

# Instrumentație virtuală-curs 1

## 1. Introducere în instrumentația virtuală

**Instrumentația virtuală - IV** - este un domeniu interdisciplinar ce unește tehnologiile dedicate senzorilor, hardware-ului și software-ului pentru a crea instrumente flexibile și de complexitate ridicată dedicate unor aplicații de măsurare, monitorizare și control. ▶

**Instrument virtual** (există mai multe definiții)

- un instrument a cărui funcție principală și caracteristici sunt determinate în software
- este compus din subunități specializate, calculatoare și software și puțin know-how
- ....

### Proprietate de bază a IV

Posibilitatea de a-și modifica forma prin software, permițând unui utilizator să-i modifice funcția după propria dorință, astfel încât să se poată potrivi pentru o multitudine de aplicații

Prof. dr. ing. Anca Lazăr

3

# Instrumentație virtuală-curs 1

## 1. Introducere în instrumentația virtuală

### Hardware:

Hardware pentru achiziție de date



PCI 6070E



PXI 6052E

Hardware pentru achiziție de imagini



PCI 1411

Hardware pentru control instrumentelor: GPIB/IEEE488 Instrument control



PCI 8232



GPIB-USB

Prof. dr. ing. Anca Lazăr

4

# Instrumentație virtuală-curs 1

## 1. Introducere in instrumentația virtuală

### Software:

Orice limbaj de programare (c/c++, Visual BASIC...)

LabVIEW

<http://www.ni.com/labview>

- LabVIEW Development System.
- LabVIEW for PDA device
- LabVIEW Real-time
- LabVIEW for FPGA
- LabVIEW for Machine Vision



Prof. dr. ing. Anca Lazăr

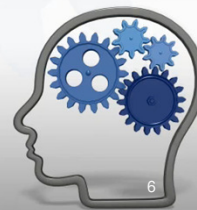


5

FUNDAMENTALS OF VIRTUAL INSTRUMENTS	
Traditional Instruments	Virtual Instruments
Vendor-defined	User-defined
Function-specific, stand-alone with limited connectivity	Application-oriented system with connectivity to networks, peripherals, and applications
Hardware is the key	Software is the key
Expensive	Low-cost, reusable
Closed, fixed functionality	Open, flexible functionality leveraging off familiar computer technology
Slow turn on technology (5-10 year life cycle)	Fast turn on technology (1-2 year life cycle)
Minimal economics of scale	Maximum economics of scale
High development and maintenance costs	Software minimizes development and maintenance costs



Prof. dr. ing. Anca Lazăr



6

## Instrumentație virtuală-curs 1

### 1. Introducere în instrumentația virtuală

**Bio - instrumentația virtuală - BIV-** cuprinde potențial nemărginit pentru utilizarea inovativă a IV în bioinginerie, în sistemul de sănătate și în domenii înrudite

#### Scop

- îmbunătățirea posibilităților de a privi din interior natura fenomenelor complexe și de a reduce costul echipamentelor și al procedurilor medicale
- multe dintre conceptele generale ale IV se pot utiliza direct în măsurările biomedicale;
- măsurările în domeniul medical sunt specifice deoarece se ocupă cu un obiect deosebit – **pacientul** – și sunt efectuate și manageriate de un instrument teribil – **medicul**.

Prof. dr. ing. Anca Lazăr

7

## Instrumentație virtuală-curs 1

### 1. Introducere în instrumentația virtuală

Comparație între un instrument tradițional și un IV

#### Scurtă istorie a IV

- conceptul este apărut în anii 1970;
- evoluția este caracterizată de continua creștere a flexibilității echipamentelor de măsură:

➤Instrumente de măsură analogice  
(osciloscop, sisteme de înregistrare EEG)

➤Dispozitive de achiziție și prelucrare  
(sisteme de control PID, DSP)

➤Prelucrare digitală bazată pe platforme generale de calcul  
(instrumente off-line bazate pe calculator,  
comunicații prin interfețe între instrumente și computer-GPIB,  
măsurări complexe în timp real, computere personale standard  
,... .....1986 LabVIEW 1.0)

➤Instrumentație virtuală distribuită  
(prin dezvoltarea rețelelor locale și globale  
ale calculatoarelor personale standard)

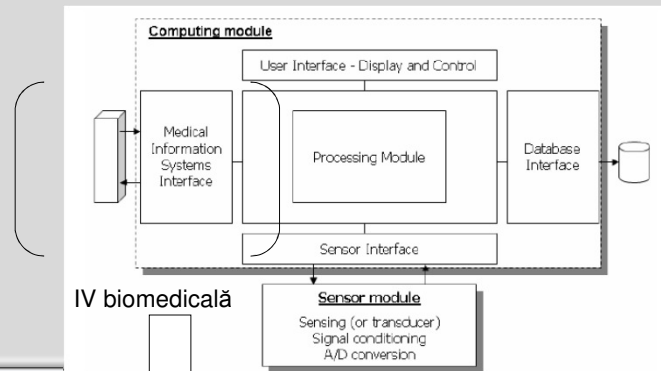
Prof. dr. ing. Anca Lazăr

8

## Instrumentație virtuală-curs 1

### 2. Arhitectura unui instrument virtual

#### Arhitectura unui instrument virtual



Setările și datele măsurate pot fi memorate și asociate cu înregistrările de la pacienți

Prof. dr. ing. Anca Lazăr

9

## Instrumentație virtuală-curs 1

### 2. Arhitectura unui instrument virtual

#### Modul senzor

- asigură interfațarea IV cu exteriorul, transformă semnalele măsurate într-o formă ușor de citit
- condiționează semnalul și îl transformă în semnal digital pentru o manipulare ulterioară

Group	Physiological signals
Electrical signals (require only amplification)	Electromyograph (EMG)
	Electrocardiograph (ECG)
	Electroencephalograph (EEG)
	Electrooculograph (EOG)
Non-electrical signals (require a transducer to change the information to an electrical signal)	Skin conductivity (Galvanic Skin Response - GSR)
	Respiratory rate
	Blood pressure
	Peripheral body temperature

Prof. dr. ing. Anca Lazăr

10

## Instrumentație virtuală-curs 1

### 2. Arhitectura unui instrument virtual

#### Modul senzor

**Senzor** – detectează semnalele fizice din mediul exterior

– dacă parametrul măsurat nu e electric, trebuie să se includă un traductor care să convertească informația într-un semnal electric (ex. presiunea sanguină)

Clasificarea senzorilor biomedicali:

- senzori implantați (senzori intracranieni);
- senzori de contact (electrozi EEG, ECG);
- senzori fără contact (senzori optici)

**Condiționare semnal** – realizează condiționarea (deobicei analogică) anterioară conversiei A/D

- amplificare;
- liniarizare;
- izolare;
- filtrare

**Conversia A/D** – semnalul detectat și condiționat este transformat într-un semnal digital

Caracteristici:

- frecvența de eșantionare;
- rezoluția



Prof. dr. ing. Anca Lazăr

11

## Instrumentație virtuală-curs 1

### 2. Arhitectura unui instrument virtual

#### Interfață senzor

##### Cu fir

- interfeță paralelă standard (GPIB-General Purpose Interface Bus, SCSI-Small Computer System Interface);
- bus de sistem (PXI - PCI eXtension for Instrumentation, VXI - VME extension for instrumentation);
- interfață serială (RS232 sau USB)

##### Fără fir (pentru senzori implantați)

- Standard 802.11;
- Bluetooth;
- GPRS-General Packet Radio Service /GSM-Global System for Mobile Communications;
- Familia de standarde IEEE1073 (Medical/health device communication standards) robustă în medii unde dispozitivele sunt conectate și deconectate în mod frecvent de la rețeaua de calculatoare



Prof. dr. ing. Anca Lazăr

12



## Instrumentație virtuală-curs 1

### 2. Arhitectura unui instrument virtual

#### Modul de prelucrare

**Prelucrare analitică** - funcțiile analitice definesc clar relații funcționale dintre parametri de intrare;

- analiză spectrală;
- filtrare;
- transformate;
- detecție de vârf

**Tehnicile inteligenței artificiale** – utilizate pentru a îmbunătăți eficiența, capacitatea și caracteristicile instrumentelor pentru măsurare, identificare de sistem și control; exploatează capacitățile de calcul avansate ale sistemelor de calcul

- rețele neurale;
- logica fuzzy;
- sisteme expert;



Prof. dr. ing. Anca Lazăr



13

## Instrumentație virtuală-curs 1

### 2. Arhitectura unui instrument virtual

Se permite ca datele măsurate să fie memorate pentru o prelucrare off-line sau să se păstreze înregistrările pacienților

#### Tehnologii disponibile pentru baze de date

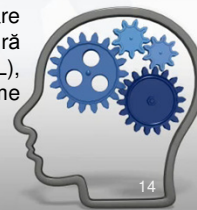
Database interface	Description
File System	Random writing and reading of files.
eXtensible Markup Language (XML)	Standardized markup files.
Open Database Connectivity (ODBC)	SQL based interface for relation databases.
Java Database Connectivity (JDBC)	Java programs' SQL based object-oriented interface for relation databases.
ActiveX Data Objects (ADO)	Windows programs' object-based interface for various data sources including relational databases and XML files.
Data Access Objects (DAO)	Windows programs' object-based interface for relation databases.

#### Baze de date

Multe instrumente virtuale utilizează Data Base Management Systems (DBMSs) – asigură un management eficient al datelor și o inserție, updatare și selecție standardizată. Multe dintre DBMS asigură interfață Structured Query Language (SQL), permițând execuția transparentă a aceluiași programe pe diferite baze de date de la diferiți furnizori.



Prof. dr. ing. Anca Lazăr



14

## Instrumentație virtuală-curs 1

### 2. Arhitectura unui instrument virtual

#### Interfață cu sistemul informatic medical

- IV sunt integrate rapid cu alte sisteme informatice medicale (exemplu: sistemul informatic al spitalelor);
- Utilizate pentru a realiza tablouri de comandă, ajutoare pentru instrumente de decizie, alertări în timp real și predicția unor situații speciale;
- LabView asigură mecanisme pentru componente la comandă, ca de exemplu *ActiveX* obiect ce permit comunicarea cu alte sisteme informatice, ascunzând detalii ale comunicației față de codul interfeței virtuale;
- În aplicațiile Web de telemedicină integrarea este implementată utilizând URLs (Unified Resource Locators) – fiecare IV este identificat cu URL-ul său, permițând configurarea prin parametri, IV poate stoca rezultatele prelucrării într-o bază de date identificată de URL;

Există standarde de comunicații între aplicații medicale (OMG-Object Management Group Healthcare DTF definește standarde și interfețe pentru obiecte din sistemul de sănătate, ca COBRAMED standard)



Prof. dr. ing. Anca Lazăr

15

## Instrumentație virtuală-curs 1

### 2. Arhitectura unui instrument virtual

#### Interfață utilizator - afișare și control

- Influențează eficiența și precizia cu care este efectuată măsurătoarea de către un operator;
- Facilitează interpretarea rezultatului măsurărilor;
- Interfețele cu calculatorul sunt mai ușor de modificat decât interfețele convenționale cu instrumentele de măsură → este posibil să se utilizeze mai multe efecte de prezentare și să se seteze interfața pentru fiecare utilizator

#### Clasificare interfețe

- Interfețe pentru terminale;
- Interfețe grafice;
- Interfețe multimodale;
- Interfețe pentru realitate virtuală



Prof. dr. ing. Anca Lazăr

16



## Instrumentație virtuală-curs 1

### 2. Arhitectura unui instrument virtual

#### Clasificare interfețe

- Interfețe pentru terminale;
- Interfețe grafice;
- Interfețe multimodale;
- Interfețe pentru realitate virtuală

•nu mai sunt utilizate pentru desktop PC;

- Utilizate pentru
  - telefoane mobile (SMS);
  - PDA

•În IV distribuită  
•Avertizări de urgență

#### Interfață utilizator - afișare și control

-Primele programe pentru control au avut interfețe pentru terminale orientate pe caracter (calculatoarele nu erau capabile să realizeze grafice complexe);

-resursele sistemului mici → s-au implementat pe multe platforme;

-comunicația dintre utilizator și calculator este numai pe bază de text;

-prezentarea este pe un ecran cu rezoluție fixă, de ex. 25 linii și 80 coloane pe un calculator obișnuit, unde fiecare celulă reprezintă un caracter dintr-o mulțime de caractere fixate, ca de exemplu caractere ASCII;

-sunt posibile și efecte suplimentare (culoare pentru fundal, efect de pâlpâire)



Prof. dr. ing. Anca Lazăr

17

## Instrumentație virtuală-curs 1

### 2. Arhitectura unui instrument virtual

#### Clasificare interfețe

- Interfețe pentru terminale;
- Interfețe grafice - GUI;
- Interfețe multimodale;
- Interfețe pentru realitate virtuală

-Permit o interacțiune om-calculator mai intuitivă;

-IV este mai accesibil;

-Permit realizarea unor reprezentări grafice necesare complexe: grafice, diagramă, tabele ce pot fi create cu ușurință cu instrumentele interfeței către utilizator;

-Se extinde în multe moduri funcționalitatea unui diagnostic imagistic convențional (adăugând un instrument de culoare)

#### Interfață utilizator - afișare și control



Prof. dr. ing. Anca Lazăr

18

## Instrumentație virtuală-curs 1

### 2. Arhitectura unui instrument virtual

#### Interfață utilizator - afișare și control

#### Clasificare interfețe

- Interfețe pentru terminale;
- Interfețe grafice - GUI;
- **Interfețe multimodale** (îmbunătățește considerabil calitatea);
- Interfețe pentru realitate virtuală

#### -Combinarea multimodală a unor modalități complementare:

➤ Sonorizare – relația dintre vizualizare și sonorizare este o problemă complexă datorită naturii cognitive a informației prelucrate;

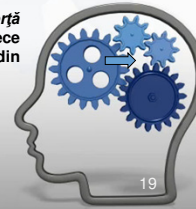
-Eficiența sonorizării, ca modalitate de prezentare auditivă, depinde de alte modalități de prezentare;

-Utilizată în diferite aplicații biomedicale: analiza EEG

#### ➤ reacția haptică

-include modalități de realizare *prin contact și forță* o modalitate de prezentare importantă deoarece contactul fizic dintre medic și pacient este parte din modul standard de examinare

-nu este disponibilă pe cale largă;



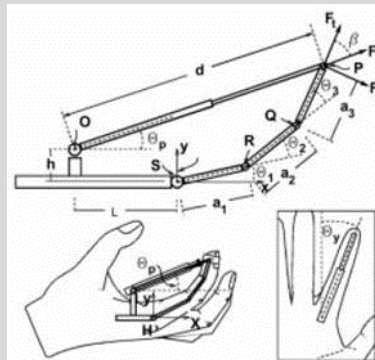
Prof. dr. ing. Anca Lazăr

19

## Interfața haptică

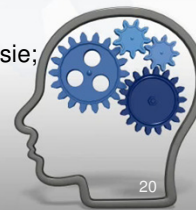


Interfața Rudgers Master II



Senzori Hall și IR permit:

- determinarea parametrului mișcării flexie / extensie;
- deplasările din cuplele cinematice de translație



Prof. dr. ing. Anca Lazăr

20

## Instrumentație virtuală-curs 1

### 2. Arhitectura unui instrument virtual

#### Interfață utilizator - afișare și control

#### Clasificare interfețe

- Interfețe pentru terminale;
- Interfețe grafice - GUI;
- Interfețe multimodale;

#### •Interfețe pentru realitate virtuală

- Mediile virtuale permit să se pătrundă în practica medicală a viitorului
- Multe dintre scopurile tehnologiei realității virtuale reflectă pe cele ale IV;
- Sistemele realității virtuale nu împică în mod necesar utilizarea IV, dar conduc la dezvoltarea de noi condiții în care medicul va avea nevoie la a accesa date sub forme radical diferite;
- Combinarea dintre o prezentare virtuală și obiecte din lumea reală crează interfețe mărite ale realității (realitatea mărită poate permite ca imaginea computerizată a unei tumori obținută de la înregistrările MRI să fie suprapusă peste imaginea reală din timpul operației a pacientului)

Prof. dr. ing. Anca Lazăr

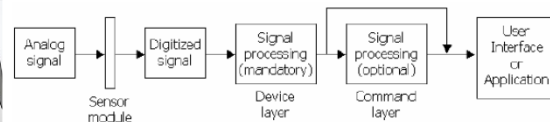
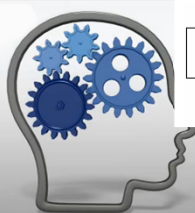
21

## Instrumentație virtuală-curs 1

### 2. Arhitectura unui instrument virtual

#### Integrarea funcțională a modulelor IV

- determină flexibilitatea IV;
- o aplicație unică cu toate modulele software ale IV integrate logic și fizic (modalitatea cea mai simplă și cea mai flexibilă, mentenanța dificilă);
- organizare modulară (metoda orientată pe obiect – fiecare modul este implementat ca un obiect cu interfață definită clar, integrat cu celelalte obiecte prin schimb de mesaje);
- cuplare structurală (pentru controlere neconvenționale, abordare stratificată pentru integrarea funcțională a modulelor senzor)
  - ex. sisteme electrofiziologice ce interacționează: datele, semnale EEG de la un modul senzor hardware trec prin până la două nivele de prelucrare înainte de a fi trecute prin aplicație; al doilea nivel, opțional, permite o organizare mai flexibilă a datelor supuse procesării și o integrare de tipul *plug-and-play* pentru mecanismele de procesare complexe într-un IV



Prof. dr. ing. Anca Lazăr

22

## Instrumentație virtuală-curs 1

### 3. Medii de dezvoltare pentru IV

-dezvoltarea IV este legată de dezvoltarea software-ului;

tipuri: **Limbae convenționale de programare**  
Medii grafice de programare.

-orice mediu de programare disponibil (1970-1980 BASIC, după 1980 programare în C – prima versiune LabVIEW în C);

-în trecut, atenție la detalii de la nivele de jos, adică la resursele de comunicații și la managementul memoriei;

-în prezent, atenție la logica funcțională a IV (sistemele de operare asigură pentru aplicații interfețe programabile standardizate – API pentru comunicații sau API grafice, GUI API); orice limbaj de programare ce poate folosi API – Visual Basic, Visual C++, Delphi sau Java;

-biblioteci software ce sunt disponibile gratis pentru mai multe platforme (FFTW bibliotecă open-source multiplatformă pentru analiza FFT, OpenGL ce permite dezvoltarea multiplatformă a prezentărilor grafice 3D)

-Java utilizat pentru instrumente virtuale medicale datorită independenței față de platformele de folosire (exemple: pentru integrarea aplicațiilor de păstrare a înregistrărilor pacienților, facturilor și cele farmaceutice care sunt compatibile cu standardul de schimbare a formatului datelor Health Level 7, HL7; pentru a distribui informații între diferiți furnizori de sisteme de sănătate și companii de asigurări)

Prof. dr. ing. Anca Lazăr

23

## Instrumentație virtuală-curs 1

### 3. Medii de dezvoltare pentru IV

tipuri: { Limbaje convenționale de programare  
**Medii grafice de programare.**

- permit utilizarea de către utilizatori fără experiență în programare;

#### Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench (LabVIEW)

-Scop LabVIEW 1.0 de a asigura un instrument software pentru ingineri de a dezvolta sisteme dedicate;

-este un sistem de programare de uz general;

-biblioteci de funcții pentru orice sarcină de programare;

-biblioteci pentru achiziții de date, control al instrumentelor, analiză de date, prezentare de date și memorare de date;

-dezvoltat pentru diferite dispozitive și interfețe standard;

-Limbaj de programare grafic, limbaj G:

-programul format din diagrame bloc;

- utilizează *data-flow programming model* la care execuția este determinată de circulația datelor între blocuri;

Prof. dr. ing. Anca Lazăr

24

## Instrumentație virtuală-curs 1

### 1. Introducere in instrumentația virtuală

Virtual instrumentation can be defined as:

*A layer of software and/or hardware added to a general purpose computer in such a fashion that users can interact with the computer as though it were their own custom-designed traditional electronic instrument.*

*From Virtual Bio-instrumentation by Jon B. Olansen and Eric Rosow*



Prof. dr. ing. Anca Lazăr

25