

計算機，影響頭部反復改變位置，造成需被迫進行多次眼控系統校正進而降低使用效率(圖四)。

整體而言，使用上仍需短期訓練及維持良好坐姿擺位方能順暢使用眼控系統，且由於個案具有操作計算機設備及文書軟件能力，配合屏幕鍵盤，利用眼控鼠標及右側中指操控微動開關進行按鍵-Click，可完成文字輸入并於文書軟件內鍵入己身需求，藉以表達情緒及進行溝通。

後續追蹤輔具使用情形

個案表示，平時若與外籍看護表達需求時，皆使用眼控系統鍵入文字於計算機，簡單短句或單詞來成陳述哪些部份需要協助或陳述其想法，因大部份時間需經常性追視聚焦於計算機屏幕上，長時間使用下容易眼球乾澀，故文字輸入時多為簡單語詞約 3 至 5 字，以節省使用頻率。個案自述平常亦常瀏覽社群平台或使用通訊軟件與親友互動，能使用網絡觀看新聞或查詢數據，重要的是，個案可獨立使用輔具設備操控計算機，不需求助於他人，重新拾起社交圈并與親友或病友共享生活點滴，使其生活質量大大提升。

結論

Eye tracking 技術一推出即成為科技新寵，但造價不菲，售價約新台幣四十至五十萬。距推出至今已行之多年，逐漸成熟的技術和普及化的價格，其延伸接口設備的設計運用也撞擊出不少新的火花。除在科技領域占有一席之地外，更於醫療和教育界立下一面旗幟，造福社會大眾。無論是腦性麻痺的兒童及成人、半側偏癱的中風患者、脊髓損傷患者或是肌肉萎縮等等... 肢體或口語障礙者，皆能透過專業治療師評估後，進行適配使用。

與照顧者或親友溝通，對於身心障礙者來說是一件日常生活中不可或缺的互動模式。接下來，透過眼控系統進行學習、就業，目前台灣已有產品開發商正嘗試將常用的字處理、會計報表、圖像處理等軟件整并於系統上，讓患者不假他人之手也能獨立工作，讓他們重新找回自己在社會中的價值，才是更有意義的事。



康復機器人的分類探討

喻洪流、張飛

上海理工大學 康復工程系

摘要：康復機器人是一種用於幫助老年人或殘疾人進行生活輔助及功能治療的設備，是康復

醫學和機器人技術的完美結合。其不僅把機器人用作功能障礙患者的生活輔助及功能治療工具，而且將運動神經康復治療技術和機器人進行融合，提高臨床康復效果，在康復醫療過程中發揮作用^[1-2]。目前，康復機器人已廣泛應用於康復護理、康復治療等方面。另外，隨著機電交互、智能控制及機器人等技術的不斷發展，先進的機器人技術不斷地引入到康復工程中，康復機器人將更加智能化、人性化、輕量化、便攜化。本文在對不同類型康復機器人的最新技術進展進行了分析總結的基礎上，將康復機器人進行系統性地分類，然後，對康復機器人未來的發展趨勢進行了展望。

關鍵詞：康復機器人；康復醫學；生活輔助；功能治療

1 當前國內外對康復機器人的分類

目前國際標準還沒有對康復機器人進行具體分類，許多學者對康復機器人的分類也具有不同的論述。由 Joel A. DeLisa 等美國著名物理醫學與康復專家編寫的《DeLisa 物理醫學與康復醫學理論與實踐》將康復機器人分為四大類機電一體化產品：機器人輔具、假肢、矯形器、康復治療機器人。加拿大 H.F.Machiel Van der Loos 副教授和美國 David J.Reinkensmeyer 教授指出：康復機器人領域在分為治療機器人和輔具機器人基礎上，還包括智能假肢、功能神經電刺激(FNS)和 ADLs 診斷與監測技術等^[3]；馬來西亞 Fitri Yakub 教授等人將康復機器人分為治療型康復機器人和輔助型康復機器機器人，並將治療機器人又按治療類型的不同分為情緒治療型康復機器人和物理治療型康復機器人，把輔助型康復機器人又分為社會交互輔助型和物理交互輔助型^[4]；北京大學第一醫院康復醫學科的周媛博士等將康復機器人粗略分為輔助/替代型、訓練/治療^[4]。

2 康復機器人的總體分類

經過對國內外相關文獻知識的研究發現，將康復機器人分為輔助類和治療類兩大類的分類方法得到較多的認同。經過對康復機器人的功能用途分析，本文將康復機器人分為兩個大類，包括功能治療類康復機器人和生活輔助類康復機器人。再按功能的不同又分為四個子類，並對四個子類進行了細分，其詳細分類情況如表 1 所示。

表 1 康復機器人分類

康復 機 器 人	大類	子類	次類		
	康復訓練 類康復機 器人	功能訓練型康復機器人	固定式上肢康 復訓練機器人	末端引導上肢康復機器人	懸吊式上肢康復機器人
外骨骼式上肢康復機器人 (可穿戴非移動式)					
固定式下肢康 復訓練機器人				外骨骼式下肢康復機器人 (可穿戴非移動式)	末端支撐式下肢康復機器人
功能增強型康復機器人 (恢復+輔助)			移動式助行康復機器人		外骨骼式上肢康復機器人(可穿戴移動式)

生活輔助類康復機器人	功能代償型康復機器人	智能假肢
		智能輔助機械臂
		智能輪椅
	功能輔助型康復機器人	移位機器人
		導盲機器人
		智能護理床
		個人衛生護理機器人
		陪護機器人
		其他

2.1 康復訓練類康復機器人的範疇與分類

康復訓練類康復機器人作為醫療用康復機器人的主要類型，可以幫助功能障礙患者通過主、被動的康復訓練模式完成各運動功能的恢復訓練，減輕服務人員的勞動強度，解決人工幫助訓練達不到全身所有肌肉和關節長時間活動的問題，如：行走訓練、手臂運動訓練、脊椎運動訓練、頸部運動訓練。此外，一些康復訓練類康復機器人還兼具診斷、評估功能并結合虛擬現實以提高康復效率。功能治療類康復機器人按作用類型不同又可分為功能訓練型康復機器人、功能增強型康復機器人兩個子類^[5]。

2.1.1 功能訓練型康復機器人

功能訓練型康復機器人主要是在康復醫學的基礎上，通過一定的機械結構及工作方式，引導及輔助具有功能障礙的患者進行康復訓練。由於功能訓練型康復機器人的體積龐大及結構複雜，一般為固定平台式，使用者需在特定的指定點使用。所以其即不能達到生活輔助功能，也不能起到功能增強作用。功能訓練型康復機器人按作用的部位不同可分為：固定平台式上肢康復訓練機器人和固定平台式下肢康復訓練機器人^[6]。

固定平台式上肢康復機器人是基於上肢各關節活動機制而設計的用於輔助上肢進行康復訓練的康復設備，按其作用機制不同可分為末端支撐式、懸吊式和外骨骼式。

末端支撐式上肢康復機器人是一種以普通連杆機構或串聯機構為主體機構，通過對上肢功能障礙患者的上肢運動末端進行支撐及按預定軌迹引導上肢功能障礙患者做被動訓練，以達到康復訓練的目的康復設備。末端導引式上肢康復機器人結構簡單，易於產業化，與人體接觸少，較為安全可靠。具有代表性的末端支撐式上肢康復機器人有日本大阪大學研製的上肢康復訓練系統 6DOF-Robotherapist^[7]、麻省理工大學研製的 MIT-MANUS 上肢康復機器人^[8]；懸吊式上肢康復機器人是一種以普通連杆機構及繩索機構為主體機構，依靠電纜或電纜驅動的操縱臂來支持和操控患者的前臂，可使上肢功能障礙患者的上肢在減重的情況下實現空間任意角度位置的主、被動訓練的康復設備。具有代表性的懸吊式上肢康復機器人有意大利

Padua 大學研製的 NeReBot 上肢康復機器人^[9]、瑞士 Hocoma 公司的 Armeo Boom 上肢康復訓練系統^[10]；非移動式外骨路上肢康復機器人是一種基於人因工程模擬人體上肢結構及各關節運動機制而設計的用於輔助上肢功能障礙患者進行康復訓練的康復輔助設備。非移動式外骨路上肢康復機器人根據其特殊的機械結構緊緊依附於上肢功能障礙患者的上肢，帶動上肢功能障礙患者進行上肢的主、被動訓練。具有代表性的非穿戴式外骨路上肢康復機器人有瑞士蘇黎世大學研究的 ARMin 上肢康復機器人^[11]、瑞士 Hocoma 公司的 Armeo®Spring、Armeo®Power 等上肢康復機器人^[12-13]。

固定平台式下肢康復訓練機器人是基於下肢各關節活動機制而設計的用於輔助下肢進行康復訓練的康復設備，按其作用機制和工作方式的不同可分為外骨骼式和末端支撐式。非移動式外骨骼下肢康復機器人是一種基於模擬步態并在各關節處配置相應自由度及活動範圍，可自行進行步態模擬工作的康復設備。當工作時，非移動式外骨骼下肢康復機器人通過機械機構及綁帶將使用者上身固定或進行懸吊，在帶動上肢功能障礙患者進行上肢的主動訓練或被動訓練的同時，可為患者提供保護和身體支撐作用。具有代表性的非移動式外骨骼下肢康復機器人有瑞士蘇黎世 Balgrist 大學醫院的脊椎損傷康復中心與瑞士 Hocoma 醫療器械公司合作的 Lokomat^[14]下肢康復機器人、德國 Reha-Stim 研究所研製的 Gait Trainer 下肢康復機器人^[15]；末端支撐式下肢康復機器人通過其主運動部件與下肢功能障礙患者的下肢末端相接觸，在模擬步態基礎上，支撐引導下肢功能障礙患者實現下肢各關節的主、被動協調訓練，從而達到應有的下肢康復訓練效果。具有代表性的末端支撐式下肢康復機器人有以色列 *Motorika* 和 *Healthsouth* 公司聯合研製的 *Autoambulator* 下肢康復機器人^[16]、Hocoma 公司針對運動神經受損和需要長期臥床的病人研發的 Erigo 康復系統^[17]。

2.1.2 功能增強型康復機器人

功能增強型康復機器人根據其不同的功能及結構設計，體積及結構較為輕巧。功能增強型康復機器人不僅可幫助患者進行康復訓練以恢復肢體功能而且還具有功能輔助作用，從而達到功能增強的效果。功能增強型康復機器人根據工作方式及工作部位的不同，可分為：移動式助行康復機器人、可移動式外骨路上肢康復機器人、可移動式外骨骼下肢康復機器人等。

移動式助行康復機器人一種基於康復醫學原理，在提供輔助行走功能的同時，可以使下肢功能障礙患者進行下肢康復訓練的康復輔助設備。其可以幫助行走功能障礙患者進行行走功能康復訓練或減重訓練。具有代表性的移動式助行康復機器人有新西蘭 Rex Bionics 公司的 Rex-Exoskelett 下肢外骨骼助行康復機器人^[18]、韓國西江大學研製的 SUBAR 外骨骼式助行機器人^[19]。

可移動式外骨路上肢康復機器一種可持續、周期性地牽引上肢功能障礙患者的患肢關節做周期性運動的康復設備，其加速關節軟骨及周圍韌帶和肌腱的愈合和再生，從而達到上

肢的康復訓練。另外，可移動式外骨路上肢康復機器人也可以為使用者提供生活輔助。具有代表性的可移動式外骨路上肢康復機器人有美國 Myomo 肘關節訓練器^[20]、美國賓夕法尼亞大學研製的 Titan Arm 可穿戴機械臂^[21]、香港理工大學研製的外骨路手指康復機器人^[22]。

可移動式外骨路下肢康復機器人是一種穿戴於下肢功能障礙患者下肢外部的康復設備。通過各種控制元件控制驅動單元，從而控制各活動部件，在輔助下肢功能障礙患者行走的同時也輔助其進行康復訓練。具有代表性的可移動式外骨路下肢康復機器人有、以色列 ReWalk 機械公司研製 ReWalk Robotic 外骨路系統^[23]、美國 Ekso Bionics 公司研發的 Ekso Bionics 可穿戴式仿生機械腿^[24]、美國 Parker 公司研製的 Lndego 下肢康復機器人^[25]。

2.2 生活輔助類康復機器人範疇與分類

生活輔助類康復機器人主要利用機器人為行動不便的老年人或殘疾人提供各種生活輔助，補償他們弱化的機體功能，如智能假肢、智能輪椅、智能輔助機械臂等。此外，一些生活輔助類康復機器人還具有生理信息檢測及反饋技術，為使用者提供全面的生活保障。生活輔助類康復機器人按作用功能不同可分為功能替代型康復機器人、功能輔助型康復機器人兩大類。

2.2.1 功能代償型康復機器人

功能代償型康復機器人作為部分肢體的替代物，替代因肢體殘缺而喪失部分功能的患者的部分肢體，從而使患者得以最大可能地實現部分因殘缺而喪失的身體機能。功能代償型康復機器人按作用不同可分為：智能假肢、智能輔助機械臂、智能輪椅等。

智能假肢又叫神經義肢或生物電子裝置，其原理是利用現代生物電子學技術為患者把人體神經系統與圖像處理系統、語音系統、動力系統等裝置連接起來以嵌入和聽從大腦指令的方式替代這個人群的軀體部分缺失或損毀的人工裝置。智能假肢包括上肢智能假肢與下肢智能假肢。具有代表性的上肢智能假肢有德國奧托博克公司的 Michelangelo 智能假手^[26]、英國 RSL Steeper 公司的 Bebionic3 肌電假手^[27]。具有代表性的下肢智能假肢有德國奧托博克公司的 Genium 智能仿生假肢和 C-Leg 智能仿生大腿膝關節^[28]、冰島 Ossur 公司的 Power Knee 智能假肢^[29]。

智能輔助機械臂是一種用於生活輔助的機械臂，其結構類似於普通工業機械臂，主要作用是為老年人或殘疾人等上肢功能不健全的人群提供一定的生活輔助。智能輔助機械臂的服務對象是人，所以需要研究人機交互、人機安全等諸多問題，這與工業機器人的最大區別。其關鍵技術涵蓋機器人機構及伺服驅動技術、機器人控制技術、人機交互及人機安全技術等。具有代表性的智能輔助機械臂有日本產業技術綜合研究所研製的 RAPUDA 輔助機器人臂^[30]、荷蘭康復研究協會研製的 Manus 機械臂^[31]、美國 Desin 機器人公司自主研發的 OBI 喂食機器人。

智能輪椅是一種將智能機器人技術與電動輪椅相結合，用於輔助使用者行走的輔助設備，其融合多種領域的研究，在傳統輪椅上疊加控制系統、動力系統、導航系統、檢測反饋

系統等。可實現多姿態轉換、智能控制及智能檢測與反饋功能，智能輪椅也被稱智能式移動機器人。具有代表性的智能輪椅有麻省理工智能實驗室研究的 WHEELSLEY 智能輪椅^[32]、法國的 VAHM 項目研製的智能輪椅^[33]、日本 AISIN 精機和富士通公司共同研製開發的 TAO Aicle 智能輪椅^[34]。

2.3.2 功能輔助型康復機器人

功能輔助型康復機器人，是通過部分補償機體功能以增強老年人或殘疾人弱化的機體功能來幫助他們完成日常活動的一類康復輔助設備。功能輔助型康復機器人主要包括移位機器人、導盲機器人、護理床、個人衛生機器人、陪護機器人等。

移位機器人是一種能夠根據所測壓力自動協調各部位馬達的輸出功率，通過機器臂調整臥床患者的姿態位置的生活輔助設備。移位機器人基於多傳感器數據融合技術及智能控制技術，可分析檢測附近環境信息及護理對象生理數據信息。具有代表性的移位機器人有日本 RIKEN 公司和 Sumitomo Riko 有限公司聯合研製的 Robear 護理機器人^[35]、美國 Vecna Robotics 公司研製的 BEAR 救援機器人^[36]。

導盲機器人是集環境感知、動態決策與規劃、行為控制與執行等多種功能於一體的綜合系統，它通過多種傳感器對周圍環境進行探測，將探測的信息反饋給視覺障礙者，幫助彌補他們視覺信息的缺失以避開日常生活中的障礙物，成功行走至目的地，有效提高其生活質量。它屬服務機器人範疇。導盲機器人作為視覺障礙者提供環境導引的輔助工具，具有代表性的導盲機器人有日本 NSK 公司研製的機器導盲犬、美國匹茲堡大學的 VA—PAMAID (Veterans Affairs Personal Adaptive Mobility Aid) 移動輔助機器人^[37]等。

智能護理床是一種為生活不便或癱瘓在床的老年人和殘疾人提供生活護理而設計的生活輔助設備。智能護理床不僅可以通過連杆鉸鏈的機械結構，以及直綫推杆作為動力源，實現患者翻身、起背、屈伸腿等輔助換姿活動，還可以基於傳感器應用的生理參數監測系統以及人機交互系統檢測人體生理參數監測系統，判斷人體的生理狀況。智能護理床機器人中比較有代表性的有美國 Stryker medical 公司的 InTouch 護理床^[38]、瑞典 Arjo Huntleigh 公司的 Enterprise 9000^[39]。

個人衛生護理機器人是一種為那些因為不同原因導致的生理能力下降或功能喪失而無法實現自我照料的老年人、殘疾人和無知覺病人而設計的生活輔助裝置。其通過微控制器及多傳感器融合技術，檢測生命體特徵，再經過按鍵或語音控制方式，控制個人衛生機器人進行相應動作。個人衛生機器人包括大小便處理機器人和輔助洗澡機器人。具有代表性的個人衛生機器人主要有日本安寢 Smilet 全自動智能排泄處理機器人、日本設計的 Avant Santelubain 999 自動洗澡機。

陪護機器人是一種具有生理信號檢測、語音交互、遠程醫療、自適應學習、自主避障等功技術的多功能服務機器人。能夠通過語音和觸屏交互系統與使用者進行溝通，並通過多方位檢測設備檢測使用者的生理數據信息，從而進行相應實施處理。具有代表性的陪護機器人

有美國加州大學舊金山分校研製的 Tug 機器人^[40]、德國弗勞恩霍夫製造技術和自動化研究所研製的 Care-0-bot®^[41]。

3 康復機器人發展趨勢及展望

由於智能化的需要，當前康復機器人技術的發展趨勢逐漸傾向於智能人機交互技術、環境智能感知技術、自適應智能控制技術等方面發展。以視覺交互、語音交互、腦機接口為代表的智能人機交互技術和利用激光、紅外、超聲、聲納的環境智能感知技術越來越多地應用到康復機器人設備上實現更好的控制與檢測反饋。

康復機器人也更多地向輕量化、便攜式發展，將碳纖維、稀土永磁等新型材料及石墨烯電池技術應用於康復機器人使其輕便，且具有足夠的強度、韌性、更強的續航能力，同時不會影響穿戴者的健康。另外，用良好的人機工程學設計使使用者從心理上接受也非常關鍵。模塊化設計為推動康復機器人的實用提供了新的概念和思路。

從整體來看，康復機器人最大的發展趨勢就是物聯網化。通過物聯網化實現遠程人機交互、遠程醫患交互、人機智能交互，使康復不再是單一的一項任務，而是成為一個系統工程，從而實現更好的康復。判斷人體的生理狀況。智能護理床機器人中比較有代表性的有美國 Stryker medical 公司的 InTouch 護理床^[38]、瑞典 Arjo Huntleigh 公司的 Enterprise 9000^[39]。

個人衛生護理機器人是一種為那些因為不同原因導致的生理能力下降或功能喪失而無法實現自我照料的老年人、殘疾人和無知覺病人而設計的生活輔助裝置。其通過微控制器及多傳感器融合技術，檢測生命體特徵，再經過按鍵或語音控制方式，控制個人衛生機器人進行相應動作。個人衛生機器人包括大小便處理機器人和輔助洗澡機器人。具有代表性的個人衛生機器人主要有日本安寢 Smilet 全自動智能排泄處理機器人、日本設計的 Avant Santelubain 999 自動洗澡機。

陪護機器人是一種具有生理信號檢測、語音交互、遠程醫療、自適應學習、自主避障等功技術的多功能服務機器人。能夠通過語音和觸屏交互系統與使用者進行溝通，並通過多方位檢測設備檢測使用者的生理數據信息，從而進行相應實施處理。具有代表性的陪護機器人有美國加州大學舊金山分校研製的 Tug 機器人^[40]、德國弗勞恩霍夫製造技術和自動化研究所研製的 Care-0-bot®^[41]。

3 康復機器人發展趨勢及展望

由於智能化的需要，當前康復機器人技術的發展趨勢逐漸傾向於智能人機交互技術、環境智能感知技術、自適應智能控制技術等方面發展。以視覺交互、語音交互、腦機接口為代表的智能人機交互技術和利用激光、紅外、超聲、聲納的環境智能感知技術越來越多地應用到康復機器人設備上實現更好的控制與檢測反饋。

康復機器人也更多地向輕量化、便攜式發展，將碳纖維、稀土永磁等新型材料及石墨烯電池技術應用於康復機器人使其輕便，且具有足夠的強度、韌性、更強的續航能力，同時不會影響穿戴者的健康。另外，用良好地人機工程學設計使使用者從心理上接受也非常關鍵。模塊化設計為推動康復機器人的實用提供了新的概念和思路。

從整體來看，康復機器人最大的發展趨勢就是物聯網化。通過物聯網化實現遠程人機交互、遠程醫患交互、人機智能交互，使康復不再是單一的一項任務，而是成為一個系統工程，從而實現更好的康復。

參考文獻

1. 張曉玉, 王凱旋. 機器人輔助技術、康復機器人與智能輔具[J]. 中國康復, 2013, 28(4):246-248.
2. 周媛, 王寧華. 康復機器人概述[J]. 中國康復醫學雜誌, 2015, 30(4):400-403.
3. Van der Loos H F M, Reinkensmeyer D J. Rehabilitation and health care robotics[M]//Springer Handbook of Robotics. Springer Berlin Heidelberg, 2008: 1223-1251.
4. Yakub F, Md Khudzari A Z, Mori Y. Recent trends for practical rehabilitation robotics, current challenges and the future. [J]. International Journal of Rehabilitation Research, 2014, 37(1):9-21.
5. 喻洪流, 石萍. 康復器械技術及路綫圖規劃[M]. 東南大學出版社, 2014.
6. 喻洪流. 國內外康復工程技術教育發展概況[J]. 世界康復工程與器械, 2011, 1(1): 38~41.
7. Furusho J, Kikuchi T, Haraguchi M. Development of rehabilitation systems for upper limbs: EMUL, robotherapist, and PLEMO[J]. Assistive Technology Research, 2011, 28:84-92.
8. 胡鑫, 喻洪流, 王振平等. 腦卒中上肢康復訓練機器人的研究進展與展望[J]. 世界康復工程與器械, 2014, 4(3): 23~28.
9. Maciejasz P, Eschweiler J, Gerlach-Hahn K, et al. A survey on robotic devices for upper limb rehabilitation. [J]. Journal of Neuroengineering & Rehabilitation, 2014, 11(1):1-29.
10. Loeza P, Villalon M A I, Ayala D V. Case Report: Using ArmeoBoom and Lokomat with a MS patient [J]. 2015.) (Jäger S. Armeoboom in der Armrehabilitation - In der Klinik im Einsatz, zu Hause im Test[J]. Ergopraxis, 2011, 4(5):26-29.
11. Nef T, Mihelj M, Kiefer G, et al. ARMin - Exoskeleton for Arm Therapy in Stroke Patients[C]// IEEE, International Conference on Rehabilitation Robotics. 2007:68-74.
12. Colomer C, Baldoví A, Torromé S, et al. Eficacia del sistema Armeo®Spring en la fase crónica del ictus. Estudio en hemiparesias leves-moderadas[J]. Neurologia, 2013, 28(5):261 - 267.
13. Calabrò R S, Russo M, Naro A, et al. Who may benefit from Armeo Power® treatment? A neurophysiological approach to predict neurorehabilitation outcomes. [J]. Pm & R the Journal of Injury Function & Rehabilitation, 2016.
14. 王俊嶺. Lokomat 下肢康復機器人訓練對腦卒中患者心肺功能的影響[C]// 河南省中風康復護理新業務、新技術學術會議. 2013.
15. Iosa M, Morone G, Bragoni M, et al. Driving electromechanically assisted Gait Trainer for people with stroke[J]. Journal of Rehabilitation Research & Development, 2011, 48(2):135-46.
16. Krebs H I, Hogan N. Robotic Therapy: The Tipping Point[J]. American Journal of Physical Medicine

& Rehabilitation, 2012, 91(11 Suppl 3):págs. 115-125.

17. 易金花, 張穎, 官龍, 等. 腦卒中患者上肢康復訓練系統研究進展[J]. 中國康復, 2013, 28(4):249-251.
18. Tamezduque J, Cobianugalde R, Kilicarslan A, et al. Real-time strap pressure sensor system for powered exoskeletons. [J]. Sensors, 2015, 15(2):4550-63.
19. Xie S. Literature Review[M]// Advanced Robotics for Medical Rehabilitation. Springer International Publishing, 2016.
20. 胡鑫, 喻洪流, 李繼才等. 外骨骼式動力矯形器的研究現狀與發展[J]. 世界康復工程與器械, 2012, 2(2):14-17.
21. Mone G. A POWERFUL, PORTABLE, AND AFFORDABLE ROBOTIC EXOSKELETON[J]. Popular Science, 2014.
22. Tong K Y, Ho S K, Pang P M K, et al. An intention driven hand functions task training robotic system[C]// Conference: International Conference of the IEEE Engineering in Medicine & Biology Society IEEE Engineering in Medicine & Biology Society Conference. 2010:3406-9.
23. Esquenazi A, Talaty M, Packel A, et al. The ReWalk powered exoskeleton to restore ambulatory function to individuals with thoracic-level motor-complete spinal cord injury. [J]. American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation, 2012, 91(11):911-921.
24. Lockheed Martin Unveils Exoskeleton Technology at AUSA Winter Symposium [J]. 2015.
25. Aach M, Meindl R C, Geßmann J, et al. Exoskette in der Rehabilitation Querschnittgelähmter[J]. Der Unfallchirurg, 2015, 118(2):130-7.
26. Strasser B, Fuchs D. Role of physical activity and diet on mood, behavior, and cognition[J]. Neurology Psychiatry & Brain Research, 2015, 21(3):118-126.
27. Al-Timemy A H, Khushaba R N, Bugmann G, et al. Improving the Performance Against Force Variation of EMG Controlled Multifunctional Upper-Limb Prostheses for Transradial Amputees[J]. IEEE Transactions on Neural Systems & Rehabilitation Engineering A Publication of the IEEE Engineering in Medicine & Biology Society, 2015:1.
28. Lura D J, Wernke M M, Carey S L, et al. Differences in knee flexion between the Genium and C-Leg microprocessor knees while walking on level ground and ramps[J]. Clinical Biomechanics, 2015, 30(2):175-81.
29. Wolf E J, Everding V Q, Linberg A A, et al. Comparison of the Power Knee and C-Leg during step-up and sit-to-stand tasks[J]. Gait & Posture, 2013, 38(3):397-402.
30. Wakita Y, Oyama E, Yoon W K, et al. User evaluation of service robotic arms based on ICF through interviews with people with upper-limb disability[C]// IEEE International Conference on Robotics and Biomimetics. 2013:1282-1287.
31. Tanaka H, Sumi Y, Matsumoto Y. Assistive robotic arm autonomously bringing a cup to the mouth by face recognition[J]. 2010:34-39.
32. 顧餘輝, 陳爽, 喻洪流. 智能輪椅的研究現狀與趨勢[J]. 世界康復工程與器械, 2014, 4(1): 51-54.
33. 王宇. 面向老人的智能輪椅的研究[D]. 蘇州大學, 2015.
34. Hatase T, Toda K, Matsumoto O. Intelligent Wheelchair Robot "TAO Aicle"[J]. Prostete, 2014, 74(12):1199 - 1208.
35. Online H. "Robear": Experimenteller Pflegeroboter wird gefühlvoller[J]. Heise Zeitschriften Verlag, 2015.
36. Kim T Y, Jung S, Wan S Y. Lumped Track Modeling for Estimating Traction Force of Vecna BEAR Type Robot[J]. Transactions of the Korean Society of Mechanical Engineers A, 2015, 39(3):275-282.

37. Rentschler A J, Simpson R, Cooper R A, et al. Clinical evaluation of Guido robotic walker. [J]. Journal of Rehabilitation Research & Development, 2008, 45(9):1281-93.
38. Stryker InTouch Critical Care Bed[J]. Biomedical Safety & Standards, 2014, 44(Issue).
39. Leng W H, Cheng P A, Barilea D. Patient bed:, USD710507[P]. 2014.
40. Marsh T. The Robots Will See You Now[J]. Robot, 2013.
41. Kittmann R, Fröhlich T, Schäfer J, et al. Let me Introduce Myself: I am Care-0-bot 4, a Gentleman Robot[C]// Mensch und Computer 2015 - Proceedings. 2015.



【尖端科技於腦科職業治療康復的應用-神經調節科技 (NEUROMODULATION) 和 虛擬現實訓練 (VIRTUAL REALITY)】

陳家樑 伍澤榮

香港九龍醫院職業治療部 腦神經科康復

前言

隨著科技日漸普及，很多不同的生理傳感器 (PHYSIOLOGICAL SENSOR) 和軟件技術都能被應用於復康醫療當中，令很多在復康路上遇見「樽頸」的患者都能有再度提升和改善的機會，從而改善患者於日常生活的表現。本文會分享兩項於我院這數年間重點發展的項目，藉此希望推動同業能更善用我們所介紹的科技。

神經調節科技 (NEUROMODULATION)

神經調節科技是直接作用於神經的技術。通過電流刺激或藥物，或患者的自我調節訓練，來改變或調節腦神經的活動。我們常用的技術包括有非侵入性腦刺激療法 (NON INVASIVE BRAIN STIMULATION)，例如有透顱磁刺激 (TRANSCRANIAL MAGNETIC STIMULATION, TMS)，透顱直流電刺激 (TRANSCRANIAL DIRECT CURRENT STIMULATION, TDCS) 和腦神經反饋 (NEUROFEEDBACK) 等。

