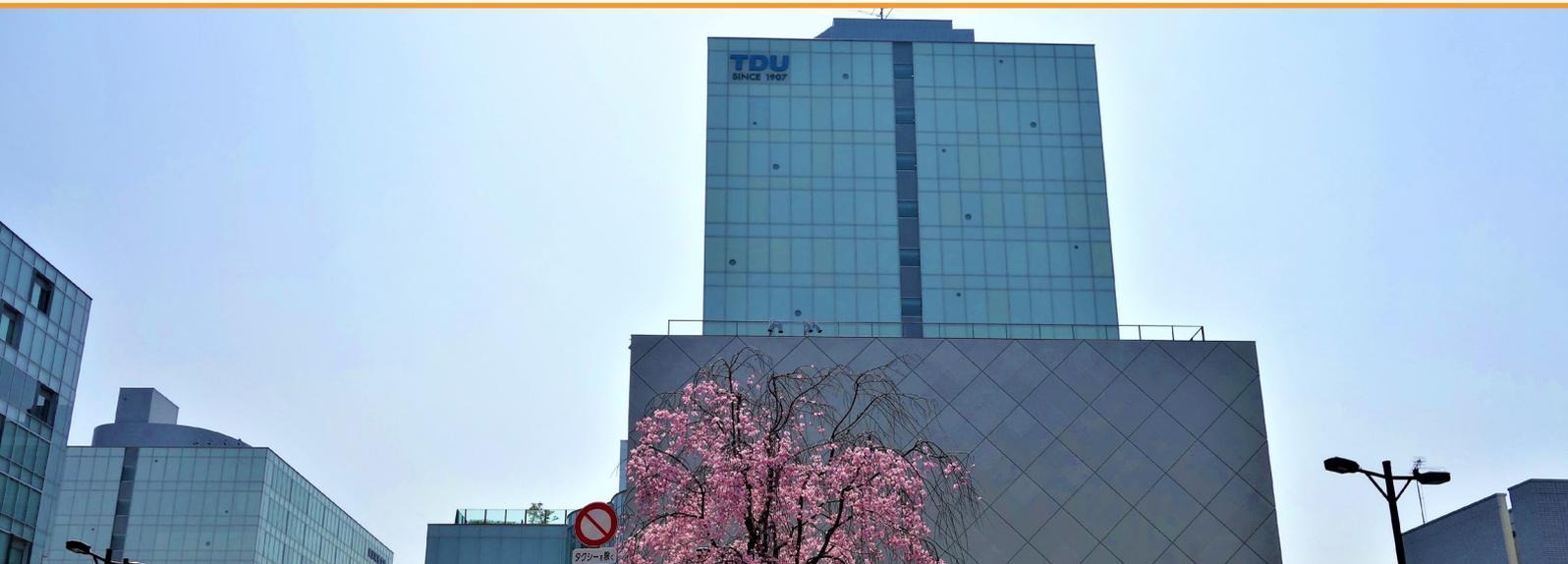


RLS 磁性編碼器實現兩輪自平衡無人車的穩定性控制



客戶：
東京電機大學（日本）

行業：
電子

挑戰：
設計一輛整合傾斜角度傳感技術、控制邏輯和馬達驅動電路的兩輪自平衡無人車。

解決方案：
RM08 微型非接觸式磁性旋轉編碼器。

在設計兩輪自平衡無人車時，精準、快速地量測角度旋轉是一項關鍵要求。除此之外，將零組件的重量和尺寸最小化也同樣重要。東京電機大學 (Tokyo Denki University, TDU) 工學部的學生，透過 Renishaw 旗下 RLS 公司的 RM08 磁性旋轉編碼器解決了這道難題。

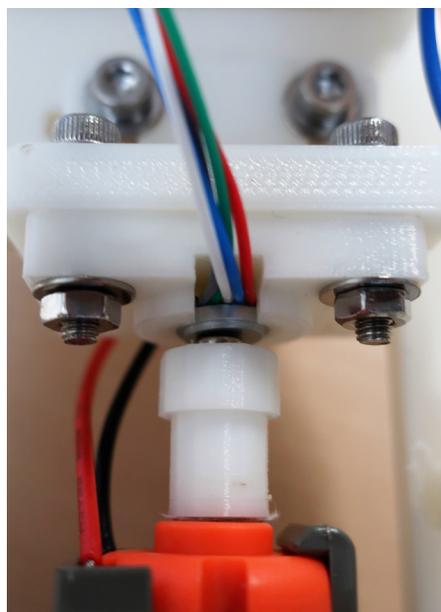
背景

東京電機大學致力於科學和技術教育，於 1907 年由兩位年輕的工程師廣田精一和扇本真吉創立，其辦學宗旨是推動工程學科教育，為國家經濟發展奠定基石。

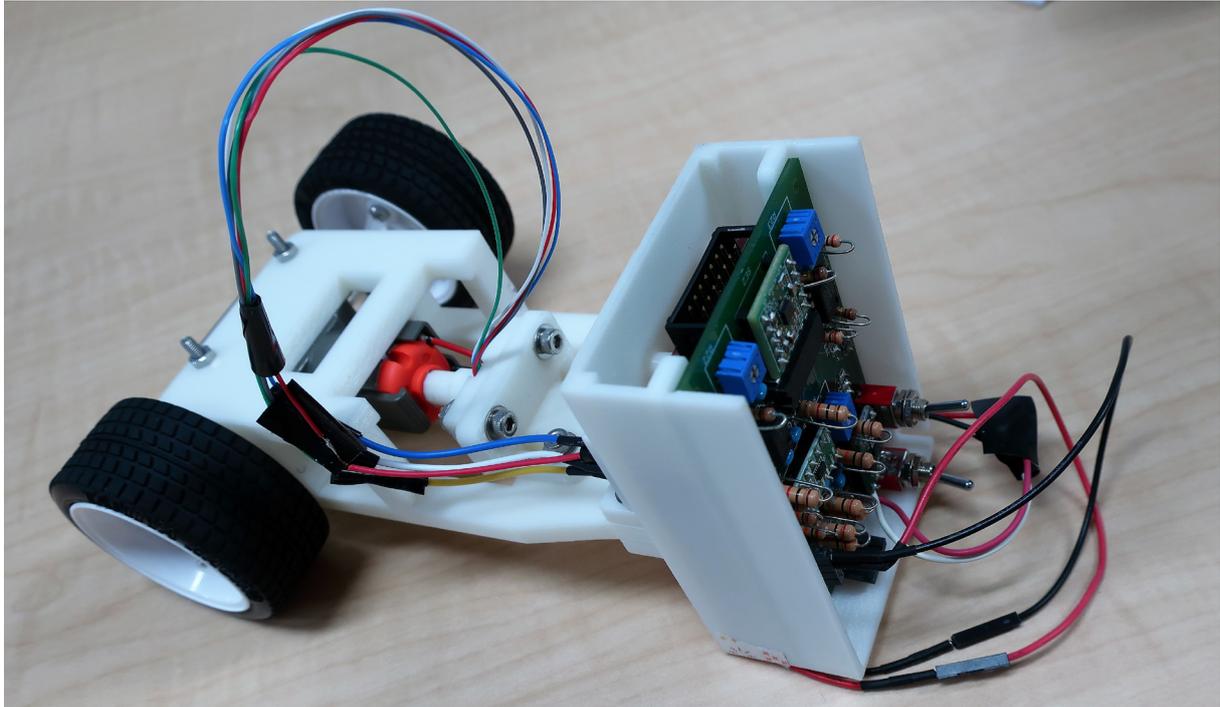
石川淳先生在 TDU 的機器人與機電所任教，並且在機器人控制系統開發等多個技術領域進行先驅研究。石川先生向工學部的學生們提出一項考驗：製作一輛兩輪自平衡無人車。在這個項目中，學生們選擇了 Renishaw 旗下 RLS 公司的 RM08 磁性旋轉位置回饋編碼器。



RM08 是一款微型高速磁性旋轉編碼器



在馬達軸上耦合編碼器



東京電機大學工學部的學生設計的兩輪自平衡無人車

挑戰

石川先生對學生們提出的考驗是：如何解決經典的控制理論難題——倒單擺。比如著名的 Segway（賽格威）電動平衡車，其技術基礎是將倒單擺的質心設計在支點上方。

倒單擺與懸擺不同，懸擺會在移位後自然回復到穩定的平衡位置，而倒單擺具有內在的不穩定性。想像一下，將撞球桿或掃帚柄直立倒放在手掌上，如果不持續調整手的位置，它就會翻倒。較短的倒單擺與較長的倒單擺相比，會更快速地遠離垂直位置，因此需要更頻繁地調整位置，而且更難控制。例如，在手掌上保持鋼筆直立比保持撞球桿直立更難。

Segway 所採取的解決方案之一，是將支點放在輪式平台上。這類車種是從 IMU（慣性量測單元）獲取慣性輸入。IMU 包含兩個感測器：加速儀和陀螺儀。

在這種情況下，垂直軸和水平軸上的加速儀均用於確定重力引起的角度加速度。透過不斷監測擺錘的傾斜角和角速度，可使用 PD（比例微分）控制系統來驅動車輪向前或向後滾動，藉此保持平衡。

學生們決定在他們自己設計的控制系統中採用一種類似的方法，因此他們需要設計將三種部件整合成一個高效能的解決方案，包括傾斜角度感測器、控制邏輯和馬達驅動電路。為此控制應用而設計的 PCB（印刷電路板）尺寸小且重量輕，是整合到車把中的決定性要素。他們對 PCB 的結構進行了優化，以確保在最小的封裝尺寸內整合所有必需的功能。

解決方案

將 PCB 控制板安裝在車把內，位於擺錘的頂部，承載所有必需的電子電路，包括固態陀螺儀、微控制器、直流馬達驅動器和電源管理元件。

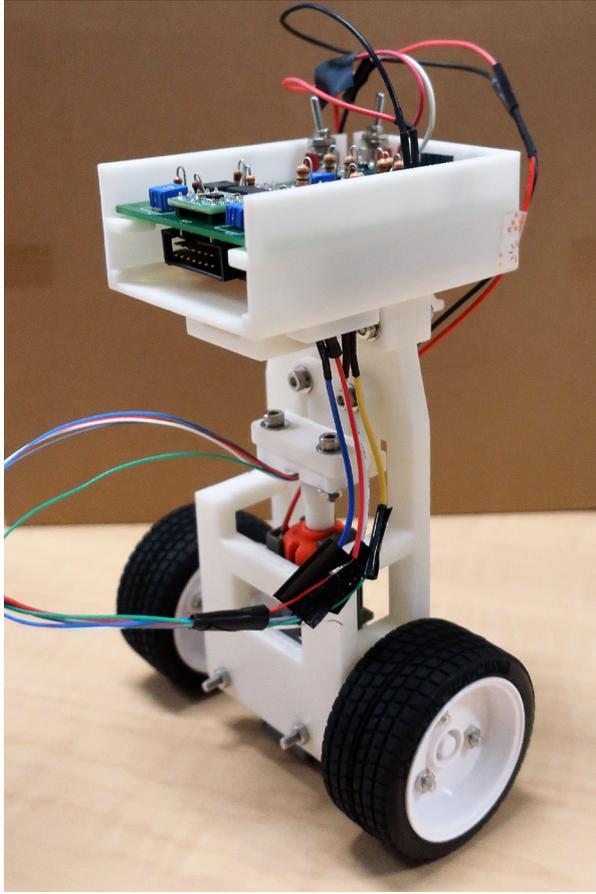
輪式平台的底部有兩條軸：連接車輪的水平軸和由輕巧型直流馬達驅動的垂直軸。兩條軸的交叉處裝有一個簡單的錐齒輪傳動裝置，馬達透過此傳動裝置可朝任意方向驅動車輪。

系統必須將方向保持在近乎垂直的極小角度範圍內，才能進行有效控制。如果無人車朝任何一個方向傾斜超過 30° ，則可能會失去穩定性。為保持平衡，必須以經過精密計算的加速度和速度連續驅動車輪。

為達到預期的運動控制效能，學生們需要一個高解析度的位置編碼器來監控和調節馬達輸出。而且，這個編碼器還必須小巧輕便，能夠被容納在無人車纖薄的垂直結構中。

幾經考慮，他們最終選擇了 Renishaw 旗下 RLS 公司的 RM08 磁性旋轉編碼器。這款非接觸式、無摩擦磁性旋轉編碼器僅重 2 g（包括電纜），具有鋁擠感測器外殼，直徑為 8 mm，厚度僅 3 mm。

學生們設計了一個細窄的尼龍襯圈，作為馬達軸與 RM08 編碼器的磁性促動器之間的連接，而這個設計只增加了不到 0.5 g 的重量。RM08 編碼器產生 12 位元解析度輸出（每轉 4,096 步），可用在運作速度高達 30,000 rpm 的應用，精度達 $\pm 0.3^\circ$ 。



結果

東京電機大學的學生們設計出一個運動控制方案，使用 RM08 高速磁性旋轉編碼器以 12 位元解析度量測角度旋轉，讓兩輪無人車保持自平衡和直立。

RM08 編碼器的防護等級達到 IP68，專門整合到各種大量生產的 OEM 應用中，性能非常可靠。

還有一點也很重要，磁性旋轉編碼器還解決了這輛無人車嚴苛的物理設計限制。它的外形極為輕巧，幫助學生們同時克服了空間和負載限制。

這個項目的成功為學生們建立了信心，激勵他們繼續探索更多的高階機器人專案。

詳情請上 www.renishaw.com.tw/denki

Renishaw (Taiwan) Inc.
40852 台中市南屯區
精科七路 2 號 2 樓

T +886 4 2460 3799
F +886 4 2460 3798
E taiwan@renishaw.com
www.renishaw.com.tw

有關全球聯繫之相關資訊，請上網站 www.renishaw.com.tw/contact

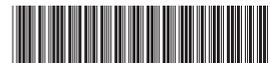
RENISHAW 竭誠確保在發佈日期時，此份文件內容之準確性及可靠性，但對文件內容之準確性及可靠性將不做任何擔保。RENISHAW 概不會就此文件內容之任何不正確或遺漏所引致之任何損失或損害承擔任何法律責任。

© 2021 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 - 5650 - 0071 - 01

文件訂貨號:H-5650-0071-01-A
版本:09.2021