

**PAL Robotics借助磁编码器技术实现机器人运动平衡**

此案例介绍了PAL Robotics研发的REEM-C全尺寸双足人型机器人 — 一款可在众多应用领域一展身手的通用型机器人。REEM-C可为包括航海、机器视觉、人-机器人交互、人工智能、抓握、行走和语音识别等的一系列应用提供全定制化基础的研发平台。

**背景**

想象一下：机器人伙伴辅助每个人完成工作，在机场帮助旅客搬运行李，甚至为老年人提供全方位的生活照料。这便是位于西班牙巴塞罗那的PAL Robotics SL公司希望创造的未来生活。这家创新型公司坐落在巴塞罗那老城区的核心位置，距离世界闻名的兰布拉大道步行街仅数步之遥。

PAL Robotics是机器人行业的领先者，在他们繁忙熙攘的办公区内，机器人的设计、编程和组装工作正在有条不紊地进行，工程师三三两两聚在一起，讨论着如何不断改进机器人的功能。

**挑战**

PAL Robotics首席技术官Luca Marchionni（左图）指出，最大的挑战之一是保持机器人行走时的平衡，而这一点对于人类而言似乎是理所当然的事情。

机器人的行走涉及双足与周围环境的接触，以及多种自由度下身体各个部分的并发配合运动。双足机器人的控制系统必须处理两个阶段之间的转换，即双足支撑（双足同时着地），及单足支撑（单足着地）。

由于机器人运动力学的非线性特点，因此很难通过单纯的程序法则来实现行走控制，而且通常也无法通过实时状态分析方法实现控制，因为其中的试错过程过于复杂。相反，业内普遍采用一种称为“轨迹优化”的数值方法，即预先规定机器人的“理想行走路径”，然后使用此数值方法计算最为接近此路径的最佳近似值；其中所谓“最佳”的标准则通过一个特定的代价函数来确定，此函数可兼顾机器人的理想行走路径和物理限制这两个条件。

人型机器人的关节设计有着严格的空间和重量限制，目的是尽可能减小机器人的体积和惯性。PAL   
Robotics制造的大部分机器人都与真人大小类似，并拥有多达40种的运动自由度。

**解决方案**

PAL Robotics制造的REEM-C和其他人型机器人均具有完全铰接式关节，能够根据任务要求完成一系列复杂的运动。要对各关节的扭矩、速度和位置进行伺服控制，需要用到高质量的编码器反馈数据。

在对PAL Robotics的各种业务需求和产品做了深入了解之后，雷尼绍提供了编码器选型建议。PAL   
Robotics最终选用了由雷尼绍的关联公司RLS生产的非接触式磁编码器，包括集成到膝部（左图）、腕部和肘部的AksIM™和Orbis™旋转编码器，以及元件级增量式RoLin™编码器。

为实现平衡控制，机器人的每只足底均装有一套反馈力测量系统，该系统可计算出零力矩点 (ZMP) — 用于评估REEM-C人型机器人稳定性的指标。测得的ZMP随后被传输到“模糊逻辑”PD控制器，用以追踪所需的ZMP，从而实现运动平衡并防止倾翻。PD控制器的目标是调整机器人的质心 (CoM) 位置，以便将  
ZMP保持在支撑区域内（即足底与地面的接触面内）。要成功实现双足动态行走，需要精确控制机器人腿部关节的角度（包括位置、速度和加速度等运动参数），这一切都离不开旋转编码器的精确反馈。

**结果**

平衡控制对于确保双足机器人稳定运动而言至关重要，借助编码器输出的数据，机器人的“大脑”可计算出当前的身体姿态，并不断向每个关节发出新指令（包括位置、速度和加速度等），用以保持运动平衡。

RLS磁编码器为PAL Robotics提供了灵活的位置反馈解决方案，能够满足在空间和性能方面的严苛要求。精心选择的RLS编码器功能强大，可令设计师尽情发挥创意与才能。通过调节作用于每个关节上的瞬时扭矩来确保机器人的四肢始终处于正确位置，以此实现平衡控制和稳定行走。高精度编码器可确保最大限度地减少控制信号误差，控制器因此能够快速调节机器人的身体位置，从而使ZMP始终保持在机器人的足部支撑区域内。

**关于PAL Robotics**

PAL Robotics设计和制造可应用于多种场合的高级人型机器人和服务机器人。该公司于2004年由6名富有梦想的工程师创建。PAL Robotics制造的第一款机器人名为REEM-A，其诞生契机源自一个使用机器人手臂下国际象棋的项目。从那以后，PAL Robotics便开始定期发布新机器人产品，目前已推出6款不同型号的机器人，包括家用和工业用辅助型机器人TIAGO。另外一款机器人TALOS则用于在生产线上完成指定工作，例如拧紧人工难以触及的螺钉，以及协助搬运重型工件等。

有关PAL Robotics的更多信息，请访问www.pal-robotics.com

**关于RLS**

RLS d.o.o是雷尼绍的关联公司。RLS生产一系列坚固耐用的旋转和直线运动磁传感器，产品广泛应用于工业自动化、金属切削、纺织、包装、电子芯片/电路板、机器人等行业及领域。

有关RLS的更多信息，请访问www.rls.si

详情请访问www.renishaw.com.cn/encoders

**-完-**

**关于雷尼绍**

雷尼绍是世界领先的工程科技公司之一，在精密测量和医疗保健领域拥有专业技术。公司向众多行业和领域提供产品和服务 — 从飞机引擎、风力涡轮发电机制造，到口腔和脑外科医疗设备等。此外，它还在全球增材制造（也称3D打印）领域居领导地位，是英国唯一一家设计和制造工业用增材制造设备（通过金属粉末“打印”零件）的公司。

雷尼绍集团目前在35个国家/地区设有70多个分支机构，员工逾4,000人，其中2,700余名员工在英国本土工作。公司的大部分研发和制造均在英国本土进行，在截至2017年6月的2017财年，雷尼绍实现了  
5.368亿英镑的销售额，其中95%来自出口业务。公司最大的市场为中国、美国、德国和日本。

了解详细产品信息，请访问雷尼绍网站：www.renishaw.com.cn

关注雷尼绍官方微信（雷尼绍中国），随时掌握相关前沿资讯：

