

輔具與支持

輪椅族新利器 爬樓梯如履平地

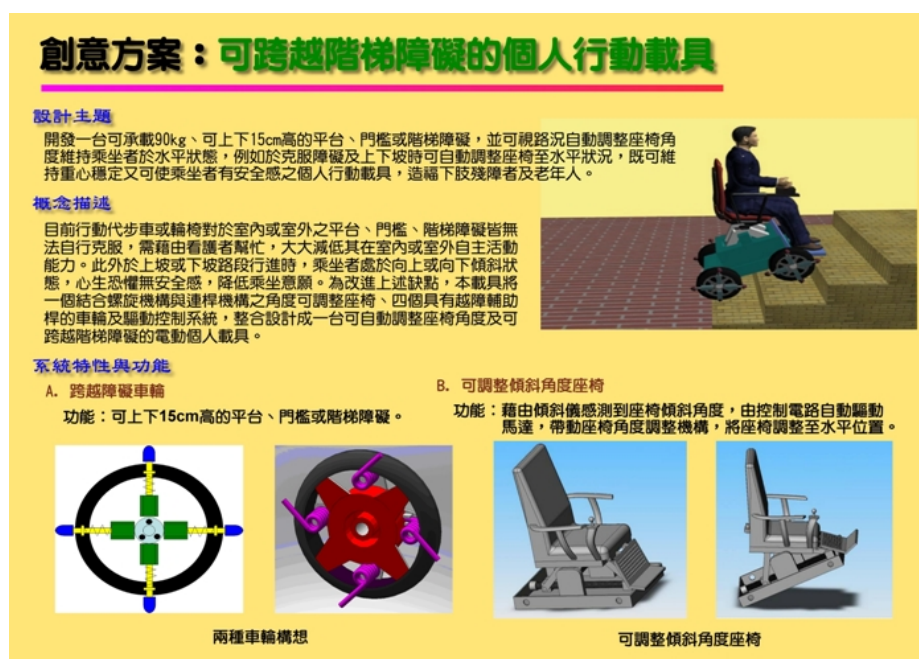
高苑科技大學電機工程系吳上立副教授

文/雨文

~轉載自國科會跨領域創意加值推動計畫成果專書



日常生活當中，也許您會看到一個場景：一位坐在輪椅或代步車上的身心障礙者看著前方沒有無障礙設施的樓梯嘆氣，又或是推著輪椅的親人又推又拉，就是沒有辦法克服短短數十公分的高度。這小小的落差，在一般人的眼裡只是一個小小的跨步，但是對他們來說，卻是世界上最遙遠的距離。如果有一台輪椅，可以像變形金剛一樣，遇到障礙物自動變身成為越野輪椅，爬樓梯如履平地，那不是一件很神奇的事情嗎？高苑科技大學電機工程系的吳上立老師透過國家科學委員會的補助，完成了「可跨越階梯障礙之個人行動載具」的研製，製作出一台成本低功能高的行動載具，用低成本打造了一輛可以爬階梯的行動載具，為台灣的醫療產業帶來新的視野，也為身障者和行動不便的年長同胞完成夢想。



圖一、可跨越階梯障礙之個人行動載具計畫構想書

可跨越障礙之個人載具 保障輪椅族安全

這個計畫最初的構想來自高苑科技大學電機工程系吳上立老師的創意方案，吳老師的想法是，台灣已經逐漸進入高齡化社會，最近幾年因為大環境的影響，人口出生率一直下降，在可以想見的未來，負責照顧年長者的人力一定會逐漸減少。台灣是個工商業為主的社會，繁忙的工作限制了照顧長輩的時間，子女不一定能夠在身邊照顧父母，年長者的照護問題就會逐漸顯現，為了保持年長者的生活品質，許多生活上的設施必須依靠科技。其中，最明顯的例子就是輪椅或代步車，年長者因為體力或是肢體的不便，必須依賴輪椅或者是代步車移動，但是現今的產品不一定能夠符合台灣的需求。在我們生活周遭，還是有很多地方沒有無障礙設施。有的時候是人行道的落差，有的時候是一小段階梯。而輪椅一旦遇到這些障礙，就英雄無用武之地。

無論是電動代步車還是輪椅，再平面上的移動一定不成問題，但對於樓梯或是平台等障礙都無法自行克服，必須仰賴其他人的協助，對身障者或年長者來說，自主活動的能力大大的降低。而且，一般的輪椅在上坡或下坡時，坐在上面的使用者一定沒有辦法維持自然的姿勢，會處於傾斜的狀態，對使用者來說，上下坡

道是非常沒有安全感的過程。當然，在市面上能夠買得到可以跨越障礙的代步車，但是售價高達一百五十萬台幣，比起一台轎車還要名貴，對一般家庭來說實在不切實際。因為這些原因，吳上立老師最原始的構想，就是用研發一台結構簡單，而且可以跨越障礙的個人載具，而且坐在上面的使用者能夠保持重心，維持坐姿，不會因為爬坡的過程受到影響。根據吳老師的研究，研發這一類可以跨越障礙的輪椅，一直有許多人嘗試，例如：利用履帶上下階梯、複輪系統、連桿系統等等，可惜大部分的產品都停留在紙上設計的階段，真正有原型品問世的實在少之又少。

加裝可伸縮桿子 輪椅細節大改變

為了達到這兩個需求，吳上立老師構想中的輪椅有兩個特點，第一個特點是在輪椅的輪子上面。吳上立老師的研發團隊花了許多心思，針對輪椅的輪子加以改良，稱作「爬階輪」，每一個輪子裝設有四根可以伸縮的桿子，一旦遇到階梯或是障礙，裝在輪子上的桿子就會自動伸出，扣住階梯。這個時候輪子就可以利用桿子當做支點，變成了具有爬坡功能的「越野輪椅」。在一般平地使用的時候，輪子上的四根桿子，就可以收納起來，這時候的輪子功能就跟一般輪椅沒有兩樣，可以順利的在平地上移動。利用這個方式製造的爬坡載具可以大幅減低製造的成本，而且不會對室內地板造成影響。然而，在爬階輪研發的過程當中，吳老師的團隊卻遭遇到不同的挑戰。最主要的原因是：爬階輪的工作原理雖然簡單，但是會因為不同的原因，使工作的效果打折扣，這個時候，就必須根據實驗過程中得到的改進意見，進行修正。比方說，第一代的爬坡輪因為桿子沒有收納的機制，所以磨損比較快。第二代的爬坡輪機構複雜，重量太重，使造價大幅升高不合成本效益。一直經過四次的改良，才真正研發出符合需求的爬階輪。



圖二、爬階輪有四根可以伸縮的桿子



圖三、可跨越階梯障礙之個人行動載具爬階梯實況

第二個特點，這個「越野輪椅」的座位可以依照爬坡的角度自動調整，換句話說，坐在上面的使用者可以保持水平的坐姿，不會因為上坡或是下坡，導致身體傾斜，重心改變。這樣一來也減少了很多跌倒的風險。但是在研發的過程中，吳老師的團隊發現，如果要克服這個困難，同時必須考慮兩個因素，一個是椅子的傾斜角度，另一個是重心的改變，一般來說，電動的代步車如果加上乘坐者很容易超過 100 公斤。這個時候，設計的重點就在於如何將機械結構進行妥當的配置，使重心在爬坡的過程跟著改變，在下坡的時候將重心放在後面，上坡的時候重心往前。另外，座椅還要搭配上下坡的坡度調整傾斜的程度，這樣一來才能符合設計的需求。為了達成這個目的，吳老師的團隊設計了一個半圓形滑動軌道和滑座連桿系統。在上下坡的時候，不僅座椅傾斜的角度可以改變，座椅的位置也會稍稍的調整，如此一來，就解決了重心改變和傾斜角度改變的問題。



圖四、座位自動調整爬坡角度，使用者可保持水平坐姿

跨領域黃金鐵三角 耐心溝通是關鍵

結合了爬階輪和座椅系統，吳上立老師的研發團隊在短短五個月的時間內成功開發了這一套「可跨越階梯障礙之個人行動載具」的原型品。在計畫開始的初期，為了順利執行，電機背景的吳上立老師特別籌組了一個跨領域的團隊。由於

這個行動載具牽涉到許多機械結構，吳老師除了邀請機械與自動化系的宋仁羣老師加入這個團隊，另外還有資訊傳播系，專長人因工程的黃永成老師。擅長設計的黃永成老師就負責外觀的設計。三位老師每位都有專精的領域，組成黃金鐵三角，再加上三位老師平常就在同一學校任教，所以在開發的過程中，可以隨時隨地面對面開會，很容易的溝通意見，沒有任何時間差。

然而，在計畫執行的過程當中，吳老師也曾經遭遇到一些合作上的困難。吳老師說，在開發的過程中，有需多機械零件的部份需要加工，但是受限於學校的設備，這些零件必須請校外的廠商代工製作，才能符合需求。然而，一般的機械加工廠對於這種小量的訂單並不相當熱心，所以在製作的排程上會有所延遲。不過，等到零件到手之後，還有額外的問題，如果完成的零件與原本的設計不合，就必須請加工廠商進行修改，一來一回又必須化費更多時間。而計畫執行的期限只有四個月，所以時間壓力對吳老師來說是最大的困難。在這一部分，只能不斷地請託廠商，希望能在短時間內完成零件，達成設計的要求。

對於跨領域的合作。吳老師也覺得是一項很有益處的計畫。無論是老師還是協助執行計畫的研究生，都學習到很多寶貴的經驗。在整個過程中，團隊最大的收穫就是如何將創意從無到有地化為實際的產品，原本這個「可跨越階梯障礙之個人行動載具」是一個在紙上的設計和概念，經由吳老師研究團隊的努力，經過數次的修改，才能夠在時限內成功開發產品的原型。雖然在計畫執行的過程中會遭遇到很多的困難，無論是在設計、還是技術層面，最難能可貴的是團隊的每一份子，無論是老師還是同學，都能夠一起討論，共同解決難題，到最後看見原型產品可以順利地上下階梯，這樣的成果，對團隊中的每一個人來說，都是最大的欣慰。

造福身障人士 下一關拼醫療專業認證



圖五、可跨越階梯障礙之個人行動載具原型成果

然而，對吳老師的團隊來說，原型產品的研發成功還只是第一步，真正的挑戰還在後頭。輪椅、代步車，其實是屬於醫療級的設備，雖然吳老師研製的「可跨越階梯障礙之個人行動載具」已經可以成功的上下階梯，為來如果要真正的商品化，還需要一些醫療專業的認證，才有辦法符合使用者的需求，同時也能夠合乎法令的規範。雖然計畫的執行期限已經完畢，但是吳老師為了堅持成果的完整性，特別申請繼續改良這一套行動載具，希望能夠完成功能更加完整的作品，造福有需要的人士。

由國科會補助的「可跨越階梯障礙之個人行動載具研製」，在吳上立老師的帶領之下，跨領域研究團隊利用有限的時間，從設計、製造到測試一手包辦，已經研發出具有實用價值的原型產品，未來吳老師也繼續改良功能，相信在不遠的將來，我們在路上可以看到吳老師的作品，造福每一位有需求的身障同胞。



團隊合照：由左至右 吳上立 蘇睦凱 李瑞銘 宋仁羣

本計畫近期成果

2013 Microchip「微控制器校園專案研發成果競賽」 榮獲第三名