

LabVIEW RIO 架构为嵌入式应用 提供领先的嵌入式开发平台

徐碧野

NI 技术市场工程师

嵌入式开发面临巨大挑战

商业

产品推向市场时间

人才及资源管理

产品成本及盈利

开发

永不停止的技术变革

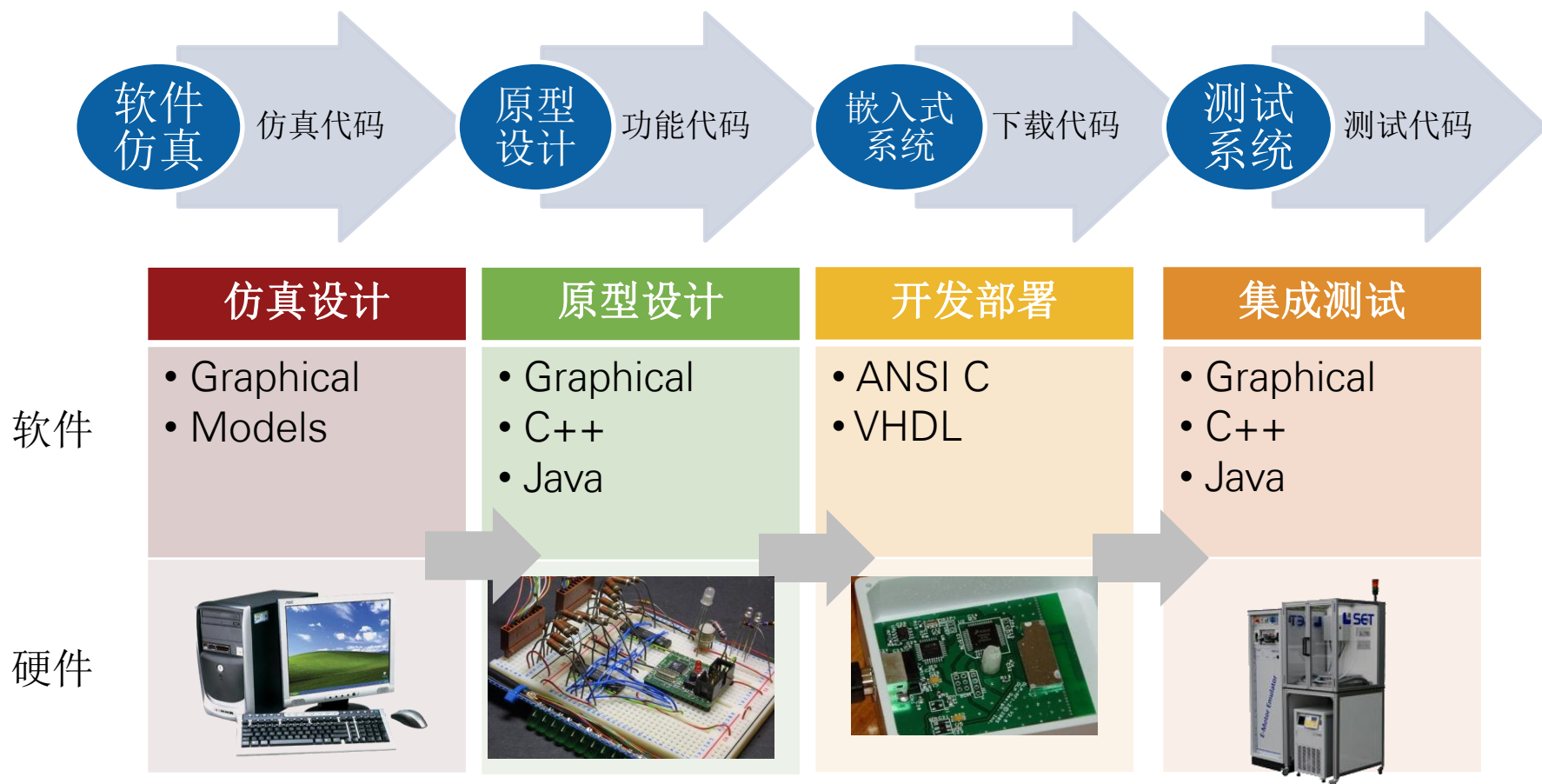
代码及系统集成

不断变化的应用需求



传统嵌入式系统开发流程

依赖独立的工具链



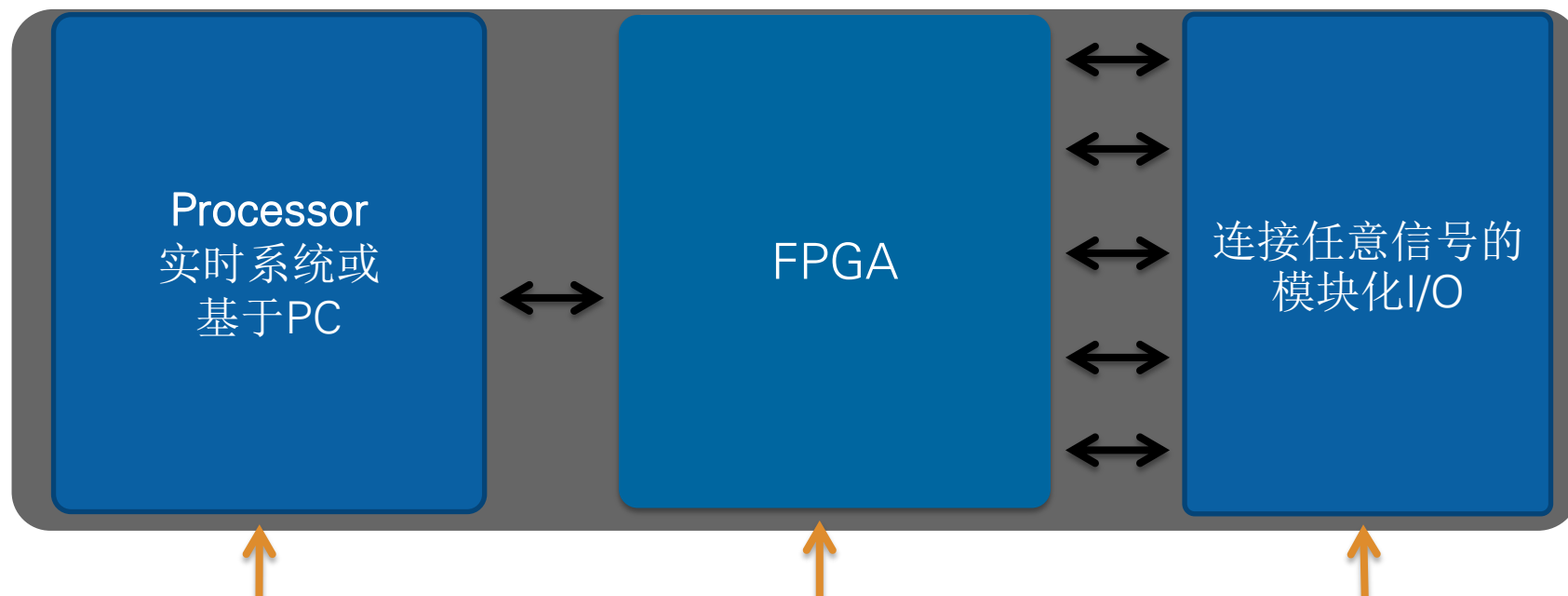
传统嵌入式开发团队



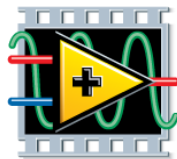
嵌入式开发平台的考虑因素



LabVIEW RIO 架构



高效的LabVIEW图形化系统设计为上位机，FPGA，模块化I/O以及总线接口提供了统一的编程环境



NATIONAL INSTRUMENTS

LabVIEW™

图形化设计软件

项目浏览器

管理和组织所有系统资源, 包括 I/O 和部署终端

部署终端

将 LabVIEW 代码部署至领先的桌面操作系统, 实时环境以及 FPGA 硬件设备

及时编译

在任意时刻及时观察应用程序的编译状态

前面板

创建事件驱动的用户界面控制系统和显示测量结果

计算模型

通过图形化编程组合和重用 .m 文件, C 代码和 HDL 代码

硬件连接

从任意仪器上的 I/O 将真实信号传递到 LabVIEW

并行编程

创建可并行运行的独立循环

程序框图

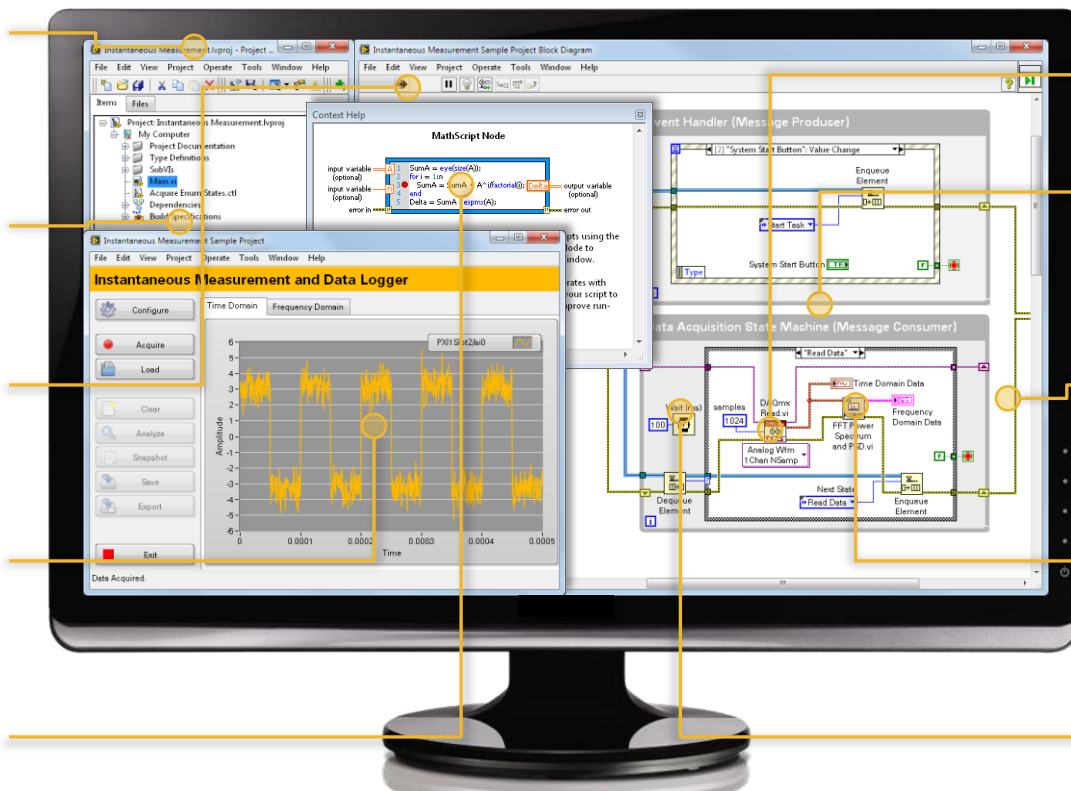
使用图形化编程自定义系统行为

分析库

专为工程师和科学家设计的高性能分析库函数

定时

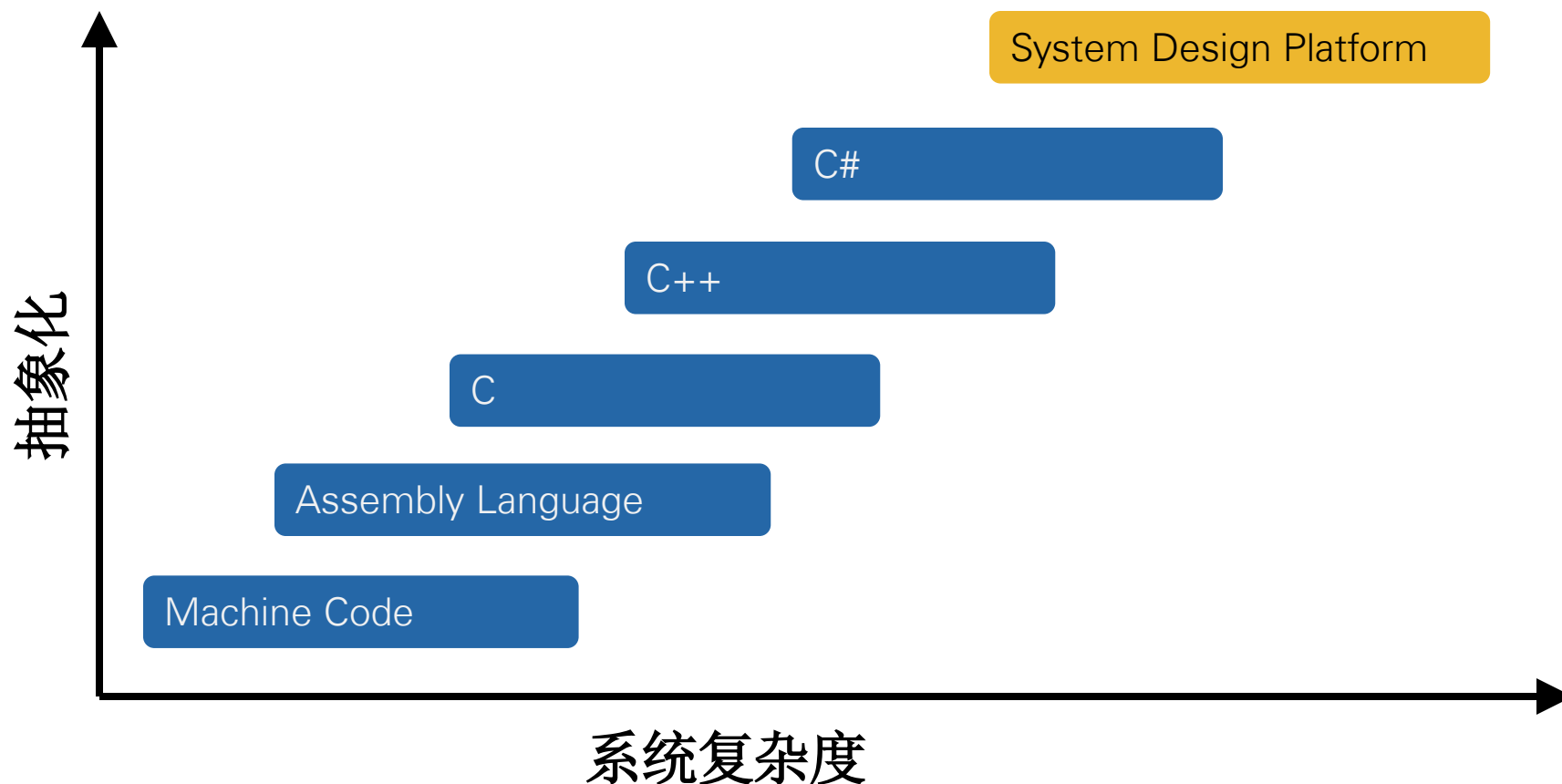
使用顺序数据流定义外部执行顺序和定时



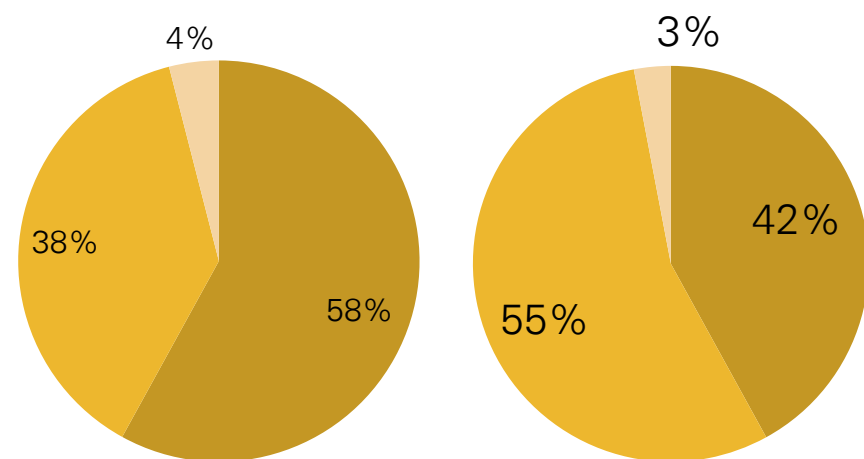
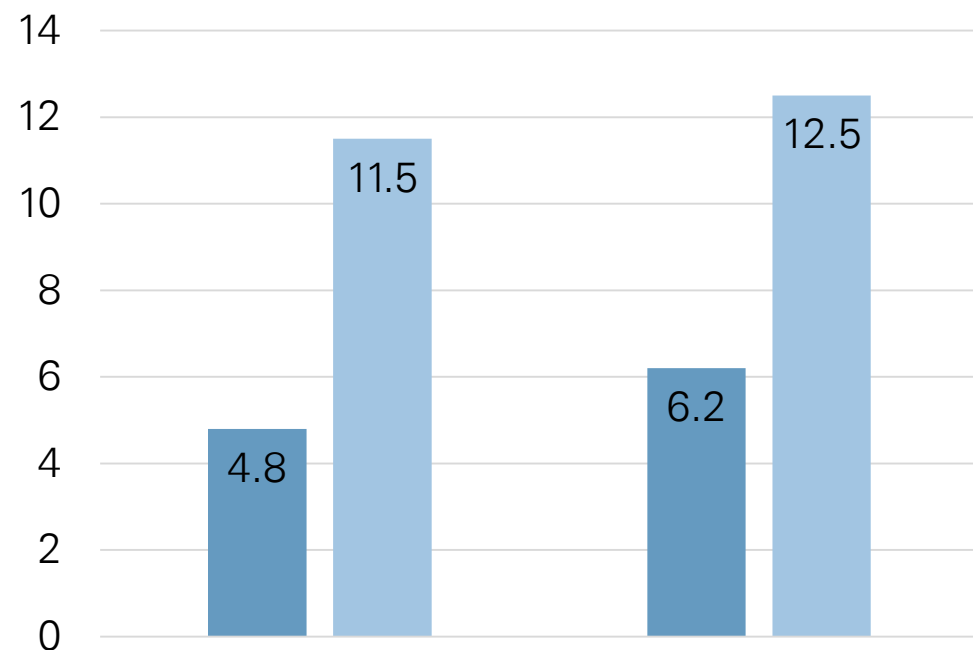
加速您的成功!

低级别的复杂性抽象和所有工具的整合, 助您构建任意的测量和控制系统

可扩展的系统设计软件平台

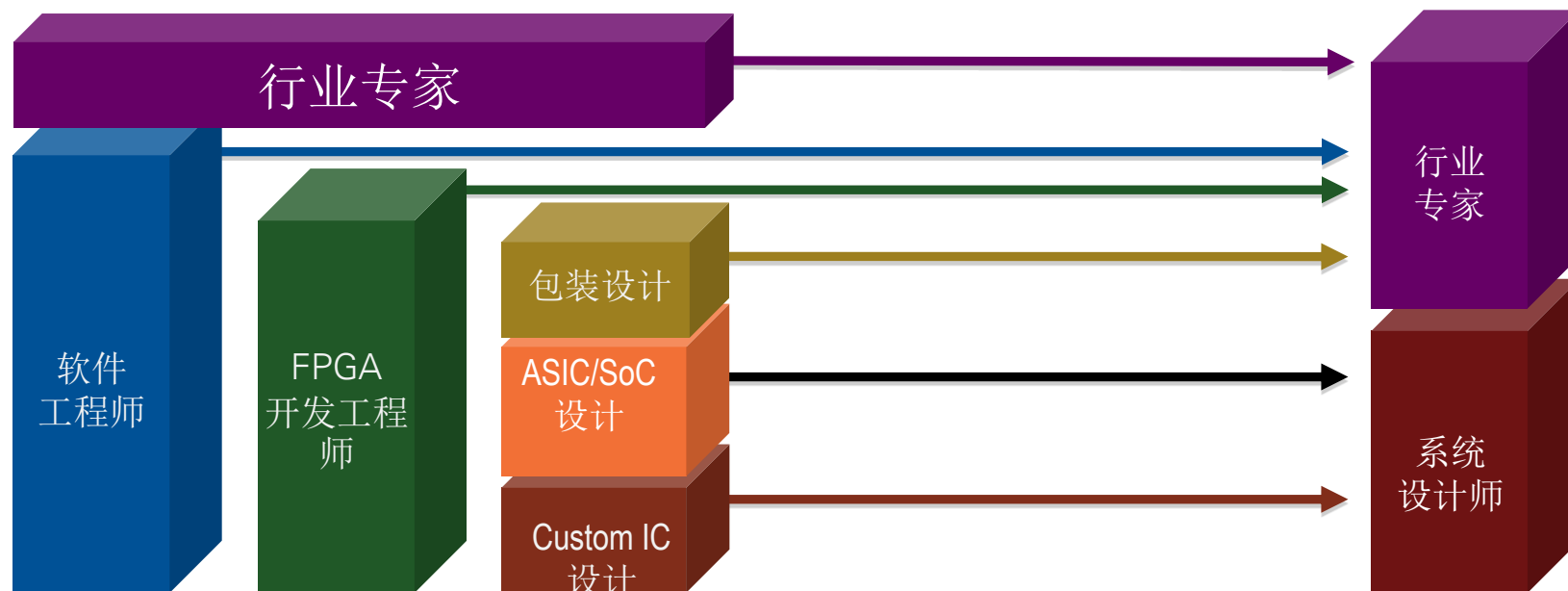


LabVIEW RIO 架构加速嵌入式系统设计



■ LabVIEW RIO 嵌入式平台 ■ 其他嵌入式平台* LabVIEW RIO 嵌入式平台 其他嵌入式平台*

帮助小型设计团队快速开发



“在过去，我们需要一个四人小组来完成整个项目，包括一名控制专家、一名机械工程师、一名电子工程师、以及一位程序员。现在，一个人就够了”

Sean Dougherty, Mechatronics Supervisor for MacDonald Dettwiler and Associates – U.S.

应用举例：FedEX货机安全灭火系统的快速部署



商业影响

节约 50% 的上市时间

20 个月投资回收周期

5 年内累计纯收入 264% 增长

ROI 提高 384%

“我们向Fedex交付了一个高质量的解决方案，只用了我们竞争者的50%的时间和大约30%的成本。我们完成它只用了较小的系统工程师团队。图形化系统设计方法使我们的小型控制专家团队在与其联邦快递更大的一级供应商的竞争中赢得Fedex的业务。这种开发方式使我们提高了10 倍的开发速度，并在过去的5年内创造了业绩的增长。”

-Jeremy Snow, 公司总裁兼CEO

LabVIEW RIO开发架构的特点

灵活定制，高效开发

高速精确的采集、处理、控制

可靠的质量与服务

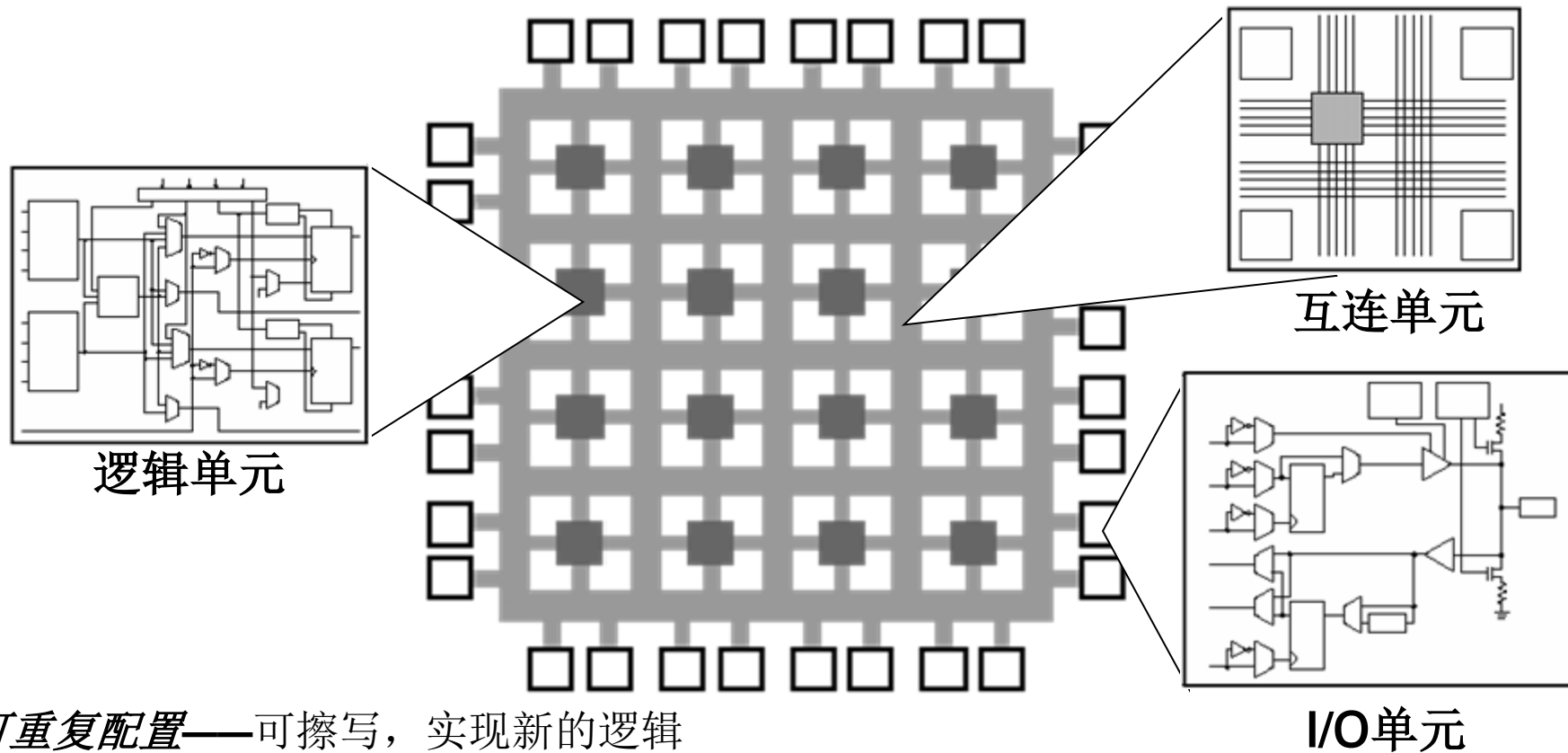
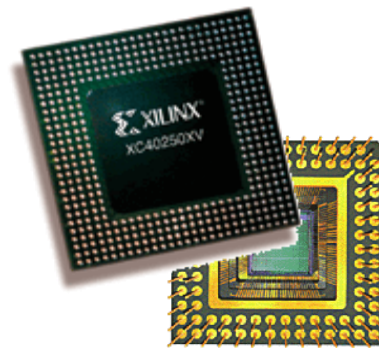
融合先进技术的实时处理器



- 采用来自Intel、ARM、飞思卡尔的先进处理技术，实现实时/双核处理能力
- 运行Linux-RT/Windows Embedded/VxWorks 实时操作系统
- 全速USB外置存储接口，内置4G闪存
- 100/1000M以太网口，RS232串口，MXI-Express总线接口。。。

硬件描述与逻辑开发能力

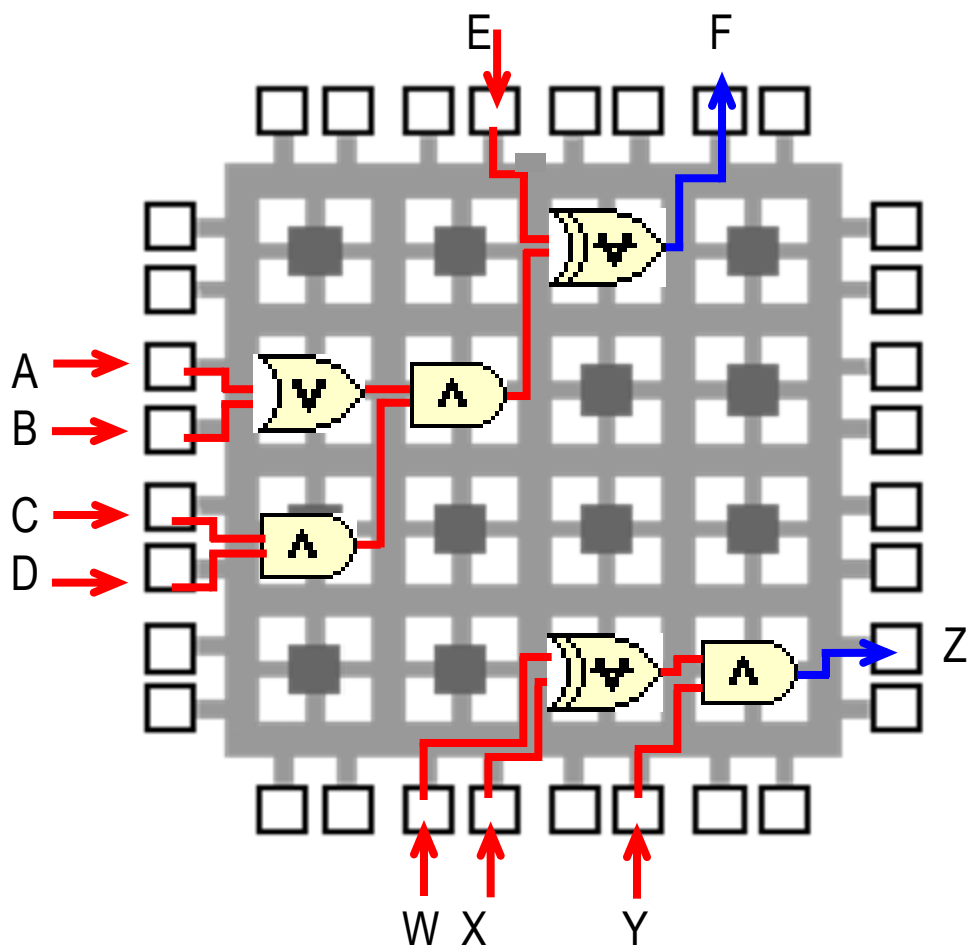
- FPGA — 现场可编程门阵列



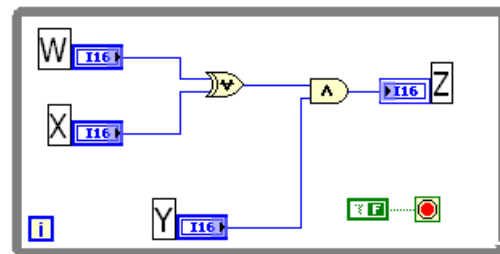
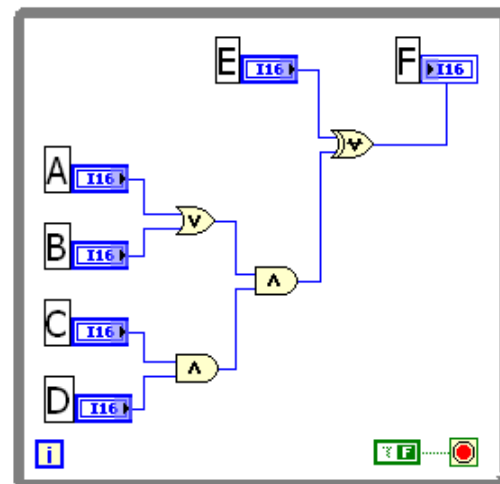
可重复配置——可擦写，实现新的逻辑

通过LabVIEW编程硬件语言

LabVIEW下直观地进行FPGA开发，充分利用FPGA的并行处理能力



$$F = \{(A+B)CD\} \oplus E$$



Counter

I/O with DMA



VHDL ~4000 lines

丰富的I/O选项

电压/电流

加速度

应变计

温度

数字I/O

继电器

电机控制

机器视觉

无线通信

声音与振动

工业与嵌入式
通信网络

。 。 。

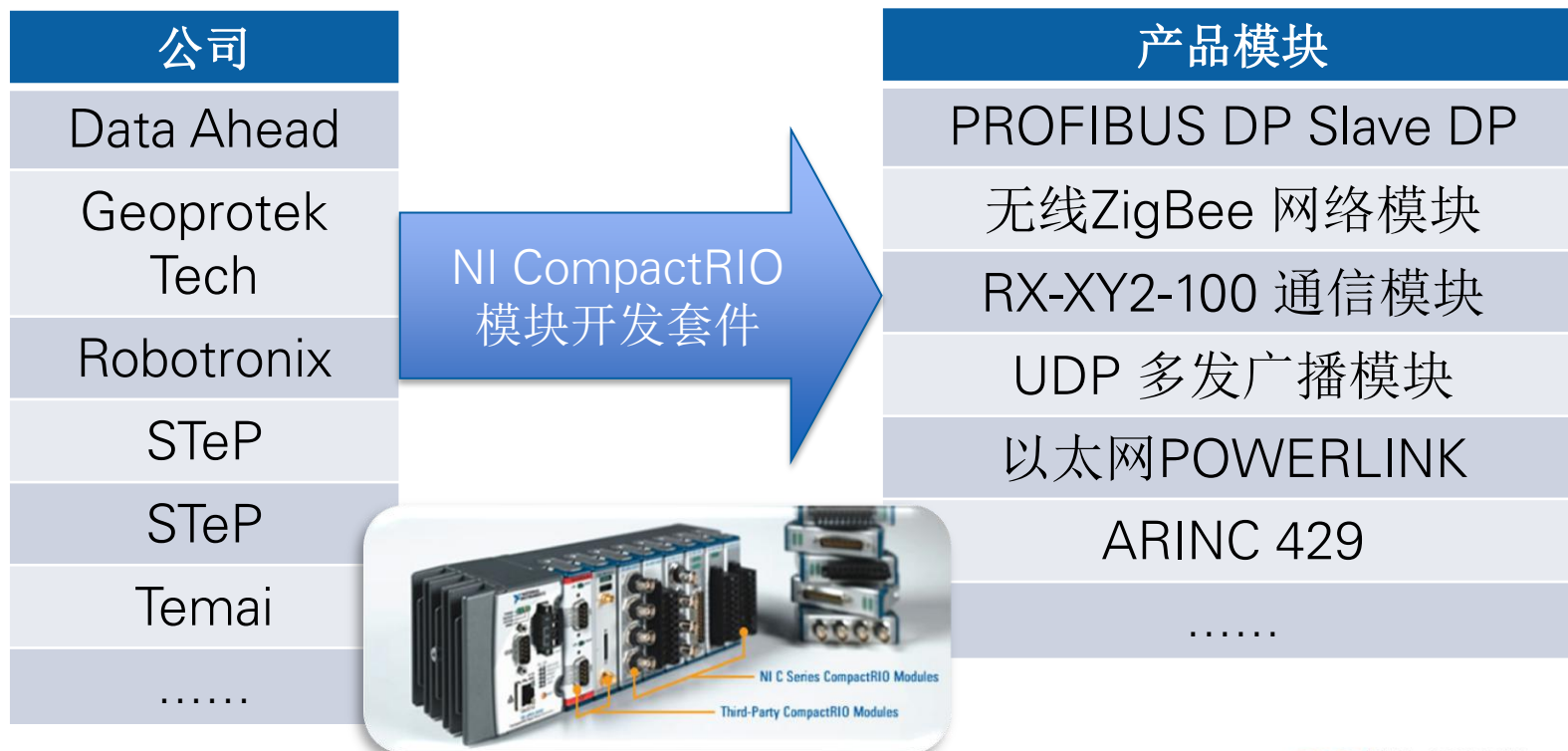


I/O定制
开发套件

第三方I/O模块

ni.com上超过50 种定制化的模块

- NI cRIO-9951 CompactRIO模块开发包(MDK)
- 最新模块一览



案例：使用NI CompactRIO和LabVIEW的完成半导体拾取与放置机台

- **挑战：**
 - 半导体机台要求精细，尤其在取放机台开发上，除了需要考虑到视觉，运动的精准外，整体程式架构的完成更是一大挑战。
- **解决方案：**
 - 借由LabVIEW中的高相容性和高整合性，加上NI的硬件，“软件定制控制器”的概念，在我们机台上完整的呈现。

“cRIO 9068控制器加上Kollmorgen的组合，其内建的SoftMotion的直接帮我们解决最艰难的RT / FPGA程式撰写，让我们可以短时间内迅速完成机台系统的开发，大幅缩短开发时间。”

- 王国寿， Master Machinery



LabVIEW RIO开发架构的特点

灵活定制，高效开发

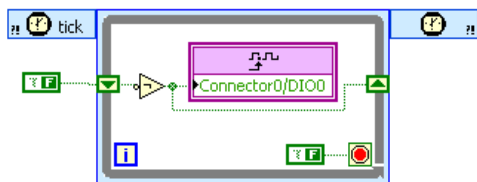
高速精确的采集、处理、控制

可靠的质量与服务

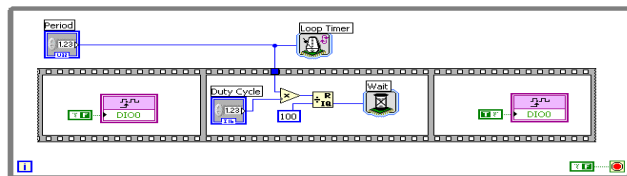
FPGA应用于测控系统的优势

- **高可靠性**– 可编程逻辑器件长期演化的结果
- **实时性**– 纯硬件电路工作模式导致确定性的算法执行节拍, 高频的工作时钟保证快速的响应时间
- **可重复配置**– 改变SRAM中的内容
- **并行执行**– 硬件的工作模式不涉及到类似软件执行的进程调度等问题
- **高处理能力**– 各类强大的硬件资源集成于FPGA芯片之中, 真正的并行执行能力, 高频的工作时钟

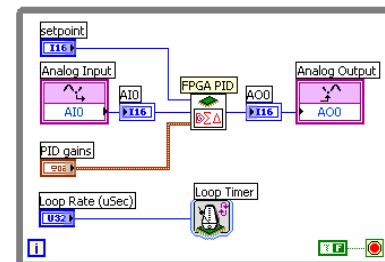
基于LabVIEW FPGA开发需要定时的I/O



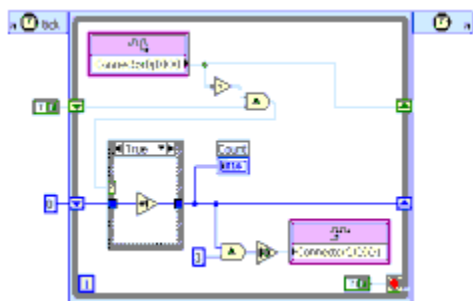
时钟



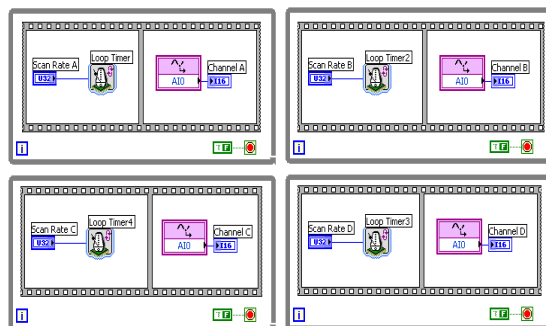
PWM



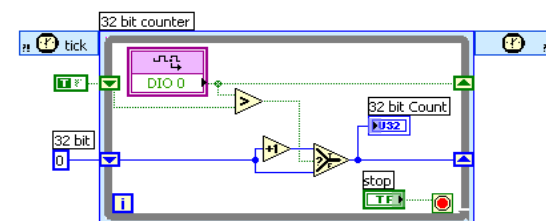
内置信号处理



自定义计数

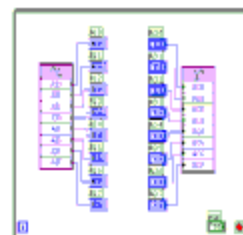
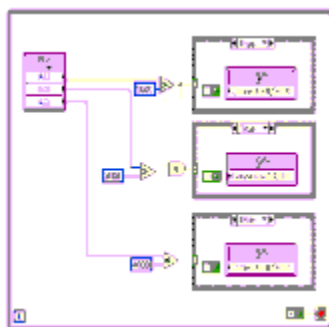


多速率I/O扫描

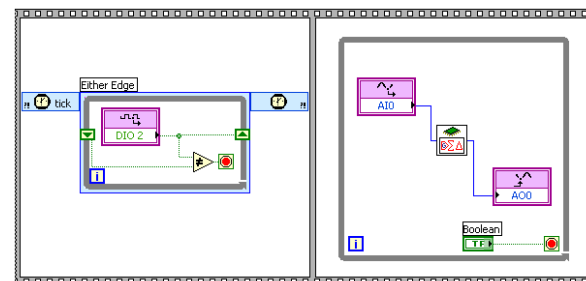


计数器

自定义
模拟触发



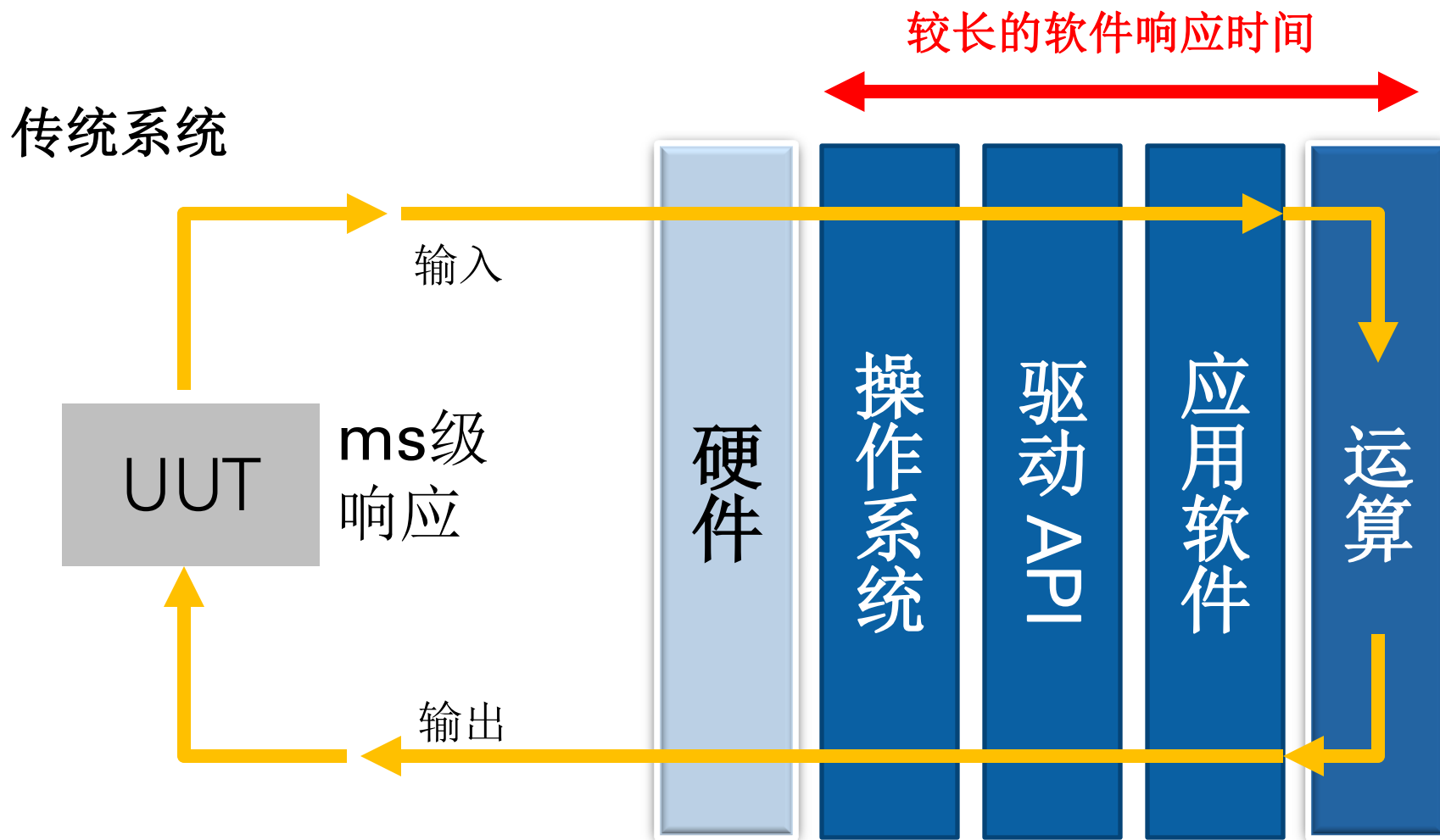
自定义模拟I/O



自定义定时与同步

高可靠、高确定性的算法执行

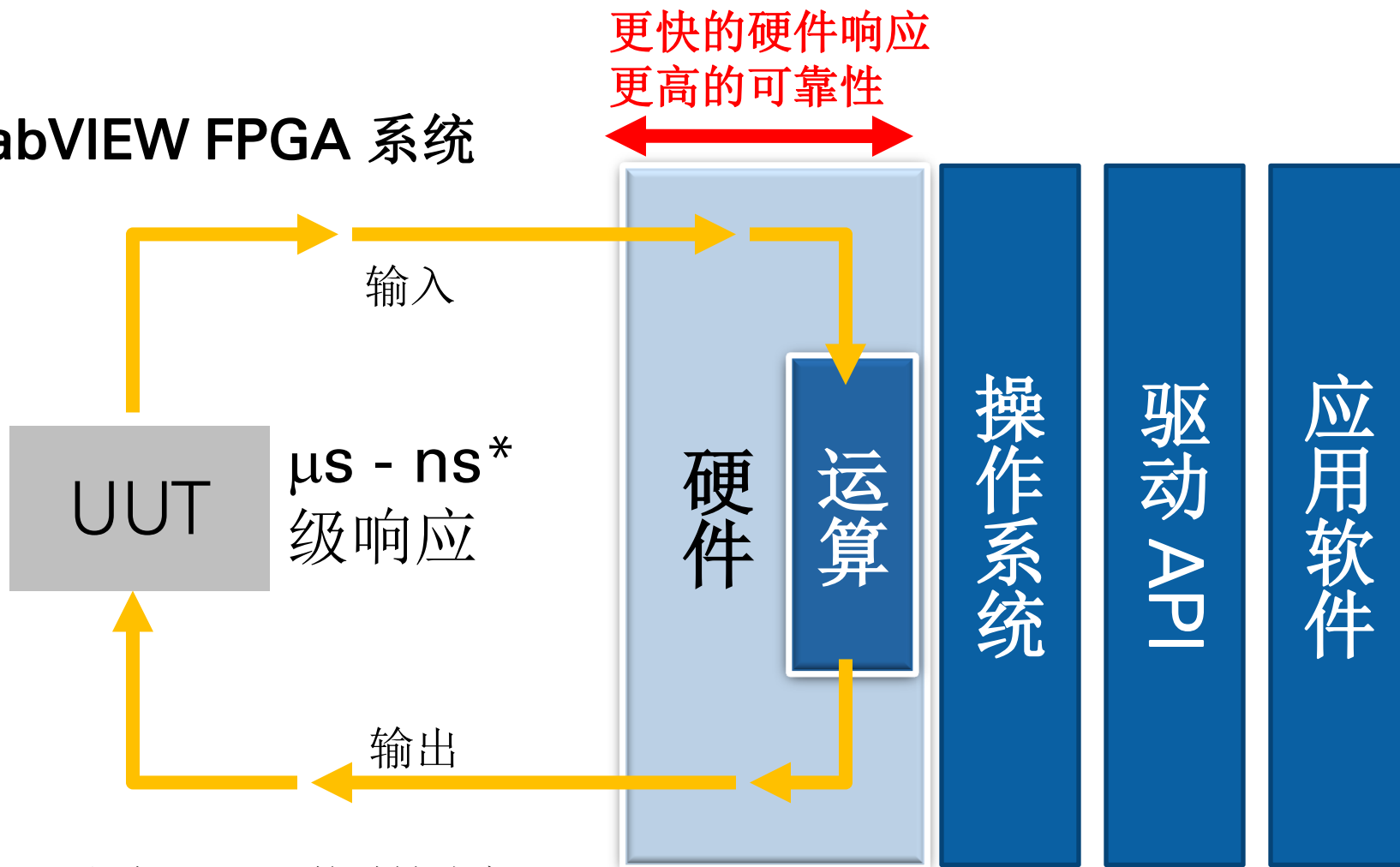
基于处理器执行算法——软件决策



高可靠、高确定性的算法执行

基于FPGA执行算法——硬件决策

LabVIEW FPGA 系统



* 取决于FPGA的时钟速率

应用：高精度机器人设备用于脑瘤手术

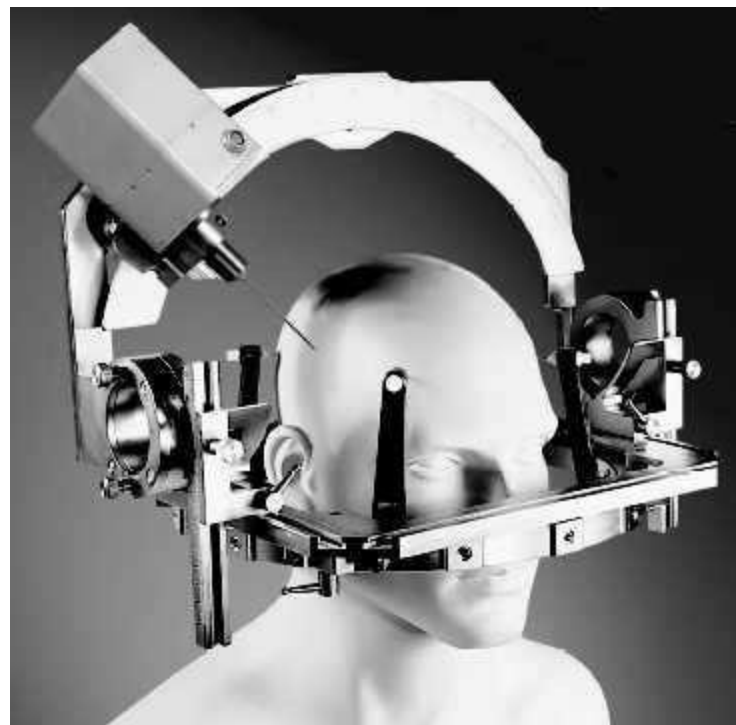
- 挑战:

创建一个高精度的监督 and 控制系统，该系统能够在微创神经外科中，安全地移动机器人。

- 解决方案:

使用NI CompactRIO开发一个高性能机器人控制系统，该系统相比之前的系统更安全，更精简，灵活，可靠。

- 产品:NI CompactRIO, LabVIEW, FPGA 模块, Real-Time 模块



"由于CompactRIO硬件平台及其灵活的编程环境，目前的解决方案比原来的原型设计更合理，可靠和有效率。"

—V. Zanotto - DIEGM - Università di Udine

LabVIEW RIO开发架构的特点

灵活定制，高效开发

高速精确的采集、处理、控制

可靠的质量与服务



专为高度可靠应用设计NI CompactRIO

• 工作环境指标

- 温度范围: -40~70 °C
- 抗50g冲击, 5g振动
- 危险区域: Class I, Division 2
- 工作湿度: 最高达80%~100%

• 其他认证及指标

- 电磁兼容性, EMC/EMI
- 平均无故障时间(MTBF)
- 劳埃德船级社认证
- 危险场所防爆等级

• ○ ○ ○

ni.com/certifications



Symbol	Description	Certification
	CE - European Union EMC and Safety Compliance	View (1.25 MB PDF)
The CE marking and Declaration of Conformity (DoC) is NI's statement assuring compliance to the European Union Directives and standards for electromagnetic compatibility (EMC) and product safety.		
	UL - North American EMC Verification	
The Federal Communications Commission (FCC) enacted electromagnetic-interference (EMI) regulations for various electronic equipment. NI products comply with U.S. and Canadian EMI Class A requirements. (FCC Mark not applicable for Class A products)		
	C-Tick - Australian EMC Verification	
The Australian Communications Authority (ACA) regulations require EMC verification for electronic products. NI products bear the C-Tick Mark, which indicates compliance with Australian EMC standards.		
	UL - North American Product Safety Certification	View the UL Cert
The UL Mark on a product means that it has been safety tested and meets UL requirements. The cULus Listed Mark indicates compliance with Canadian and U.S. safety standards, and gives consumers the safety assurance they expect.		
	Demko or VDE - European Union Product Safety Certification	View (1.25 MB PDF)
Notified Bodies are accredited in Europe for product safety testing and certification according to European Norms (EN) with the goal to protect the health of the consumer. Notified Body Marks such as, VDE, TUV and Demko, provide independent EU support for the suppliers' CE marking		
	UL - North American Hazardous Locations	View the UL Cert
UL tests and certifies products for use in hazardous locations where explosive atmospheres may be present. Class I certification covers Division and Zone area classification systems for U.S. and Canada. NI FieldPoint products (FP/cFP) are cULus Listed for use in hazardous locations: Class I, Division 2 (Zone 2).		
	Ex - European Union Hazardous Locations	View (1.25 MB PDF)
Ex is a Certification from a European Notified Body verifying compliance with the essential requirements of EU Directive 94/9/EC. NI FieldPoint products (FP/cFP) are Ex Certified for use in potentially explosive atmospheres: EEx nC IIC T4.		
	RoHS - Restriction of the Use of Certain Hazardous Substances	View (1.25 MB PDF)
The National Instruments RoHS marking symbolizes a product which is RoHS-compliant. NI is releasing certain RoHS-compliant products as part of the NI Hazardous Substances Reduction initiative.		

Safety Standards

N. America	Europe	International
UL 61010-1 & CSA-C22.2 No. 61010-1	EN 61010-1	IEC 61010-1

EMC Standards

N. America	Europe	Australia/New Zealand
FCC Part15-ClassA & ICES-003	EN 61326-1	AS/NZS CISPR 11

Hazardous Location Standards:

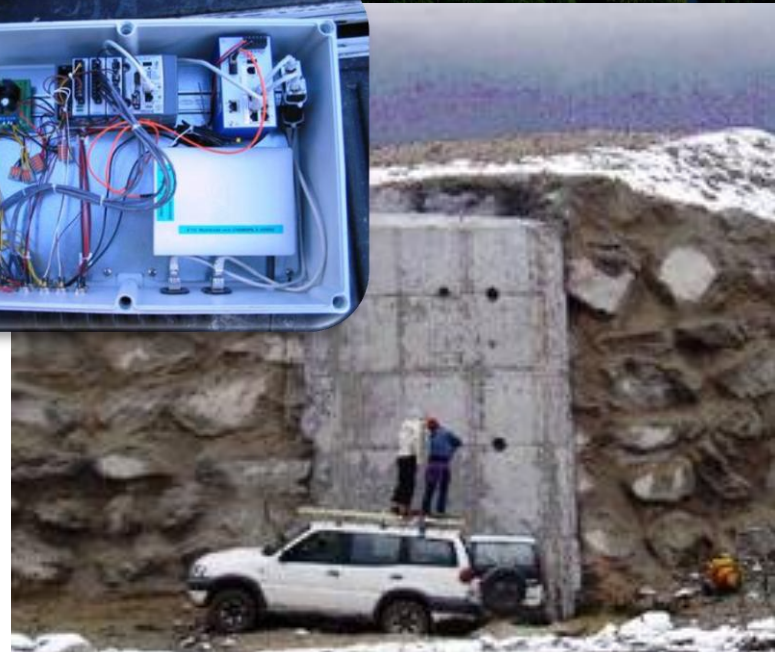
U.S.	Canada	Europe	International
UL 60079-15	CSA 60079-15	EN 60079-0 & EN 60079-15	IEC 60079-0 & IEC 60079-15

案例：Alps山雪崩动态分析

• 雪崩流动特性监测系统

- 实现了每通道100kHz的采样率
- 自动事件检测
- 事件发生前后的数据记录与流盘
- 在0.1秒内获得3个独立测点的同步雪压(高达100rpm²)和流速(高达60m/s)信息
- 在-30 °C温度条件下稳定工作

“CompactRIO的采样率可以满足测量雪流的特殊需要，硬件足够坚固，能够保证在恶劣山地条件下的可靠性。硬件和软件平台的灵活性允许进行未来开发，无需大量的额外投资。”



CompactRIO 满足嵌入式开发需求



全新的cRIO-9068 ——软件定制的控制



与 LabVIEW RIO Architecture相似

NI Linux Real-Time 操作系统

通过LabVIEW Real-Time and LabVIEW
FPGA modules编程

高吞吐量及高性能

双核 ARM 667 MHz 处理器

含有85k逻辑单元的Xilinx 7 系列 FPGA

16 路用于数据流的DMA FIFO 通道

超坚固

-40 to 70° C 工作温度范围

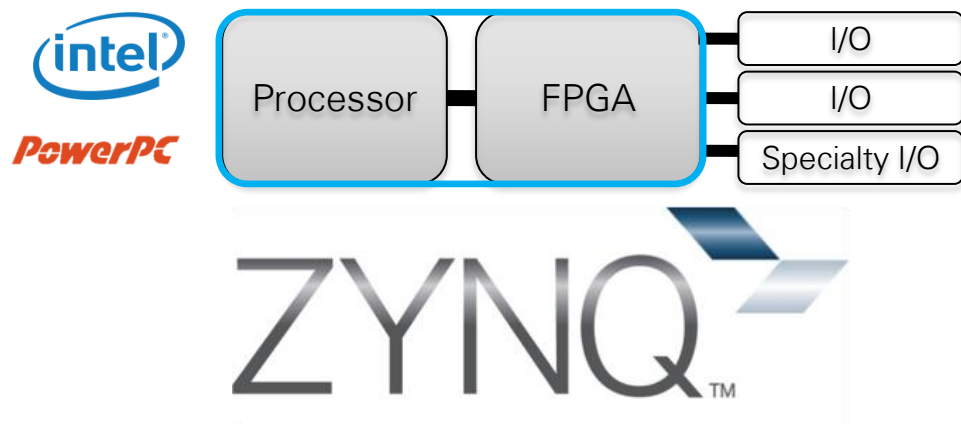
抗50 g 冲击和5 g 振动

代码复用

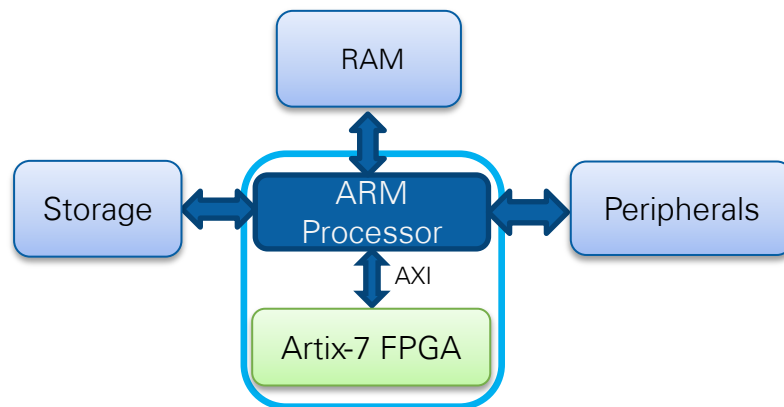
集成现有应用和函数库

开发, debug, 部署C/C++ 代码

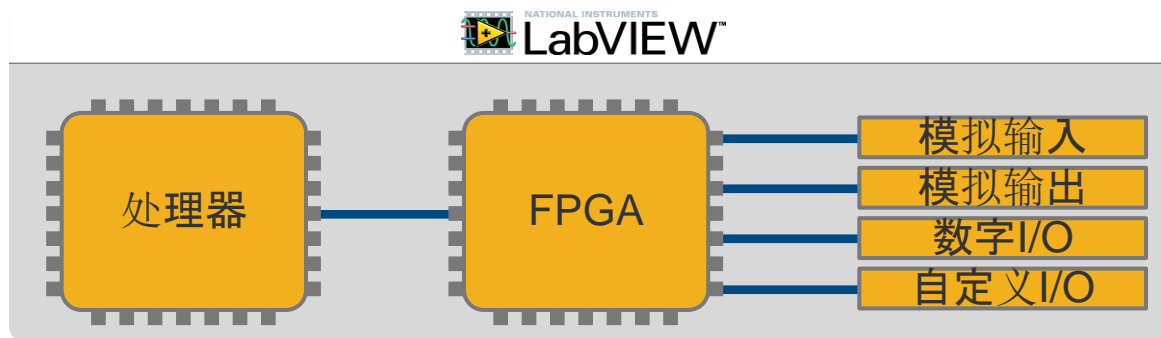
基于ARM处理器的ZYNQ



- 使用AXI总线在FPGA和处理器间通讯
 - 300 MB/s 总线吞吐量
- 667 MHz 双核ARM Cortex-A9 处理器
 - 通过FPGA连出的外围线路
- 含有85K逻辑单元的Artix-7 FPGA
 - 220 DSP Slices



丰富的硬件选项适合不同类型应用



PXI/PCI RIO板卡



CompactRIO
紧凑坚固的嵌入式系统



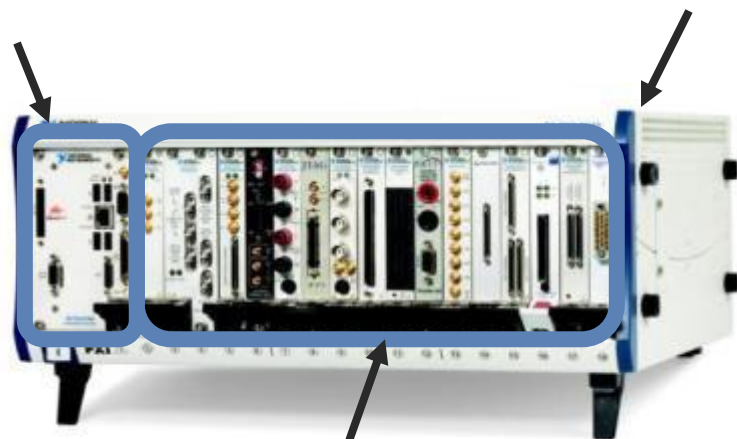
Single-Board RIO
嵌入式开发板

PXI: 高性能测量与控制平台

- 1997年NI提出
- 至今70多家厂商共提供超过1,500种PXI产品
- 已发布的PXI系统超过100,000
- 基于PXI总线的FPGA板卡
 - 最大体积，最高性能
 - 适合高频、高采样率、多通道应用，如射频、通信、3D图像等

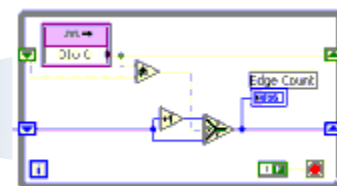
控制器

机箱及背板



I/O及其他模块

- 可根据应用需要灵活选择
- 可在不同系统中重复利用



应用：全球首台实时3D光学相干断层（OCT）医学成像系统

• 挑战:

- 构建医疗器械，在医学检验期内检测癌症，免却病人接受活组织检查的痛苦。

• 解决方案:

- 以光学相干断层（OCT）技术，加上320个通道的信息采集系统，搭配NI FlexRIO FPGA硬件与GPU处理功能，构建全球首款实时3D OCT成像系统。



- **产品:** HDD-8264, NI 5751, FPGA Module, FlexRIO, PXIe-6674T, LabVIEW

“我们利用PXI 平台搭配NI FlexRIO的灵活性，开发世界首台实时3D相干断层（OCT）成像系统。并使用LabVIEW设计、整合、控制系统的不同部分，以高通道数采集功能整合GPU及FPGA，实现实时计算、描绘和显示。”

—大林 康二，北里大学医疗系研究科 教授

Single-Board RIO: 用于OEM的嵌入式开发板

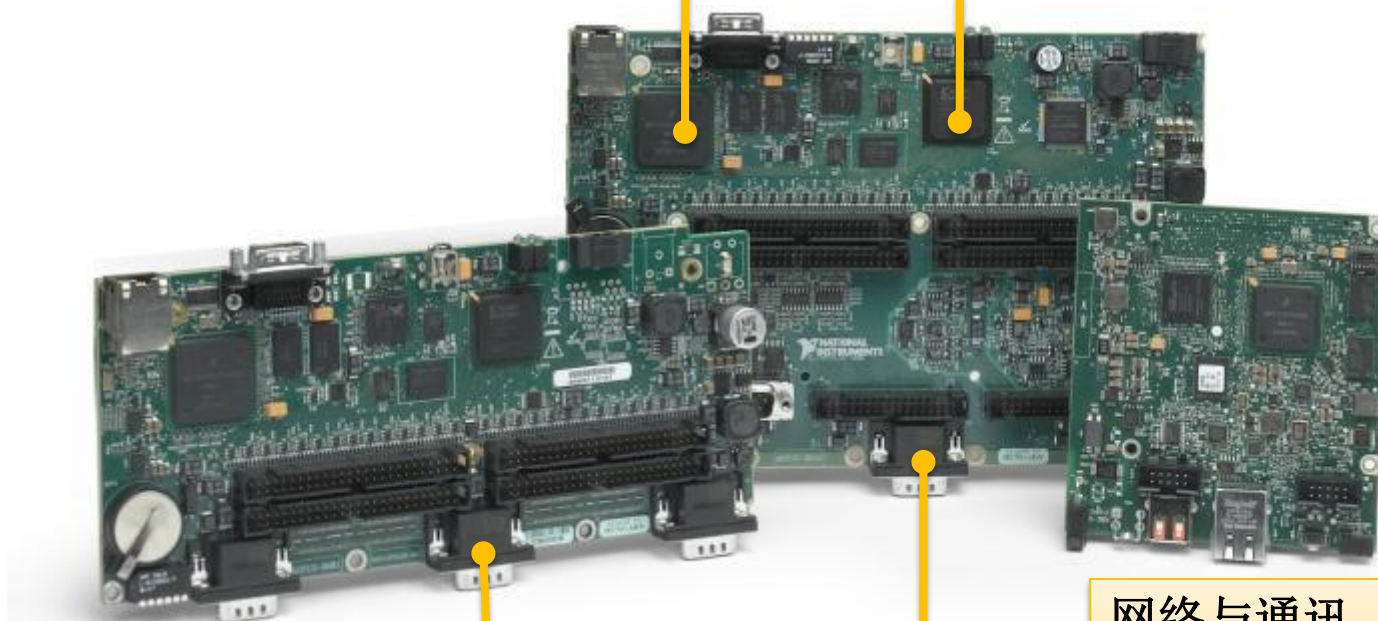
实时处理器

400 MHz处理器用于浮点控制、分析与数据记录

- 低成本，适合大规模部署
- 单一的图形化系统设计平台同时用于原型和部署

可重复配置FPGA

定制I/O的定时和处理



扩展I/O

直接连接3个C系列I/O模块

网络与通讯

10/100 以太网端口
RS232 串口

应用：使用 LabVIEW 迅速构建全自动机器人

- **挑战:**

针对年度的智能车竞赛(Intelligent Ground Vehicle Competition, IGVC), 开发全自动智能车并与对手一较高下。IGVC 为全自动智能车竞赛, 而透过线条所绘制的路径上, 另放置了多项障碍物。

- **解决方案:**

使用 NI LabVIEW FPGA Module, 可在 FPGA 上设计障碍回避算法并进行除错。另以笔记本电脑编写线性回避算法, 可将之相互整合。

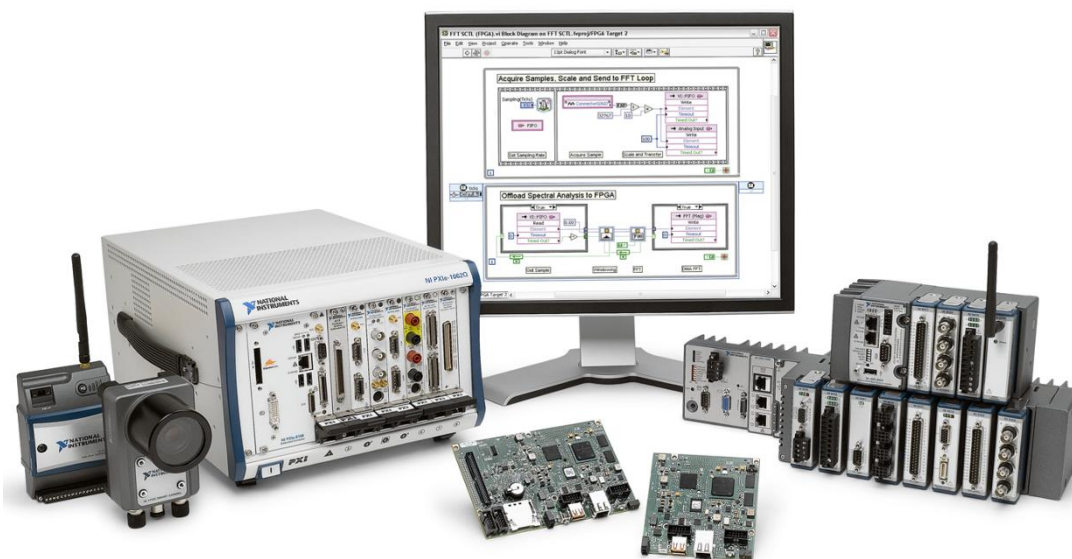
- **产品:** Real-Time Module, FPGA Module, LabVIEW Robotics, sbRIO-9642, Vision Development Module



*“使用 NI Single-Board RIO 和 LabVIEW FPGA 模块, Athena 能以 70 Hz 扫描速率处理
光达 (LIDAR) 资料; 而同等级的电脑架构机器人, 仅能达到 10 Hz 扫描速率。”*

-Gray Thomas - Olin College of Engineering

LabVIEW RIO 架构的易扩展性



模拟和数字 I/O—工业通信—OPC



Thanks !