的情形下，執行前述跨越高度障礙的動作，而行駛時遇到低於底盤高度的突起物時，即將此突起物設定為可直接穿越之障礙，所以低於底盤高度的突起路面設定為顛簸路面。ACV 穿越高度障礙的高度範圍為 28~260 mm。

J. 縫隙障礙

在縫隙的判定上，則因地質與輪胎之間特性的差異，在定義上並不是很容易，相同的輪胎在鬆軟的地面與在堅硬的地面上因摩擦力的不同，這會有相當大的差異，就如同輪胎陷入沙地中是一樣的道理。而在本文中由實際實體的測試，我們定義了 2/3 輪子外徑作為縫隙寬度的標準，遇到大於 2/3 輪徑的地形裂縫時，ACV 將執行跨越溝渠的運動模態。目前 ACV 跨越溝渠的模態適用範圍為 73~260 mm。

跨越壕溝

在這裡就以跨越壕溝來說明模組化的方式，對於攀上某已知高度 h 的障礙高台，可計算出輪臂旋轉機構運動所需的旋轉角度關係，以及障礙物與車輛之間的距離。其跨越壕溝的作動順序如表 1 及圖 13 所示。

表 1 跨越壕溝

機構作動與控制順序		作動馬達編號							
步驟	說明	FR	FL	BR	BL	TR	TL	AR	AL
		Step 00	輸入指令編號						
Step 01	輸入障礙的高度								
Step 02	旋轉中間車體直到支撐輪著地							*	*
Step 03	旋轉抬起左輪臂直到跨上對岸障礙，同時左前輪驅動馬達配合以 50:1 速率旋轉防止打滑	*						*	
Step 04	旋轉抬起右輪臂直到跨上對岸障礙，同時右前輪驅動馬達配合以 50:1 速率旋轉防止打滑		*						*
Step 05	兩旋臂同時下壓使車體拱起略高於地面，同時車體向前進以防止因車體拱起而使跨在對岸上的車輪掉落壕溝			*	*			*	*
Step 06	車輛往前行進 ($V=50\text{mm/sec}$) 直到兩前輪跨上對岸			*	*				
Step 07	放下車體直到前輪接觸地面，並使支撐輪離開地面，							*	*

	與地面夾角為 45 度								
Step 08	車輛往前行進 300mm	*	*	*	*				
Step 09	放下車體直到支撐輪接觸地面，同時兩前輪驅動馬達配合以 50:1 速率旋轉防止打滑							*	*
Step 10	旋轉抬起左輪臂恢復至原位，同時左前輪驅動馬達配合以 50:1 速率旋轉防止打滑	*						*	
Step 11	旋轉抬起右輪臂恢復至原位，同時右前輪驅動馬達配合以 50:1 速率旋轉防止打滑		*						*

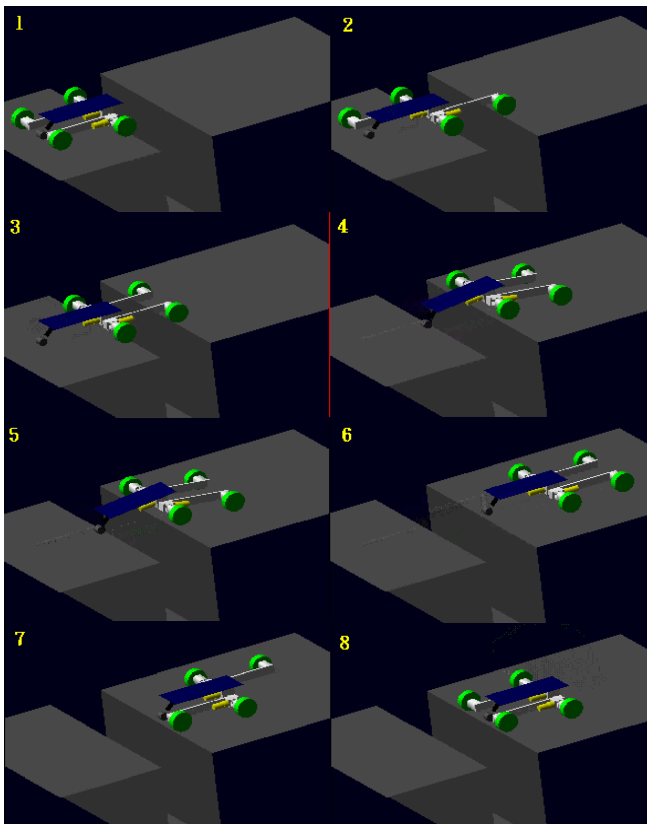


圖 13 ADAMS 跨越壕溝模擬圖示

ADAMS 模擬

在 ADAMS 模擬方面，我們亦執行跨越溝渠模擬，其中各旋轉機構驅動馬達在 ADAMS 裡將以 STEP Function 的方式來做控制，STEP Function 的語法如下：

STEP (x, Begin At, Initial Function Value, End At, Final Function Value)
Or STEP (x, x0, h0, x1, h1)

其中 x 為 STEP Function 的函數(通常為時間)，
h 為 STEP Function 的輸出。

模擬跨越溝渠時，我們將溝渠的寬度設定在 200 mm，模擬時間為 15 秒，各驅動馬達的 STEP 控制方程時序圖如下：

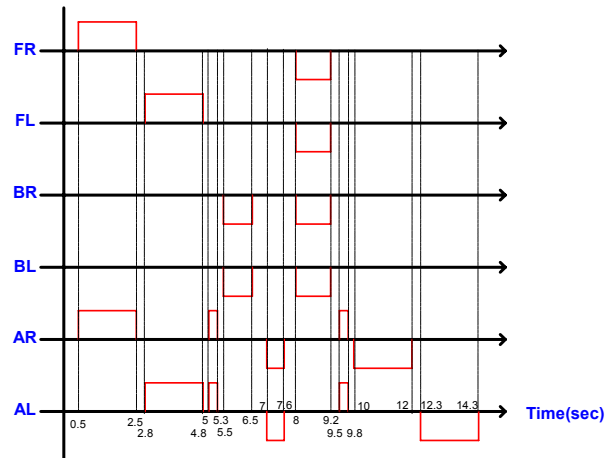


圖 4-14 跨越溝渠時序

ADAMS 零件受力分析

在零件受力分析方面將以跨越溝渠的模擬作為例子，在模擬的過程中，我們將在 ADAMS 裡設定一些量測的點，以紀錄整個車輛機構在運動模擬中每一個量測點的作用力變化。以輪臂而言，與輪臂這個零件相接觸的有前輪轉彎機構、後輪馬達座以及輪臂轉軸等，所以在 ADAMS 裡我們就在這幾個相接觸的地方打上量測的點，ADAMS 就會在整個模擬的過程中自動地紀錄下量測點的作用力變化，再與車體結構在靜平衡時的計算結果作比較：

表 4-2 動態與靜平衡結果比較

靜平衡最大反作用力	28.615 Newton
動態模擬最大反作用力	49.236 Newton

可發現動態模擬時所捕捉到的作用力值為靜平衡時最大反作用力的 1.72 倍，這可由圖形中有關峰值的問題來解釋，這些峰值出現的時間正好與馬達啟動的瞬間以及輪胎剛接觸地面的那一剎那是相吻合的，運動過程中加速度與碰撞造成的影響正可解釋這些兩個值相距甚大的原因，而這些由碰撞所造成的巨大力量由輪臂傳到蝸桿蝸輪，就由蝸桿蝸輪所承受，而不會對馬達直接造成損害。且由圖 15 的右圖可知 5.3 秒附近的狀態正好為之前所假設的最大受力狀態，且正好為靜平衡狀態，而由左圖中對應出 5.3 秒時受力值約為 30 Newton，這與我們所計算 28.615 Newton 相差 1.385 Newton，因此除卻峰值的問題，與 ADAMS 所模擬的結果算是十分吻合。

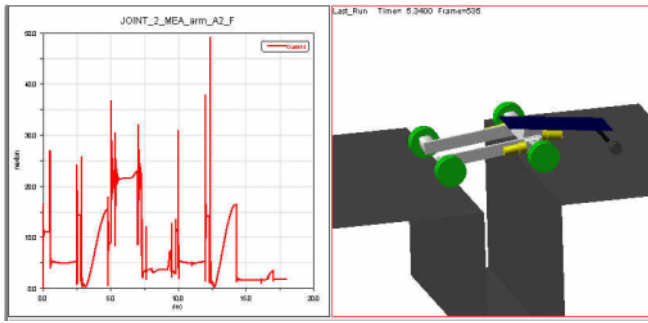


圖 15 受力對應圖

結論

回顧本文的主要目的，是要在能達到攀越高度、溝渠等各式障礙、適應種種崎嶇地形的的前提下，將傳統攀越障礙車輛的 6 個輪子縮減為 4 到 5 個輪子，並且簡化機構，以減少驅動馬達的個數。也希望藉由目前進步的電腦輔助分析軟體，達到真正的電腦輔助設計、分析的流程，著重在車輛系統整合設計、控制模擬方面。

在車輛車體結構設計方面，我們在原型 ACV 的實作方面已經驗證了當初設計的可行性，並且在設計的同時亦完成了 3D model 的設計及運動模態的模擬與分析，而由實驗的結果看來，也確實達到我們當初的期望，雖然其中仍有許多的問題存在，不過這也提供了我們未來更多的研究發展的方向。

參考文獻

- [1] Monastersky, R. (1992), "the Inferno Revisited", Science News, Vol. 141, pp. 376-378.
- [2] McGhee, R. B., and Orin, D. E. (1976), "A Mathematical Programming Approach to control of Joint Position and Torques in Legged Locomotivs System", Proceeding of ROMANSY-76 symposium, Warsaw, Poland.
- [3] Sreenivasan, S. V., Dutta, P. K. and Waldron, K. J., (1994), "The Wheeled Actively Articulated Vehicle (WAAV) : An Advanced Off-Road Mobility Concept", Proceedings of 4th International Workshop on Advances in Robot Kinematics, Ljubljana, Slovenia, pp. 141-150.
- [4] Kemurdjian, A. L. (1998), "Planet Rover As An Object of The Engineering Design Work", IEEE International Conference on robotics & Automation, May, pp. 140-145.
- [5] Hirose, S., Ootsukasa, N., Shirasu, T., Kuwahara, H., and Yoneda, K., (1995), "Fundamental Consideration for the Design of a Planetary Rover", IEEE International Conference on robotics & Automation, pp. 1939-1944
- [6] Yu, J., Waldron, K. J. (1991), "Design of Wheeled Actively Articulated Vehicle", Applied Mechanisms and Robots Conference, Cincinnati, OH. November 5.
- [7] Volpe, R., Balaram, J., Ohm, T., and Ivlev, R., (1997), "Rock 7: a next generation rover prototype", *Advanced Robotics*, Vol. 11, No. 4, pp. 341-358.
- [8] Kemurdjian, A., Gromove, V., Mishkinyuk, V., Kucherenko V., and Sologub, p., (1992), "Small Marsokhod Configuration", IEEE International Conference on robotics & Automation, May, pp. 165-168

- [9] Richard Volpe, J. Timothy Ohm, Richard Petras, Richard Welch, J. (Bob) Balaram and Robert Ivlev (1997), "A Prototype Manipulation System for Mars Rover Science Operations", *Advanced Robotics*, Vol. 11, pp. 1486-1492.
- [10] Sreenivasan, S. V. and Waldron, K. J. (1996), "Displacement Analysis of an Actively Articulated Wheeled Vehicle Configuration With Extensions to Motion Planning on Uneven Train", *Journal of Mechanical Design*, Vol. 118, June, pp. 312-317.
- [11]
- [12] Mezler, K.J. and Swanson, G.D. (1974), "Performance Evaluation of a second generation elastic loop mobility system", George Marshall Space Center, NASA, Huntsville, Alabama, June, pp. 529-537.
- [13] Bekker, M.G. (1969), *Introduction to terrain vehicle system*, University of Michigan press.
- [14] Waldron, K., (1995), "Terrain Adaptive Vehicles", *Journal of Mechanical Design*, Vol. 117B, June, pp. 107-112.
- [15] Waldron, K.J., Kumar, V., and Burkat, A., "An Actively Coordinated Mobility System for a Planetary Rover", *Proceedings of the 3rd International Conference on Advanced Robotics*, Versailles, France, October 1987, pp.77-86.
- [16] Kumar, V. and Waldron, K.J. (1989), "Actively coordinated vehicle system" *Journal of Mechanisms, Transmissions, and Automation in Design*, Vol. 111, n2, pp. 223-231.

Kinematics simulation and design of Adaptive Configuration Vehicle for Off-road applications

Ivan Lee

Jyh-Cheng Yu

Department of Mechanical Engineering

National Taiwan University of Science and Technology

Taipei, Taiwan, R.O.C.

ABSTRACT

Adaptive configuration vehicles have high capability in passing through natural terrain stable. They often use in dangerous environment and planetary adventure. This thesis proposes a new type of adaptive configuration vehicle which can cross the large obstacle and wide gap. In the premise of functional stability, it hope to simplify the mechanism, reduce the number of motors, minimize the energy loss and ease the governing method. For the sake of each motion mode and controlling process, this research uses the software of dynamic simulation, ADAMS, to simulate the motions of mechanism. And from the reaction between terrain and vehicle, it can obtain the rules and the steps to control adaptive configuration vehicle. At last, we design and develop a prototype for real mechanism testing. It can verify whether the simulation and design are correct and complete; and propose the suggestion of engineering change of future design.

Keywords: Adaptive, ADAMS, Vehicle.

