

# 輪椅機器人之靜穩定步態模擬與姿態控制

謝孟言、陳俊達

E-mail: 9125906@mail.dyu.edu.tw

## 摘要

現代醫療科技快速發展，人類平均壽命不斷的延長，死亡率亦急遽降低，社會逐漸邁向高齡化，導致許多殘障、慢性病、老人及相關醫療復健等問題。而目前市面上一般輪椅設計都採用車輪方式移動，故只能活動在一些比較平坦地區，對於某些障礙地形如階梯或斜坡，仍有其相當限制。所以本實驗室提出新的輪椅機構，即旋臂式輪椅機器人以克服階梯障礙，本文主要利用拉葛蘭達法推導其運動方程式，並模擬其靜穩定步態運動，以確定輪椅機器人之安全性及可行性。最後並設計一路徑追隨控制法則，使得輪椅機器人能依循我們所設計的軌跡運動。

關鍵詞：輪椅機器人、靜穩定步態、拉葛蘭達法

## 目錄

第一章緒論--P1 1.1 前言--P1 1.2 文獻回顧--P1 1.3 研究動機及目的--P6 第二章輪椅機器人之設計--P8 2.1 輪椅機器人之外觀--P8 2.2 運動模式--P17 2.3 階梯攀爬範圍--P20 第三章輪椅機器人之廣義三維動態方程式--P23 3.1 座標系統定義--P23 3.2 座標轉換--P24 3.3 位置向量--P25 3.4 動能及位能--P26 3.4.1 動能--P26 3.4.2 位能--P28 3.5 虛功原理--P29 3.6 拘束方程式--P30 3.7 輪椅機器人之運動方程式--P32 3.8 結論--P33 第四章輪椅機器人之狹義三維動態方程式--P34 4.1 運動方式描述--P34 4.2 轉換矩陣--P35 4.3 輪椅機器人之運動方程式--P38 4.3.1 肢節運動方程式--P39 4.3.2 身體之直線運動及轉向運動--P45 4.4 重心偏移--P60 第五章靜步態穩定模擬分析--P62 5.1 輪椅機器人三維立體模型建構--P62 5.1.1 身體三維立體模型建構--P62 5.1.2 腰節三維立體模型建構--P63 5.1.3 腿節三維立體模型建構--P64 5.1.4 脛節三維立體模型建構--P65 5.1.5 輪椅機器人三維立體模型建構--P66 5.2 數值積分方法--P67 5.3 履帶運動方式模擬--P69 5.4 類四足步行模式--P73 5.4.1 以類四足運動模式直線運動模擬--P74 5.4.2 以類四足運動模式跨越障礙之運動模擬--P79 5.4.3 類四足與履帶混合運動模式--P84 第六章軌跡跟隨控制--P86 6.1 控制問題描述--P86 6.2 控制器設計--P87 6.3 軌跡跟隨模擬--P90 第七章結論與未來研究方法--P98 7.1 結論--P98 7.2 未來研究方向--P98 參考文獻--P100

## 參考文獻

- [1]D.T. GREENWOOD, "PRINCIPLES OF DYNAMICS", PRENTICE HALL.
- [2]J.J. CRAIG, "INTRODUCTION TO ROBOTICS MECHANICS AND CONTROL:MECHANICS AND CONTROL", 1995.
- [3]SLOTINE LI, "APPLIED NONLINEAR CONTROL",1991.
- [4]M. AHMADI, V. POLOTSKI, AND R. HURTEAU, "PATH TRACKING CONTROL OF TRACKED VEHICLES", INTERNATIONAL CONFERENCE ON ROBOTICS & AUTOMATION, PP.2938-2943, IEEE APRIL 2000.
- [5]R.M. DESANTIS, "MODELING AND PATH-TRACKING CONTROL OF A MOBILE WHEELED ROBOT WITH A DIFFERENTIAL DRIVE", ROBOTICA, VOLUME 15, PP.401-410, IEEE 1995.
- [6]ANH TUAN LE, DAVID.C. RYE AND HUGH.F. DURRANT-WHYTE,"ESTIMATION OF TRACK-SOIL INTERACT -IONS FOR AUTONOMOUS TRACKED VEHICLES" INTERNATIONAL CONFERENCE ON ROBOTICS & AUTOMATI ON, PP.1388-1393, IEEE APRIL 1997.
- [7]WENJIE CHEN, S.H. YEO, K.H. LOW, "MODULAR FORMULATION FOR DYNAMICS OF MULTI-LEGGED ROB -OTS", PP.279-284, ,IEEE JULY 1997.
- [8]J.D. MARTENS, W.S. NEWMAN, "STABILIZATION OF A MOBILE ROBOT CLIMBING STAIRS",PP.2501- 2507, IEEE 1994.
- [9]A. BANOS, M.A. JIMENEZ,AND P. GOMZALEZ DE SANTOS, "DYNAMIC SIMULATION OF A FOUR-LEGGED GAIT", PP.498-503, IEEE 1992.
- [10]P. WELLMAN,V. KROVI,V. KUMAR, AND W. HARWIN, "DSIGN OF A WHEELCHAIR WITH LEGS FOR PEOP -LE WITH MOTOR DISABILITIES",TRANSACTIONS ON REHABILITATION ENGINEERING,VOL 3,PP.343- 353,IEEE 1995.
- [11]SHIGEO HIROSE, EDUARDO F. FUKUSHIMA, RIICHIRO DAMOTO AND HIDEICHI NAKAMOTO,"DESIGN OF TERRAIN ADAPTIVE VERSATILE CRAWLER VEHICLE HELIOS- ",INTERNATIONAL CONFERENCE ON INT -ELLIGENT ROBOTS SYSTEMS, PP.1540-1545, IEEE 2001.
- [12]MEIROVITCH, LEONARD, "METHODS OF ANALYTICAL DYNAMICS",PRENTICE HALL ,ENGLEWOOD CLIFFS ,NEW

JERSEY.

[13]YOSHIO YAMAMOTO AND XIAOPING YUN, "MODELING AND COMPENSATION OF THE DYNAMIC INTERACTI -ON OF A MOBILE MANIPULATOR", PP.2187-2192,IEEE 1994.

[14]EDWARD J. HAUG ,INTERMEDIATE DYNAMICS,CENTER FOR COMPUTER AIDED DESIGN AND DEPARTMENT OF MECHANICAL ENGINEERING COLLEGE OF ENGINEERING.

[15]鄭嘉森, "可適應各式地形之機器人輪椅之開發研究", 碩士論文, 大葉大學, 2001。

[16]游許銓, "電動輪椅動力驅動之解析模型", 碩士論文, 成功大學, 2001。

[17]林安祺, "可變速驅動之休閒手動輪椅設計", 碩士論文, 中山大學, 2001。

[18]葉書銘, "重力分佈偵測與自動擺位之電動輪椅", 碩士論文, 成功大學, 2001。

[19]洪維恩, "數學魔法師MAPLE 6", 碁峰資訊股份有限公司。

[20]李宜達, "動態模擬及繪圖", 全華科技圖書股份有限公司。

[21]羅華強, "MATLAB 5.3 範例入門SIMULINK3.0", 全華科技圖書股份有限公司。

[22]陳永平, "可變結構控制設計", 全華科技圖書股份有限公司。