# 基于LabVIEW的数据采集高级编程









- National Instruments公司简介
- 数据采集软硬件平台
- 基于LabVIEW的数据采集编程
- 总结





- National Instruments公司简介
- 数据采集软硬件平台
- 基于LabVIEW的数据采集编程
- 总结



# National Instruments: 虚拟仪器技术倡导者

- ·建立于1976年
- 超过1,000种测试测量产品
- · 在40多个国家设有直属分 支机构,600家系统联盟商





- ·连续9年被《财富》杂志 评为美国最适合工作的 100家公司之一
- •中国:区域咨询,市场,技术 支持,研发



# NI的客户分布

- •超过25,000个客户分布在多达80个国家
- •财富500强中95%的制造型企业









# NI公司在全球数据采集产品市场中的地位



Figure 2.7 presents the company market share by revenues in the data acquisition boards, modules & software (not including interfacebased data acquisition) market. All other vendors have less than 4.8% market share.

Source: Figure 2-7: Data Acquisition Systems Market: Company Market Share by Revenues (World), 2005, Frost & Sullivan World Data Acquisition Boards Modules Software and Interface-Based Markets 2006





- National Instruments公司简介
- 数据采集软硬件平台
- 基于LabVIEW的数据采集编程
- 总结



# 基于计算机的数据采集系统(DAQ)





### 测量和自动化系统的软件架构





# 数据采集设备组成

- 数据采集设备一般具有:
  - 模拟输入Analog Input
  - 模拟输出Analog Output
  - 数字量输入/输出DIO
  - 计数器Counter/Timer



- 特殊应用的特别设备
  - 高速数字量输入/输出HSDIO
  - 高速波形生成与采集
  - 动态信号采集DSA (振动信号、声音信号)
  - 数字万用表DMM





计算机

#### 数据采集设备



## NI 提供的数据采集平台



保证工程师选择最合适自己的一款产品!



### 测量和自动化系统的软件架构





#### 中国地区数据采集和仪器控制领域最常用的软件



Reed机构2005年调研结果

Error: 4.5%



### LabVIEW图形化开发环境简介

#### 前面板





### 数据采集的最佳开发平台







采集

分析



显示



- National Instruments公司简介
- 数据采集软硬件平台
- 基于LabVIEW的数据采集编程
- 总结



# 系统服务与配置









# 不仅仅是驱动软件: NI-DAQmx

- 通过Measurement and Automation
  Explorer (MAX)配置和验证建立
  数据采集任务
- 使用数据采集助手DAQ Assistant 快速建立应用
- ・ 最新的 API
  - 多态的函数
  - 自动代码生成
- 改进的驱动架构
  - 多线程测量
  - 即刻的校准
  - 单点操作快20倍
  - 代码生成





#### 配置诊断工具 (MAX) Measurement and Automation Explorer

- 系统管理工具
- 配置硬件
- 自校准
- 创建虚拟通道
- 硬件设备仿真
- 在驱动软件层将数据
  自动换算成工程单位













# DAQ API 与 DAQ助手









# 快速开发工具: DAQ助手(DAQ Assistant)

- 更快的开发速度
- 使用LabVIEW直 接进行通道/任 务的配置
- 自动代码生成
- 减少编程错误
- 测试面板
- 在外部直接设置 采样率、采样点 数等











Demo



# 使用DAQmx进行数据采集一通道和任务





# 使用DAQmx进行数据采集一主要VI



- •建立虚拟通道
- •读取
- •写出
- •定时设定
- 触发设定
- •高级任务函数



## 使用DAQmx进行数据采集一开始和停止任务VI

•开始任务 – 开始测量或生成

- 从配置状态到运行状态

•停止任务-停止测量或生成

- 从运行状态转到



注意:不使用开始和停止任务VI会降低系统性能。



# 使用DAQmx进行数据采集一属性节点

| 📴 DAQmx - Data Acquis 📃 🗖 🔀   |  |  |  |
|---|--|--|--|
| 🕆 🔍 Search 👫  |  |  |  |
| TASK    CHANK    DRRms    DRRms |  |  |  |
|   |  |  |  |
|   |  |  |  |

- •设定读写或其他对象的属性
- •特定对象的属性节点
  - -通道
  - -定时
  - 触发
  - 读取
  - -写出



## 读取VI&读取属性节点



- •可选属性
  - -偏置

— . . .

- 读取通道
- -波形属性
- 当前可用采样数





# 写出VI&写出属性节点







# 建立虚拟通道 VI & 通道属性节点



- 建立虚拟通道 VI
  - 用编程方式建立一个或 多个虚拟通道
  - 将已经建立的通道加入 到任务中

- •可选属性
  - -通道类型
  - -物理通道名
  - 描述

. . .

- -模拟I/O比例系数设定
- 数字I/O线数
- 计数器I/O脉冲循环设定

task in more back out ActiveChan PhysicalChanName AI.StrainGage.PoissonRatio AI.Strain.Units CI.Freq.StartingEdge







## 触发设定 VI & 触发属性节点



- 触发设定 VI
  - 设定任务在特定模拟或数 字触发时,开始或结束数 据采集

•可选属性

. . .

- 起始触发类型
- 起始触发数字边沿
- -起始触发模拟窗口
- -参考触发设定

| task in | مر 🕶 DAQmx Trigger | mm task out |
|---------|--------------------|-------------|
| ŀ       | Start.TrigType     |             |
| ŀ       | Start.DigEdge.Src  |             |
| ŀ       | Ref.PreTrigSamples |             |
| ŀ       | Ref.AnlgEdge.Hyst  |             |
| ŀ       | Pause.TrigType     |             |



# 构建数据采集应用——模拟输入









无通道间延迟




- 采样频率过低会发生混叠
- 一旦信号产生混叠现象, 就无法重构原始信号
- 准确的频率表示:
  - 采样频率至少是输入信号最大频率的2倍
- 准确重构波形:

- 采样频率是输入信号的5-10倍



#### 模拟输入信号 - 分辨率

- 3-bit 分辨率能表示8个电压等级
- 16-bit 分辨率能表示65,536电压等级
- 更高的分辨率——检测到更小的电压变化





#### 终端模式: 差分模式(Differential)

- 差分模式
  - 每个信号使用两个通道
    - ACH 0 与 ACH 8, ACH 1 与 ACH 9, 等等.
  - 抑制共模电压和共模噪声









- 参考单端模式
  - 以系统地为参考进行测量
  - 每个信号使用一个通道
  - 不能抑制共模电压







#### 终端模式: 非参考单端模式(NRSE)

- 非参考单端模式
  - 每个信号一个通道
  - 以AISENSE为参考端进行测量
  - AISENSE 是浮动端
  - 不能抑制共模电压



| ACH8   | 34                               | 68                               | ACH0   |
|--|----------------------------------|----------------------------------|--|
| ACH1   | 33                               | 67                               | AIGND  |
| AIGND  | 32                               | 66                               | ACH9   |
| ACH10  | 31                               | 65                               | ACH2   |
| ACH3   | 30                               | 64                               | AIGND  |
| AIGND  | 29                               | 63                               | ACH11  |
|  |                                  |                                  |  |
| ACH4   | 28                               | 62                               | AISENSE  |
| ACH4<br>AIGND                                    | 28<br>27                         | 62<br>61                         | AISENSE<br>ACH12                                   |
| ACH4<br>AIGND<br>ACH13                           | 28<br>27<br>26                   | 62<br>61<br>60                   | AISENSE<br>ACH12<br>ACH5                           |
| ACH4<br>AIGND<br>ACH13<br>ACH6                   | 28<br>27<br>26<br>25             | 62<br>61<br>60<br>59             | AISENSE<br>ACH12<br>ACH5<br>AIGND                  |
| ACH4<br>AIGND<br>ACH13<br>ACH6<br>AIGND          | 28<br>27<br>26<br>25<br>24       | 62<br>61<br>60<br>59<br>58       | AISENSE<br>ACH12<br>ACH5<br>AIGND<br>ACH14         |
| ACH4<br>AIGND<br>ACH13<br>ACH6<br>AIGND<br>ACH15 | 28<br>27<br>26<br>25<br>24<br>23 | 62<br>61<br>60<br>59<br>58<br>57 | AISENSE<br>ACH12<br>ACH5<br>AIGND<br>ACH14<br>ACH7 |









- 单点模拟输入:无缓冲的,软件定时的采集
- 带缓冲的模拟输入:数据先从DAQ设备传到缓冲中,然后由DAQmx Read.VI读取到应用程序内存中。
  - 有限多点采集
  - 连续采集





#### 单点采集输入是无缓冲的,软件定时的采集





#### 带缓冲的模拟输入一设定缓冲大小

#### samples per channel 132 sample mode 132 DAQmx task/channels in 170 rate Sample Clock

- 如果使用缺省值或设为-1,则 NI-DAQmx根据任务的配置, 自动确定读取的采样点数
- 每通道的采样点数(Samples per channel)等于缓冲大小



#### 带缓冲的有限点采集

- 带缓冲的硬件定时的有限点采集
- 推荐在多数应用中使用
- 需要设定缓冲大小、采样模式、采样率、每通道采 样点数





#### 带缓冲的连续采集的程序流程





带缓冲的连续采集程序













## 构建数据采集应用——模拟输出





#### 输出波形的频率

- 输出波形的频率由下面参数确定:
  - 更新率
  - 缓冲中的循环个数













#### 写VI的Auto Start参数

- 控制是否由Write写 VI启动信号输出
  - 对于单点采样,缺省值为真
  - 对于多点采样,缺省值为假
- 当使用 Start/Stop Task VI时,总是设定 auto start 为 FALSE





#### 带缓冲的有限点输出的程序流程











Demo

#### 带缓冲的连续输出的程序流程





#### 使用采样时钟定时的连续数据输出





#### 使用dt参数定时的连续波形输出



- 在DAQmx定时VI中,使用波形数据的dt参数设定定时
- 缺省为使用PC缓冲保存输出数据











## 构建数据采集应用——数字I/O





#### NI-DAQmx 数字终端类型

- 端口(Port): 数字线的集合,一般为4/8个 端口命名:
  - Dev x / Port y
- 数字线(Line): 端口中的一条信号线 数字线命名:
  - Dev x / Port y / Line a
  - Dev x / Port y / Line a : b
  - Dev x / Port y / Line a, Dev x / Port y / Line b



#### 数字通道的数据类型



lines



#### 数字线类型的数字通道

- 数字线类型(布尔量)
  - 每通道一个数字线
    - 表达为单个布尔量
  - 每通道多个数字线
    - 表达为布尔量的一维数组



 $\left\{ \cdot \right\}$ 

# Boolean Array

- 数字线类型只能用于单采样的读写操作

| 🗸 Analog | ► | <u> </u>          |   |                  |   |                      |
|----------|---|-------------------|---|------------------|---|----------------------|
| Digital  | • | Single Channel    |   | Single Sample    |   | Boolean (1 Line)     |
| Counter  |   | Multiple Channels | ► | Multiple Samples | • | 1D Boolean (N Lines) |
| More     |   |                   |   |                  |   | U8 (port format)     |
|          |   |                   |   |                  |   | U32 (port format)    |
|          |   |                   |   |                  |   | Waveform             |



#### 读取单数字线通道采样数据

• 使用Read.vi与数字线类型,返回一个布尔量





#### 从多数字线通道读取采样数据

•从多数字线通道的返回值为布尔量数组









#### 端口类型的数字通道

- 端口类型(整数)
  - 端口类型表达为U8或U32的整数, 端口中的每个数字线表示一个比特位



- 端口类型能用于单采样或多采样的读写操作





#### 从端口类型通道读取采样数据

•端口数据类型时返回值为U8或U32整数



















#### 波形类型的数字通道

- 数字模式波形
  - 硬件时钟定时
  - 模式信号输入/输出
- 在数字电路等测试中有重要作用










Demo



# 构建数据采集应用——计数器





计数器

- •计数器是一个数字计数设备
- •计数器的典型应用:
  - -边沿计数
  - -脉冲生成
  - 周期测量
  - -脉冲宽度测量
  - --频率测量



- Count register—存储当前计数值
- •Source—被计数的输入源信号
- •Gate—确定计数是否启动的门控信号
- •Output—产生脉冲或脉冲序列的输出信号



# 简单边沿计数(1)

- 在输入信号边 沿改变计数器 的值
  - 可以设定为对 信号的上升或 下降沿计数
- •对已知频率的时 基信号计数,则 可以实现计时:

时间 = 计数值 × 时基信号周期





### 简单边沿计数(2)

- 计数值在源信号的上升沿增加
- 可以设定成下降沿
- 计数器最大值 = 2<sup>(计数器位数)</sup>-1
- 当源信号为时基信号时,可用于时间测量







### • 在DAQmx Read VI中选择Counter





## 门控边沿计数(1)

- 非缓冲
- 门控信号可以控制计数寄存器是否对源信号计数
- 只有当门控信号有效时,计数器才会对源信号的 边沿进行计数





# 门控边沿计数(2)

- 在门信号为高或低电平(可软件设置)时,计数器对 源信号计数
- 门信号无效时,计数停止





















重要参数 **High Polarity** Low Polarity Pulse Polarity Delay Delay Width Width Pulse Period Delay + Width = 1 **Pulse Frequency Pulse Period** Width **Duty Cycle Pulse Period** 



# 脉冲信号生成(2)

• 在计数器输出端输出一个TTL信号































- National Instruments公司简介
- 数据采集软硬件平台
- 基于LabVIEW的数据采集编程
- 总结



### 附录:数据采集高级技巧



### 技巧1:

### 了解你的定时引擎





1. 外部定时

### 2. 同步

3. 引入延时



```
M系列定时引擎
```





M系列定时引擎





使用板上时钟





多设备同步





外部采样时钟





外部采样时钟的时基





### 定时引擎-运用你所学到的

• 实际应用

### - <u>怎样使用PLL共享外部时基,通过定时引擎分</u> <u>频后作为采样时钟?</u>





### Demo

## 使用PLL共享外部时基





### 技巧 2:

### 理解触发电路





- 1. 提供确定性控制
- 2. 只采样感兴趣的数据
- 3. 编程更具创新性





#### Start Trigger

Start Trigger 开始一个采集或波形发生

Pause Trigger

Pause Trigger 暂停一个采集过程

Reference Trigger

Reference Trigger 在一组采样点上建立参考点



### **Start Trigger & Reference Trigger**





### **Pause Trigger**





模拟触发类型





模拟触发电路



For information on Analog Triggers see NI-DAQmx Help >> Key NI-DAQmx Concepts >> Triggering



触发-运用你所学到的

• 实际应用



- <u>怎样在收到一个触发后停止采集过程?</u>


### Demo

# 使用Reference Trigger停止采集





## 技巧 3:

# 了解你的计数器





- 1. 子系统间复杂的定时
- 2. 子系统间的同步
- 3. 为其他子系统的数字触发
- 4. 内建在NI-DAQmx驱动中的使用两个计数 器的复杂测量和发生操作



# 配对的计数器

每个计数器的输出都可以由内部路由到另一个计数器的输入





## 计数器信号路由

#### 可从多种途径接受信号 输出直接连到其他子系统 M系列设备的计数器有附加的路由性能





M系列计数器连接



Image taken from NI-DAQmx Help >> Key NI-DAQmx Concepts >> Counters >> Counter Parts



# 在 NI-DAQmx中两个计数器的应用

#### •有限脉冲序列发生

-可重新触发

-可控长度,频率和占空比

#### •两个计数器的周期、频率测量

-高频方法:减小高频信号测量的量化误差 -大量程方法:适合频率变化范围很大的信号



# 在 NI-DAQmx 中的有限脉冲序列发生





# 两个计数器的周期频率测量 (高频测量方法)





# 两个计数器的周期频率测量 (大量程测量方法)



Frequency = (1 ctr frequency) \* divisor





- 计数器-运用你所学到的
- 实际应用

- <u>怎样创建可重新触发的AI采集,并且触发信号与</u> 开始采集间的延时可配置?



### Demo

## 创建可重新触发的采集





# 更深入的内容

- 高级DAQmx VI的使用
- 缓冲的高级设定与应用
- 计数器的其他应用:频率测量、脉冲测量等
- 触发信号的高级应用
- 多通道或多板卡间数据采集的同步





# 范例查找器一助您快速开发高级应用





总结

- NI数据采集——全球领先地位
- 基于LabVIEW快速开发DAQ应用
  - 系统配置与控制
  - DAQ API与DAQ助手
  - 模拟输入/输出
  - 数字I/O
  - 计数器
- DAQ使用高级技巧





### 请访问NI中文主页了解更多信息

### www.ni.com/daq

拨打免费咨询电话

800-820-3622

