

**PAL Robotics 將磁性編碼器整合至機器人，以達到良好的平衡效果**

#

本個案將介紹 PAL Robotics 研發的 REEM-C 雙腳人形機器人，是一款可作許多應用的通用型機器人。REEM-C 能為如導覽、機器視覺、人機互動、人工智慧、抓握、行走及語音辨識等不應用領域提供充分客製化的研究基礎平台。

**背景**

試想在未來世界中，機器人夥伴能輔助您完成日常工作，在機場搬運行李，甚至為年長者提供生活上的協助。這正是位於西班牙巴塞隆納的 PAL Robotics SL 所懷抱的願景。這間創新公司位於巴塞隆納科技專區的核心地帶，離世界知名的蘭布拉大道僅有幾步之遙，致力於提倡機器人的開發。

在 PAL Robotics 的辦公室內，機器人設計、程式設計，以至組裝作業等均有條不紊地在進行，工程師團隊更專注於如何持續提升機器人的功能。

**挑戰**

PAL Robotics 的技術總監 Luca Marchionni (右圖) 表示，如何在雙腳行走時保持平衡對人類是理所當然，但於機器人來說卻是一項大難題。

行走的動作就關係到如何在雙腳與環境進行互動時，針對多角度的自由度同步產生運動軌跡並加以執行。雙腳機器人的控制系統必須處理兩個階段之間的轉換：雙腳落地時的雙重支撐，以及單腳落地時的單一支撐。

由於機器人運動力學的非線性特點，讓設計控制法則來達成此轉換變得十分困難。這種轉換通常無法透過分析來完成，其複雜程度也無法僅靠試錯法來實現。因此，業界多採用稱為軌跡最佳化的數值方法，透過預設機器人的「理想路徑」，再以此數值計算出此路徑的最佳可能近似值，當中的「最佳」標準是由特別選定的代價函數決定，並與機器人的理想路徑和實體限制這兩個條件有關。

為了盡量縮減機器人的體積和慣性，人形機器人的關節在設計上有嚴格的空間和重量限制； PAL Robotics 機器人具有與人類等身大的尺寸，並能展現高達 40 度的自由度。

**解決方案**

REEM-C 和其他來自於 PAL Robotics 的人形機器人具有完全連接的關節，可依工作內容執行各種複雜動作。在各關節的扭矩、速度和位置進行伺服控制，需要用到高品質的編碼器回饋。Renishaw 充分瞭解 PAL Robotics 的業務需求，並針對各種應用為其提出編碼器的選擇建議。

PAL Robotics 最終選用 Renishaw 的關聯公司 RLS 所提供的非接觸式磁性編碼器。這包括整合至膝蓋 (上圖)、手腕和手肘的關節的 AksIM™ 和 Orbis™ 等旋轉編碼器，以及元件級增量式 RoLin™ 編碼器。

為了達到平衡控制，每個機器人的腳上都裝上回饋力系統來計算零力矩點 (ZMP)，以評估像 REEM-C 這些機器人的穩定性。量測出的 ZMP 接著會被送至「模糊邏輯」PD 控制器，以追蹤所需的 ZMP，進而使機器人達到平衡並防止傾倒。使用 PD 控制器的目標在於調整機器人的質心 (CoM) 位置，以便將 ZMP 保持在支撐範圍內 (腳底下)。機器人要成功進行雙腳的動態行走運動，必須透過旋轉編碼器在位置、速度和加速度方面的回饋，精準控制兩腿的關節角度。

**成果**

平衡控制對機器人穩定的雙腳行走動作特別重要，而編碼器可預估機器人的姿勢，產生每個關節在位置、速度和加速度方面應遵循的參考數據。

RLS 磁性編碼器為 PAL Robotics 提供靈活的位置量測解決方案，並有效滿足其嚴格的空間和效能需求。選用的編碼器具備許多優異的功能，可在設計上提供相當大的自由度。透過控制在每個關節上產生的瞬間扭矩，可讓機器人的雙臂正確定位，藉此實現平衡穩定的行走運動。高精度的編碼器可將控制訊號中的錯誤降至最低，進而讓控制器快速調整機器人的位置，讓 ZMP 始終維持在雙腳的支援範圍內。

**關於 PAL Robotics**

PAL Robotics 專門設計和製造適合多種應用的高階人形機器人和服務機器人。公司在 2004 年由六名懷抱夢想的工程師所創立。PAL Robotics 的第一個機器人叫做 REEM-A，源自於一項可用來下西洋棋的機械手臂專案。從那之後，PAL Robotics 便定期發佈新機器人，目前共有 6 種不同的機器人型號，包括 TIAGO 這款為居家或工業環境中使用而設計的機器人。而 TALOS 機器人則是專為在生產線上作業而設計，執行包括鎖緊在難以觸及之處的螺絲，以及協助笨重工具的處理等。

如需有關 PAL Robotics 的詳細資訊，請造訪： www.pal-robotics.com

**關於 RLS**

RLS d.o.o 為 Renishaw 的關聯公司。RLS 專門生產各種堅固耐用的磁性旋轉感測器和線性運動感測器，可應用於工業自動化、金屬加工、紡織、包裝、電子晶片／機板板生產、機器人等方面。

如需有關 RLS 的詳細資訊，請造訪：[www.rls.si](http://www.rls.si)

- 完 -