

RLS磁编码器增强两轮自平衡机器人小车的稳定性控制



客户：
东京电机大学（日本）

行业：
电子

挑战：
设计一辆集成倾斜角度传感技术、控制逻辑和电机驱动电路的两轮自平衡机器人小车。

解决方案：
RM08微型非接触式磁旋转编码器。

在设计两轮自平衡机器人小车时，精确、快速地测量角度旋转是一项关键要求。除此之外，零部件的重量和尺寸最小化也同样重要。东京电机大学 (Tokyo Denki University, TDU) 工学部的学生，利用雷尼绍关联公司RLS的RM08磁旋转编码器解决了这个问题。

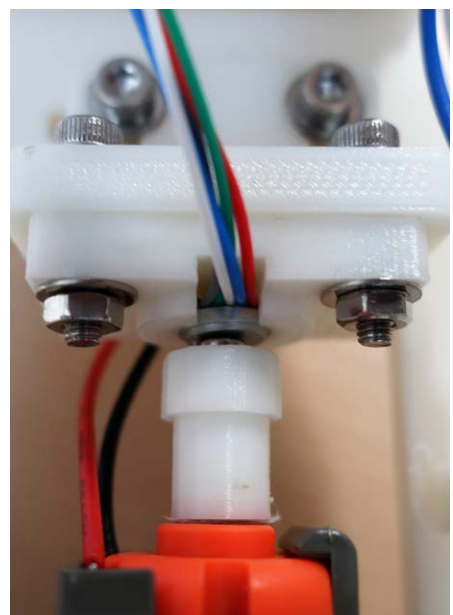
背景

东京电机大学是一所致力于科学和技术教育的高校，于1907年由两位年轻的工程师广田精一和扇本真吉创立，其办学宗旨是推动工程学科教育，为国家经济发展奠定基石。

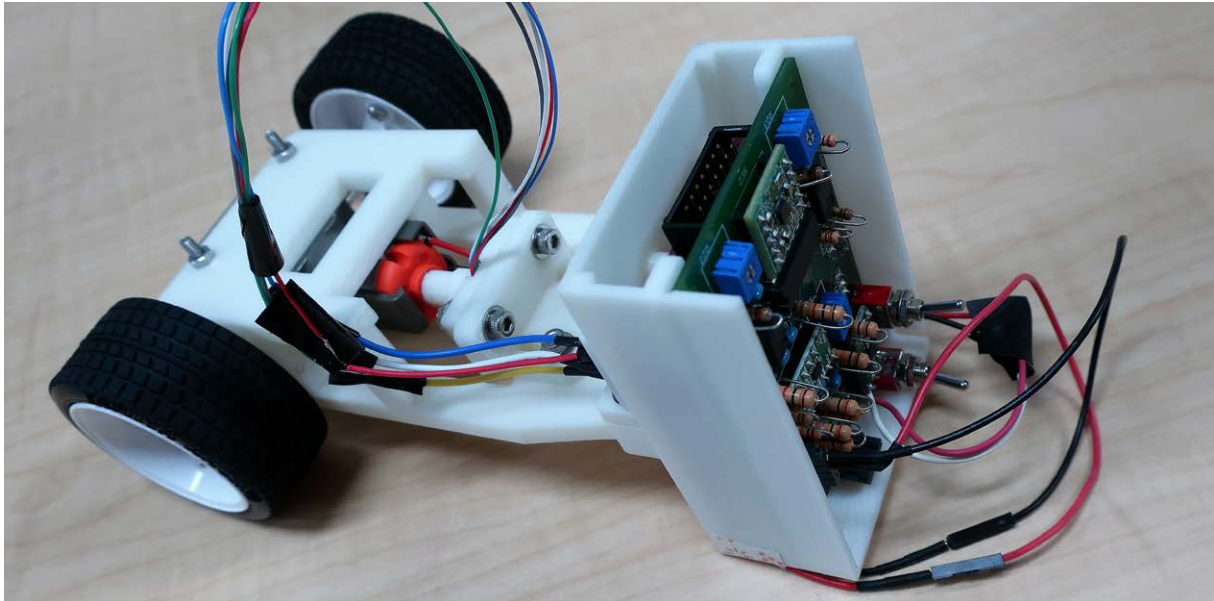
石川淳先生在TDU的机器人与机电一体化学科任教，并且在机器人控制系统开发等多个技术领域开展先驱研究。石川淳先生向工学部的学生们提出一项考验：制作一辆两轮自平衡机器人小车。在这个项目中，学生们选择了雷尼绍关联公司RLS的RM08磁旋转位置反馈编码器。



RM08是一款微型高速磁旋转编码器



在电机轴上耦合编码器



东京电机大学工学部的学生设计的两轮自平衡机器人小车

挑战

石川淳先生对学生们提出的考验是：如何解决经典的控制理论难题——倒立摆。比如著名的Segway（赛格威）电动平衡车，它的技术基础是将倒立摆的质心设计在支点上方。

倒立摆与悬挂摆不同，悬挂摆会在移位后自然恢复到稳定的平衡位置，而倒立摆具有内在的不稳定性。想象一下，将台球杆或扫帚柄直立倒放在手掌上，如果不持续调整手的位置，它就会翻倒。较短的倒立摆比较长的倒立摆加速远离垂直位置的速度更快，因此需要更频繁地调整位置，而且更难控制。比如，在手掌上保持钢笔直立比保持台球杆直立更难。

Segway所采用的一种解决方案是，将支点放在轮式平台上。这种车辆从IMU（惯性测量单元）获取惯性输入。IMU包含两个传感器：加速度计和陀螺仪。

在这种情况下，垂直轴和水平轴上的加速度计均用于确定重力引起的角度加速度。通过不断监测摆锤的倾斜角和角速度，可使用PD（比例微分）控制系统来驱动车轮向前或向后滚动，以此保持平衡。

学生们决定在他们自己设计的控制系统中采用一种类似的方法，因此他们需要设计并集成一个高效的三件式解决方案，包括倾斜角度传感、控制逻辑和电机驱动电路。对于为此控制应用设计的PCB（印刷电路板），尺寸小且重量轻是集成到车把内的决定性要素。他们对PCB的结构进行了优化，以确保在最小的封装尺寸内集成所有必需的功能。

解决方案

将PCB控制板安装在车把内，位于摆锤的顶部，承载所有必需的电子电路，包括固态陀螺仪、微控制器、直流电机驱动器和电源管理组件。

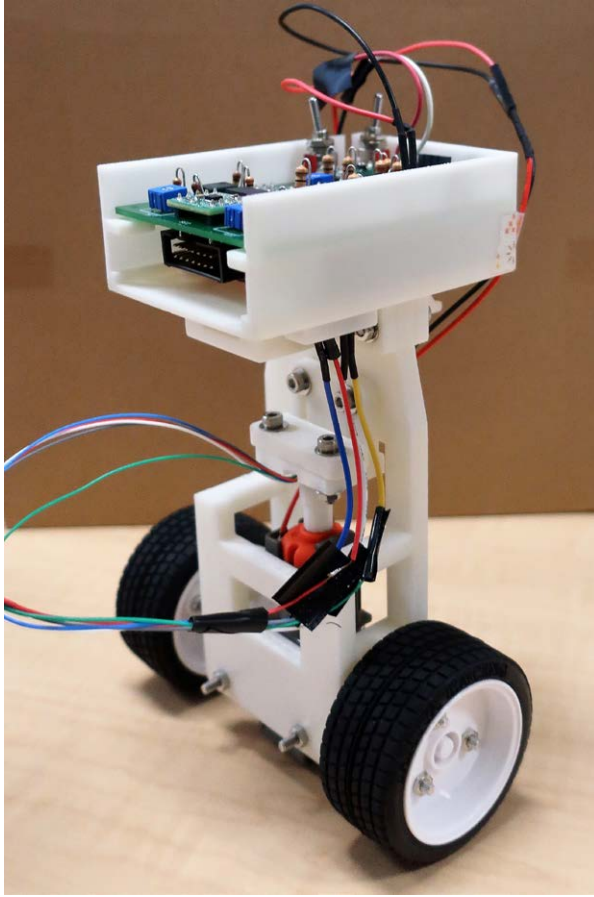
轮式平台的底部有两条轴：连接车轮的水平轴和由紧凑型直流电机驱动的垂直轴。两条轴的交叉处装有一个简单的锥齿轮传动装置，电机通过此传动装置可朝任意方向驱动车轮。

系统必须将方向保持在近乎垂直的极小角度范围内，才能进行有效控制。如果小车朝任一方向倾斜超过 30° ，则可能会失去稳定性。为保持平衡，必须以经过精密计算的加速度和速度连续驱动车轮。

为达到预期的运动控制性能，学生们需要一个高分辨率位置编码器来监控和调节电机输出。而且，这个编码器还必须小巧轻便，能够容纳在小车纤薄的垂直结构中。

经过深思熟虑，他们最终选择了雷尼绍关联公司RLS的RM08磁旋转编码器。这款非接触式、无摩擦磁旋转编码器仅重2g（包括电缆），具有铝制传感器外罩，直径为8mm，厚度仅为3mm。

学生们设计了一个细窄的尼龙衬圈，作为电机轴与RM08编码器的磁励体之间的机械连接，而这个设计只增加了不到0.5g的重量。RM08编码器产生12位分辨率输出（每转4,096步），可用于运行速度高达30,000 rpm的应用，精度达到 $\pm 0.3^\circ$ 。



结果

东京电机大学的学生们设计出一个运动控制方案，使用RM08高速磁旋转编码器以12位分辨率测量角度旋转，令两轮机器人小车保持自平衡和直立。

RM08编码器的防护等级达到IP68，专用于集成到各种大批量OEM应用中，性能非常可靠。

还有一点也很重要，磁旋转编码器还解决了这辆小车苛刻的物理设计限制。它的外形极为紧凑且轻巧，帮助学生同时克服了空间和负载限制。

这个项目的成功为学生们树立了信心，激励他们继续探索更多的高阶机器人项目。

详情请访问 www.renishaw.com.cn/denki

雷尼绍（上海）贸易有限公司
中国上海市静安区江场三路288号
18幢楼1楼
200436

T +86 21 6180 6416
F +86 21 6180 6418
E shanghai@renishaw.com
www.renishaw.com.cn

如需查询全球联系方式，请访问 www.renishaw.com.cn/contact



扫描关注雷尼绍官方微信

RENISHAW已尽力确保发布之日此文档的内容准确无误，但对其内容不做任何担保或陈述。RENISHAW不承担任何由本文档中的不准确之处以及无论什么原因所引发的问题的相关责任。

©2021 Renishaw plc. 版权所有。
Renishaw保留更改产品规格的权利，恕不另行通知。
RENISHAW标识中使用的**RENISHAW**和测头图案为Renishaw plc在英国及其他国家或地区的注册商标。
apply innovation及Renishaw其他产品和技术的名称与标识为Renishaw plc或其子公司的商标。
本文档中使用的所有其他品牌名称和产品名称均为其各自所有者的商品名、商标或注册商标。

文档编号：H-5650-0060-01-A
发布：2021.08