文件类型: 技术指南
是否NI支持: 是
发布日期: Jul 25, 2010

应对机器人设计开发 中的三大挑战

NI应用工程师 徐 征　技术市场工 程师 朱君 汤敏

引言

机器人的研究与开发 是当今学术界和工业 界的热点之一，机器 人的发布数量较之过 去有明显增长， 2010年机器人市 场规模预计将达到 4700亿美元。过 去人们往往只能在实 验室或高科技竞赛中 见到机器人的身影， 而如今它们已经走入 工业应用甚至是普通 人的生活中[1]。 现在，机器人应用所 覆盖的领域包括无人 驾驶车辆、险情救 援、个人与服务机器 人、医疗机器人、农 业与采矿、教育与智 力开发等，并且随着 科技的发展，机器人 的应用领域还在不断 扩展。

但是机器人的快速发 展也为该领域的研究 与开发人员带来了巨 大的挑战。机器人领 域的著名科学家 David Barrett博士 （ 曾任iRobot 公司副总裁、迪士尼 梦幻工程公司主管， 现任美国Olin学 院SCOPE项目主 管， ）在2009年 NIWeek图形化 系统设计会议上总结 了当前机器人开发所 面临的三大挑战：创 造更小、更轻、更强 大的电池；创造更 小、更轻、更强大的 执行机构；需要一个 工业级的、并且具有 良好兼容性的软件开 发平台。这些挑战也 获得了业内其他领导 者的响应： Segway思维车 的发明人、 FIRST机构及 DEKA研发公司的 创始人Dean Kamen表达了对 机器人开发中传统嵌 入式方法的顾虑；美 国国防部地面机器人 和自主系统主管 Ellen Purdy关注于自 主系统的进一步标准 化和持久性（ 电池能 力 ）需要；韩国浦项 智能机器人研究所的 Hee Chang Moon博士强调了 对于集成的嵌入式系 统以及直观式开发软 件的需求。认识到这 些挑战，世界各地的 业内人士都在努力寻 求这些挑战的解决之 道：Dean Kamen的团队选 择NI LabVIEW软件 和NI CompactRIO 嵌入式硬件平台用于 FIRST项目中的 机器人自主控制系统 开发；TORC科技 公司从传统的编程工 具转而使用NI LabVIEW软件 平台设计其复杂的自 主系统，其CEO Michael Fleming在 NIWeek会议上 特别谈到了TORC 如何从功能强大的高 级软件中获益，从而 有助于简化系统设计 中的复杂问题。

接下来我们将展开分 析这些挑战，并探寻 相应的应对方法。

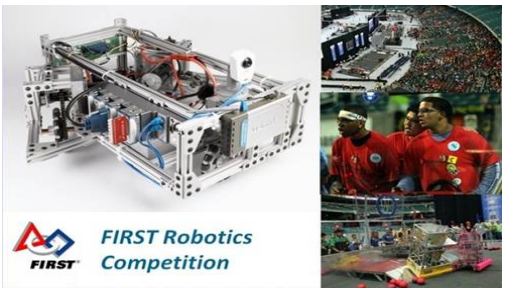

图1. FIRST机器人竞 赛平台采用NI LabVIEW软件 和嵌入式硬件 CompactRIO， 在这些工具的帮助下 即使是高中学生也能 解决机器人设计中的 复杂问题

挑战一. 创造更小、更轻、更 强大的电池

许多机器人需要在野 外或严苛的环境中长 时间独立工作，需要 可长时间独立供电的 电源。目前全世界有 多家公司和研究机构 致力于这方面研究。 许多厂商选择NI平 台用于设计仿真、生 产优化、验证测试等 各个环节，推动其创 新产品的研发、生产 和应用，这些创新产 品包括新型燃料电 池、太阳能电池、基 于小型移动平台的高 效发电和蓄能装置 等。

能够长时间独立运行 的机器人系统不仅需 要更高效的新型电 池，还需要对能源的 使用进行优化，例如 通过增加电源管理功 能有效地监测电量消 耗并选择不同的节电 模式，这样才能真正 发挥出新型电池的效 能优势。NI计划对 其嵌入式硬件平台 CompactRIO 和 SingleBoard RIO增加内置电源 自诊断和监视功能， 使机器人开发人员可 以通过相应的API 直接访问电池状态， 从而设计更优化的待 机和节电模式。NI 希望通过这些努力最 终消除电源问题对机 器人发展的制约。

挑战二. 更小、更 轻、更强大的执行机 构

出于机器人体积和自 重的考虑，一般希望 执行机构也更轻更 小；但同时由于不同 的运动要求，又希望 执行机构具有强大的 功能。随着移动性需 求从传统的四轮系统 向新型仿生机械的不 断演进，对精密执行 机构的需求也随之大 幅提升。世界上众多 的专业厂商一直从事 这方面的研发，不断 推出高性能的产品。

对于机器人应用领域 来说，创造更小、更 轻、更强大的执行机 构的最终目标是将它 们用于机器人设计 中，而且执行机构的 强大功能往往需要通 过复杂的编程才能发 挥出来。因此，随着 执行机构变得越来越 精密复杂，如何通过 编程完成高精度和高 复杂度的控制，也成 为机器人系统开发的 关键问题之一。许多 机器人领域的开发人 员并不具有运动控制 方面的专业背景，在 这种情况下，执行机 构的交互式控制开发 更显得尤为重要。 NI依靠超过25年 与执行机构连接的经 验，通过提供基于各 种平台的硬件接口模 块和交互式的软件工 具不断降低控制开发 的复杂性，同时提高 交互性和灵活性。 NI还与行业内领先 制造商（ 如 Maxon Moter ）合作， 使其产品的编程开发 更加简便。

此外，在构建复杂运 动系统的执行机构 时，电机之间的协调 工作也十分重要，比 如在四轮驱动系统转 向或机械臂动作中， 就需要多个电机配合 协调工作。运用 NI LabVIEW机器 人模块中所提供的 Steering函 数组和 Kinematics 函数组，就可以直接 计算出在这些应用中 每个电机分别需要的 转动速度，从而帮助 机器人设计人员缩短 了从高性能电机到创 新机器人应用之间的 距离。

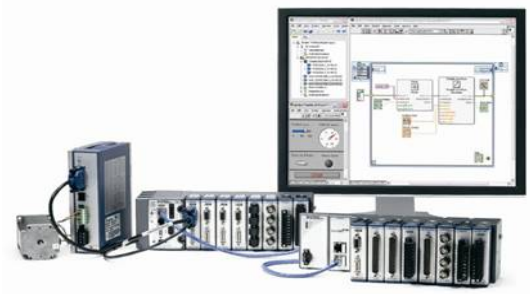

图2. NI嵌入式硬件 平台 CompactRIO 提供方便的电机接 口，并可通过 LabVIEW软件 交互式地完成软件开 发

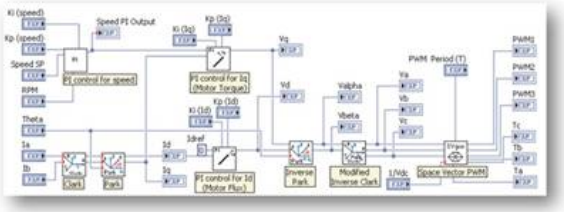

图3. 基于 LabVIEW FPGA实现的 FOC算法可以进一 步提高现有电机控制 系统的性能和效率

挑战三. 对工业级软件开发平 台的需求

除了硬件之外，机器 人领域的研发人员还 需要功能强大的软件 来设计他们的自主系 统。人们往往容易忽 视这一点，许多人认 为“任何事情立即从 头设计都是相对简单 的”,但这对于当今 机器人飞速发展的时 代是不适用的。事实 上，随着一些技术领 域的趋同并形成某种 事实上的标准，创新 已经不再意味着只是 从零开始，更多的创 新应用都是将模块化 的算法和功能组织在 一起而完成的。机器 人领域亦不例外，需 要标准、工业级的软 件提供现成可用的算 法和工具，从而帮助 研发人员更快地完成 创新。

1. 该软件必须是直观式 的

许多机器人研发人员 都具有机械工程或电 子工程背景，但没有 时间和精力去学习复 杂的计算机软件技 术，所以需要一款集 成常用函数和算法的 软件开发工具，该工 具还必须具有良好的 交互性和易用性。此 外，自主系统的终端 用户往往是营救人员 （如消防员）、士兵 或老年人等，他们也 不一定具备计算机知 识，因此用户界面也 必须足够直观。

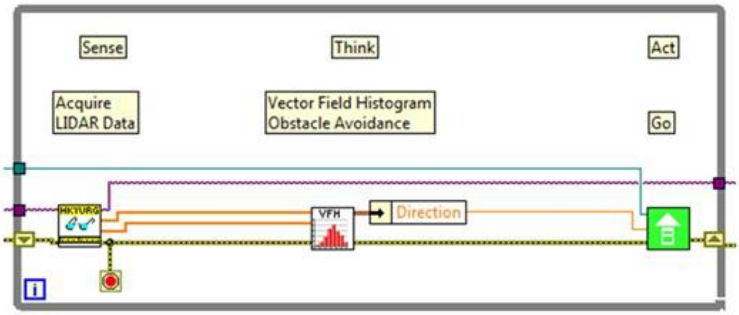

图4 . 机器人设计软件应该 是非常直观的。 LabVIEW图形 化编程通过直观的框 图和连线完成了 LIDAR数据采 集、障碍物回避决 策、刹车制动等三个 步骤，清晰易读（有 文字的淡黄色部分为 程序注释）

2. 软件必须具备与硬件 的良好集成性

每个自主系统都必须 感知或察觉周围世界 的环境并做出反应。 感知系统需要外部传 感器（如激光测距 仪、声纳传感器 等），做出反应则要 依靠不同类型的执行 机构完成。因此软件 工具必须能够直接驱 动各种传感器和执行 机构。除了感知系统 和执行控制，往往还 需要在真实硬件上实 现决策规划，这意味 着软件必须具有与实 时系统、实时嵌入式 硬件、甚至FPGA 的强大交互性。目前 的许多机器人软件开 发包缺乏类似功能， 它们能够仿真并在开 发机器上运行，但不 具备在实时硬件目标 上的执行能力。

图5. 基于NI嵌入式硬件 平台 CompactRIO 搭建成的机器人原 型，从仿真到最终系 统实现的软件平台均 为NI LabVIEW

3. 软件必须具备良好的 交互性

完成机器人设计并不 简单，它需要反复修 改和原型设计。因此 机器人领域的研发人 员需要一款可以轻松 调试的软件包，既可 进行直观的仿真，又 能在实时硬件系统上 快速实现，从而测试 算法和真实I/O。 每次硬件实验之后都 可能再回到开发环 境，对代码进行进一 步优化或调整。这些 都要求软件开发工具 具有极佳的交互性。

针对上述三点需求， NI LabVIEW软件 是一款理想的机器人 开发软件。 LabVIEW图形 化编程方式使其天然 具备直观性。最新的 LabVIEW机器 人模块还集成了常用 的搜索、蔽障、路径 规划、以及动力学算 法，可以最大程度地 帮助机器人开发人员 快速实现应用。此 外，与硬件的无缝集 成也是 LabVIEW的一 大特点。通过 LabVIEW软件 本身就可以连接各种 传感器和执行机构。 完成算法仿真的 LabVIEW代码 可以直接下载到NI 嵌入式实时硬件平台 CompactRIO 或 SingleBoard RIO执行，从而实 现真正的与硬件无缝 集成。 LabVIEW机器 人模块中还提供了多

种机器人常用传感器 在实时硬件平台下的 现成驱动程序，从而 使机器人的开发更为 简单。最后， LabVIEW提供 交互式的调试环境和 丰富的界面设计工 具，各种算法都可在 实时嵌入式硬件上直接实现，并可方便地 反复修改验证，满足 了机器人研究人员的 调试需要。 SCOPE项目主管 Barrett博士 称LabVIEW正 是工业界所需的软 件："我花了15年 时间力图探寻最佳机 器人编程语言， NI LabVIEW无愧 殊荣。它能够处理各 类传感器、多种执行 机构、复杂动态控制 算法，并能在实时环 境下轻松进行验证调 试，完成系统实 现。"

除了上述优点， NI LabVIEW还具 有高度的灵活性和开 放性。例如， LabVIEW机器 人模块已经提供一些 成熟的路径搜索算 法，用户可重用这些 算法，同时用户也可 以基于这些基本的搜索算法添加他们的创 新或最新研究成果， 从而创建新型的搜索 算法。用户也可以将 这些算法与 LabVIEW中提 供的其他算法或第三 方技术集成从而开发 更多的创新应用，如 机器人救援或医疗辅助应用。 LabVIEW是一 个开放的软件，它支 持许多厂商的硬件平 台或自定义设备，并 且支持调用多种第三 方开发工具产生的代 码或模型，使其应用 范围拓展到机器人应 用的各个领域。

结论

随着机器人领域的快 速发展，开发人员面 临着多方面的挑战。 全世界的研究机构和 相关厂商都在研究应 对这些挑战的办法。 事实上，现在已经有 一些工具可以帮助机 器人领域的研发人员应对这些挑战，比如 NI LabVIEW软件 和嵌入式硬件平台。 我们深信专业知识不 该成为创造机器人创 新应用的瓶颈，未来 每个工程师都应该能 借助功能强大的设计 工具从容地开发高端机器人。随着技术的 创新和进步，许多问 题将被解决，同时又 会出现新的问题，但 只要有灵活开放的开 发工具，就能够不断 解决这些问题，使机 器人领域的发展不断 达到新的高度。

参考文献

[1] http: //www. roboticsbusinessreview. com/

法律条款
本教程由 National Instruments 公司（简称 "NI"）开发。 尽管 National Instruments 可为该程序提供技术 支持，但是该指南的 内容并非完全通过测 试和验证，NI不以 任何方式保证其质量，也不保证相关产 品或驱动程序的新版 本出现时继续为其提 供技术支持。本教程 仅以其"现状"向用 户提供，教程没有任 何担保。教程使用受 ni.com网站上 《使用条款》的约 束。（http: //ni.com/legal/termsofuse/unitedstates/us/）