



案例探討

新型動力式起身輔助輔具之設計

陳建佑¹ *陳建華¹ 黃庚取² 陳俊明²
¹德林股份有限公司
²鞋類暨運動休閒科技研發中心

摘要

高齡化社會的來臨，很多銀髮族肌力與關節因年齡而退化，除了影響自我管理的能力之外，也會降低銀髮族的生活品質，因此輔具的應用是具有必要性的。輔具是輔助或是增加使用者的能力，起身輔具就如字面上解釋一樣，是輔助使用者從坐姿轉換成站姿的工具，對於肌力與膝關節功能不足的銀髮族，起身輔具是生活所需的必需品。但針對喪失下肢肌力的族群，具有動力式起身輔具就顯得相當重要。動力式起身輔具可協助起身外，也可以在起身後當作矯具、固定下肢。若輔以助行裝置就可以進行短距離移動。傳統機構式起身輔具不具動力輔助的功能，不能滿足喪失下肢肌力的族群，故動力式起身輔具有一定的市場需求，本文將針對德林公司自行開發之動力式起身輔具進行介紹。

關鍵詞：高齡化、銀髮族、起身輔具、動力式起身輔具

1. 機構式起身輔具

銀髮族身體機能退化，在起身過程中跌倒意外時有耳聞，生活上勢必仰賴輔助器具來提升生活品質。常見的機構式起身輔具包含手杖、扶手、扶把、四腳拐杖等，均能提昇生活自主性與安全性。手把是最常見的起身輔具，由於銀髮族下肢肌力不足或是膝關節功能可能受損，在起身過程中可藉由手把支撐，輔以雙手的力量進行起身，這樣可以避免下肢承受全身體重，並提高身體的穩定度，降低因肌力不足所造成的後仰的狀況，並可有效減少跌倒意外。目前市售的手把種類樣式繁多，依不同場合選用不同形式的手把，選用原則以手握觸感及防滑效果為主。

圖 1 為常見起身輔助器具在不同使用情境下，依據不同高低場合選用適合使用的起身輔助器具，使用者利用手的力量幫助下肢所負荷身體重量，便於起身。圖 1(a)為從椅子上起身情境，圖 1(b)為從床邊起身情境，圖 1(c)為從沙發起身情境。起身手把可以協助分擔下肢承重，維持平衡，

而且較為輕巧，適用於下肢稍為無力、下肢需要減少承重或是行走時需要協助平衡的病人，缺點是使用者的平衡能力需要比較好才有辦法使用。



(a) 三段式輕鬆起身扶手



(b) 附支撐腳架床用起身



(c) 起身輔助安全手把+旋轉桌

圖 1. 使用情境（樂齡網，<http://www.ez66.com.tw/>）

機構式的起身輔具只是提供支撐點並輔以雙手幫助起身，它並沒有提供額外的動力，對於上肢肌力不足、下肢功能受損（如下肢關節功能受損）及平衡能力不佳的銀髮族或患者，使用機構式起身輔助是不足夠的。有鑑於此，德林公司與鞋技中心合作發展具有動力式起身輔具。本動力式起身輔具將融合輔助起身、矯具與跌倒警示等功能，設計出切合下肢能力不足者需求的複合式功能起身輔具，可以輔助起身過程減輕下肢所需的施力，並在日常生活的行動中，可以發揮固定矯具的功用，減少膝關節的受傷。另外設計上加入跌倒偵測，當跌倒意外發生時，系統將發出警示聲響請求協助。本文詳細說明此系統設計特點。

2. 動力式起身輔具機構設計

本系統的機構是由支架與傳動機構所組成的，支架分為大腿支架與小腿支架，分別固定於大腿與小腿上，而大腿支架與小腿之間支架為接合處為系統的轉點，傳動機構則位於系統的轉點上，提供動力。當傳動機構轉動時，小腿支架將會相對於大腿支架產生角度的變化，系統就是藉此大腿與小腿支架進行相對轉動而提供使用者起身的輔助力量。圖 2 為穿戴於下肢的機構示意圖。

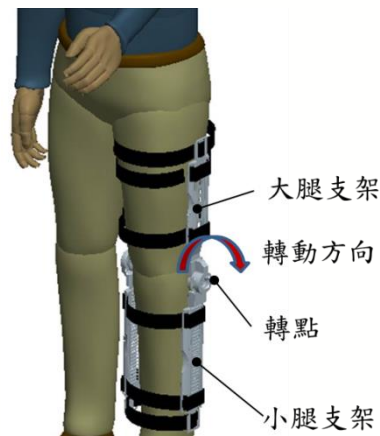


圖 2. 機構示意圖

2.1 支架結構設計

起身輔助輔具是穿戴於身上，所以必須符合下列幾點的要求：

- (1) 具有重量的限制：起身輔助系統是穿戴在身上，須輕量化且具備一定的強度，故支架必須選擇密度較低且具有一定強度的材料，同時也需考量材料的成本。鋁合金是符合上述條件的材料，鋁合金相較於一般的碳鋼更具輕與抗腐蝕的特性，雖然強度不像一般碳鋼，不過可以利用結構與截面積進行強度改善。本系統採用的鋁合金編號為 6061-T6，6XXX 系列的鋁合金具備良好的加工特性，所以被廣泛的應用，如航太、船舶與汽車工業等等，如需要更強的材料特性，則可以搭配熱處理，編號內的 T6 則是熱處理的方式，鋁合金可以藉由熱處理改變金屬特性，因為系統支架需要較高的降伏強度與較強的張力，故系統支架選擇 6061-T6 作為支架的材料。
- (2) 需可調整支架的長度：因系統須因應各種身高的使用者使用，所以支架必須要能夠調整長度，以因應使用者的肢體長度，這樣可以避免支架因為長度而不適用於使用者，讓使用者產生不可預期的傷害。依據（勞工安全衛生研究所，2008）所公布的人體計測資料，男生的大腿長度為平均長度為 55.15 公分，標準差為 3.3 公分，女生的大腿平均長度為 52.6 公分，標準差為 2.6 公分，取兩個標準差的區間可以涵蓋 95% 的樣本，所以男性的腿長度的差異為 13.2 公分，女性的腿長度差異為 10.4 公分，故依據上述統計資料與考慮男女之間的差異，故大腿支架的長度的調整範圍為 12 公分。而小腿則為依照統計資料，取兩個標準差作為標準，其男生的小腿長度差異為 11.2 公分，女生的小腿長度為 8.9 公分，不過小腿支架必須配合機構設計（須配合鞋子製作）增加調整長度至 10 公分。圖 3 為支架可調機構示意圖。



圖 3. 支架可調整示意圖

2.2 起身輔助傳動機構設計

起身輔助系統是由馬達作為動力來源，進而達到輔助起身的效果，不過當使用者起身後，要進行膝蓋彎曲的動作時（例如走動，移位等動作），支架會因為馬達與減速機的關係，無法隨使用者之肢體移動，所以必須要有離合機構去分離馬達動力與支架的連結，使用者才能使支架隨肢體移動。離合機構必須搭配實際的需求進行設計，系統馬達因為要達到體積小高扭矩的需求，所以系統馬達減速機採用四級行星減速，導致馬達加上減速機的長度將近 10 公分，如果馬達依照軸向安裝至系統上，其系統的寬度可能會造成使用者移動不便，所以離合機構必須將馬達轉向與支架平行。因避免重量過重與體積過大，故選擇傘齒輪組作為離合器傳遞動力的機構，藉由控制主動傘齒輪與從動傘齒輪之嚙合，達成動力離合的目的。

圖 4 為傳動機構離合剖面圖。馬達輸出軸連結主動傘齒輪，而被動傘齒輪則位於離合器輸出軸上，從動傘齒輪與離合器輸出軸互相為滑槽配合件，從動傘齒輪可以在離合器輸出軸進行軸向移動，但是兩個工件並不產生互相轉動的情形，故從動傘齒輪可以帶動離合器輸出軸進行轉動；在動力分離的狀態時，從動傘齒輪被彈簧推離主動傘齒輪，此時兩顆傘齒輪並沒有嚙合，故離合器輸出軸可以自由轉動，當動力連接時，機構的頂子將會克服彈簧的彈力，並將從動傘齒輪推至與主動傘齒輪嚙合，此時動力即可進行連結。

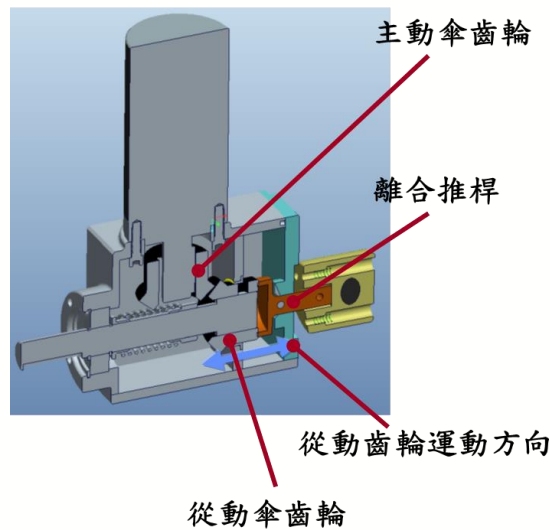


圖 4. 離合機構示意圖

3. 動力式起身輔具電控設計架構

如圖 5 所示為動力式起身輔具電控設計架構。本系統使用 PIC16F866 為主要控制單元，整合周邊訊號後進行處理，再依照事件處理原則進行馬達控制。周邊訊號包含了人機操作介面、左右兩腿支架角度偵測與跌倒偵測等。

系統上使用無刷直流馬達搭配減速箱作為輔助動力的來源，本系統利用 maxon motor 出產的驅動模組。驅動模組提供多種功能控制參數，系統主要控制單元只需下指令至驅動模組設定功能參數，驅動模組即可代替系統主要控制單元執行速度、電流限制、轉向等較為低階之控制工作，系統主要控制單元之軟體架構上則精簡許多，只需向驅動模組下達控制命令即可。

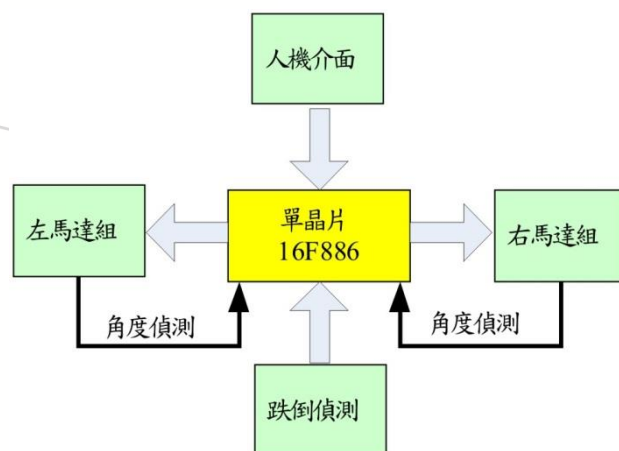


圖 5. 電控架構

支架的作動必須考量雙腳角度同步的需求，如果使用者使用時，兩腿支架角度差異過大，則有可能對使用者的下肢產生傷害，故系統必須加設角度偵測感測器，供系統主要控制單元做為控制的依據。角度偵測感測器因為考量成本的關係，故採用可變電阻搭配機構組成，如圖 6 所示。由於兩腿支架所受之負荷有所不同，導致兩腿支架角度有所不同，所以在馬達速度控制上要迴授雙邊支架角度差並調整速度，使起身過程中兩腿支架角度同步。另外，系統主要控制單元依據兩腿支架角度進行控制，當超過兩腿支架度超過所設定的數值時，則立即停止動作，避免馬達繼續動作造成使用者下肢受傷。當然系統支架機構本身也有安全活動範圍限制，在機構與電控雙重保護之下，使用者可以更安心使用本系統。

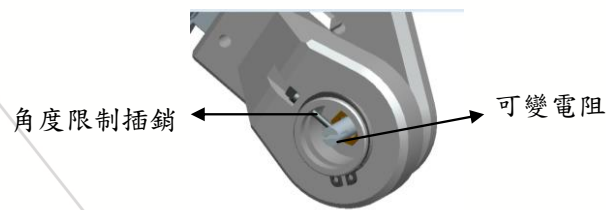


圖 6. 角度偵測模組

跌倒偵測主要是利用加速規之加速度感測原理，當跌倒事件發生時，置於腰上之加速度感測偵測值超過設定之臨界值時，立即發出中斷訊號，系統將會發出警示聲，並停止馬達作動。本系統採用 Domintech 公司生產的 DMARD03 加速規，晶片內有自由落下偵測模式，透過軟體直接規劃臨界值即可使用。

4. 結論

在少子化、高齡化且社會福利資源有限的狀況下，協助高齡者具有獨立自主生活能力，輔具將會是下個明星產品。現在世界各國都將面臨高齡化的社會現象，甚至部分國家已進入高齡化國家，在各國老年人口不斷增加的情況下，輔具使用將會愈來愈普遍，加上各國對於銀髮族的社會福利政策的推動不遺餘力，將會使輔具市場更加蓬勃發展，更多附加功能的輔具將會如雨後春筍般產出。而在輔具的開發過程中，需結合人因工程、醫機電整合、資通訊科技與複合材料應用等技術，並考量各國國情與各國政府對於輔具的法規，才能開發出符合安全、智慧、舒適與美觀需求之輔具。

本研究開發之新型動力式起身輔助輔具，目前已委託國內醫學大學進行雛型機之人體試驗，設定實驗對象為 65 歲以上的銀髮族，實驗將會讓銀髮族穿戴動力式起身輔具之雛型機，測量其穿戴輔具前後的運動模式與肌電圖，並利用統計分析動力式起身輔具穿戴前後的差異性與顯著性。此實驗數據做為產品量產時修改依據，使其動力式起身輔具能更貼近使用者的需求。

參考文獻

1. 勞工安全衛生研究所，(2008)。人體計測資料庫簡介及重要計測值。檢自 <http://www.iosh.gov.tw/Publish.aspx?cnid=26&P=812>。

Design of New Electric Stand-up Aid

J-Y. Chen, J-H. Chen, K-C. Huang, C-M. Chen

Abstract

With recent advancements in medical technology as well as the rise of the regimen concept, the average life expectancy of a human being continues to increase. This results in an aging society, already observed in many countries. The World Health Organization estimated that there will be nearly 690 million seniors by 2025. The degeneration of joints and muscle strength will affect the ability of self-management and reduce the quality of life for seniors. Therefore, it is necessary to have aids to help seniors to modify body posture such as moving from a sitting position to a standing position or vice versa. This electric stand-up aid is a necessity for seniors with weak knees and muscles; it is even more crucial for clinical groups who have no muscle strength in lower limbs. The electric stand-up aid can keep the lower limbs in a stable position and give extra support for a short walk. Because traditional stand-up aids are not motorized, they cannot meet the needs of those individuals who have no muscle strength in lower limbs. Therefore, the electric stand-up aid certainly has a market. This article introduces the electric stand-up aid designed by the TEH LIN Prosthetic & Orthopaedic, INC.

Keywords: Aging society, Elderly, Stand-up aid

