

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



**客戶：**  
位於西班牙巴塞隆納的  
PAL Robotics SL

**產業：**  
電子業

**挑戰：**  
克服雙腳人形機器人平衡控制的難題，並符合空間、精度與速度等方面的設計限制。

**解決方案：**  
由 Renishaw 專業團隊提供的  
多種 RLS 磁性編碼器選項

## 簡介

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。



PAL Robotics 雙腳人形機器人 REEM-C

## 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 AksIM™ 和 Orbis™ 等旋轉編碼器，以及元件級增量式 RoLin™ 編碼器。



REEM-C 的膝蓋關節採用 AksIM™ 絕對式旋轉編碼器



由於我們在機器人關節中使用了減速齒輪，會引發一些彈性或非線性動力，因此要機器人保持平衡是困難的任務。所以取得馬達和關節的位置對我們而言是十分重要的。

PAL Robotics (西班牙)

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。



REEM-C 在行走時以單腳保持平衡

我們與 Renishaw 的關係一直非常良好。他們的產品種類廣泛，並能高度客製化，這令我們十分滿意。RLS 編碼器具有多種配置，備有不同通訊協定、感測器尺寸和介面可供挑選。我們希望能製作出更輕巧且功能更優異的機器人；編碼器提供的參數越多，越能助我們達到目標。

PAL Robotics (西班牙)

## 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 種不同的機器人類型號，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.palrobotics.com](http://www.palrobotics.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)



REEM-C 將 AksIM 和 Orbis 旋轉編碼器整合至手肘和手腕關節上。

如需更多資訊與個案影片，請造訪 [www.renishaw.com.tw/palrobotics](http://www.renishaw.com.tw/palrobotics)

### Renishaw Taiwan Inc

台中市南屯區文心路一段  
218號18樓之1 40865  
臺灣

T +886 4 2473 3177  
F +886 4 2473 3133  
E taiwan@renishaw.com  
[www.renishaw.com.tw](http://www.renishaw.com.tw)

有關全球聯繫之相關資訊，請上網站 [www.renishaw.com.tw/contact](http://www.renishaw.com.tw/contact)。

RENISHAW 竭力確保在發佈日期時，此份文件內容之準確性及可靠性，但對文件內容之準確性及可靠性將不做任何擔保。RENISHAW 概不會就此文件內容之任何不正確或遺漏所引致之任何損失或損害承擔任何法律責任。

© 2018 Renishaw plc。保留所有權利。

Renishaw 保留更改產品規格之權利，恕不另行通知。

RENISHAW 及 RENISHAW 公司徽標中的測頭符號是 Renishaw 公司在英國及其他國家或地區的註冊商標。apply innovation, 及其他 Renishaw 產品和技術的名稱與命名是 Renishaw plc 及旗下子公司的商標。

本文中使用的所有其他品牌名稱和產品名稱為各自所有者的商品名稱、服務標誌、商標或註冊商標。



H - 3000 - 5108 - 01

文件訂貨號:H-3000-5108-01-A  
版本:08.2018