

Sisteme de Control Distribuit

Ce este un **sistem** ?

Se bazează pe:

- rețele de calculatoare ! → **concurență**
- microcontrolere,
- automate programabile,
- DSPs (digital signal processors),
- traductori,
- senzori și
- actuatori

Ce implică?

→ arhitecturi distribuite + algoritmi de control + implementări

Tiberiu S. Leția

Mihai Hulea

Sisteme de control distribuit



MEDIAMIRA
2005

Obiective

- | |
|--|
| <ul style="list-style-type: none">• conceperea de sisteme distribuite mari• controlul de procese distribuite și complexe |
| <ul style="list-style-type: none">• însușirea unor metodologii de dezvoltare: design hardware/software și inginerie software, inclusiv modelarea la nivel de sistem• însușirea unor metode de control distribuit• conceperea de algoritmi de control distribuit• implementarea de algoritmi de control distribuit |

Programa (syllabus)

1. Sisteme de control distribuit (SCD). Introducere în SCD & CyPhy
2. Principiile sistemelor distribuite și CyPhy
3. Arhitecturi de sisteme distribuite
4. Specificarea, verificarea și proiectarea aplicațiilor de control distribuit
5. Proiectarea SCD (diagrame de componente cu modele FLETPN & UETPN + Object Enhanced Time Petri nets)
6. Timpul în sistemele distribuite
7. Coordonarea proceselor distribuite și alocarea resurselor. Implementarea sistemelor de control distribuite
8. Comunicarea în aplicațiile distribuite
9. Tehnici avansate de programare distribuită
10. Controlul cooperative
11. Metode inteligente pentru SCD

12. Rețele de control
13. Aplicații de control distribuit (controlul traficului urban al vehiculelor, controlul traficului feroviar, controlul unui sistem de lacuri, controlul sistemelor de energie electrică)
14. SCD - fiabilitate și reziliență

Sistemul de notare:

$$\text{Nota_finală} = 0.25 \cdot L + 0.25 \cdot P + 0.25 \cdot \text{Parțial} + 0.25 \cdot \text{Examen}$$

1. Introducere

1.1. Noțiuni și concepte în SCD și Sisteme CyberPhysical (CyPhy)

1.2. Domenii de utilizare

1.1. Noțiuni și concepte în SCD

Ce este un sistem?

Un **sistem** este o colecție de elemente (entități) independente (autonome) care compun un întreg, unde fiecare componentă interacționează sau este în legătură cu cel puțin o altă componentă.

Este o mulțime de **entități**, reale sau abstracte, hardware + software.

Sisteme simple: comportamentul poate fi determinat precis prin calcule simple.

Sisteme complicate: comportamentul poate fi determinat precis prin calcule simple și reguli de inferență.

Sisteme complexe: include incertitudini, deci comportamentul poate fi prezis de modele probabilistice, calcule și reguli de inferență.

Ce este un CyPhy (**Cyber-Physical** system) ? Un sistem care include și echipamente fizice (legate la internet) și persoane în acest ciclu.

Digital Models (DM) – Digital Shadow (DS) – Digital Twin (DT)

Real Plant |-----| Digital Model: fără legături directe între RP și DM

Real Plant → Digital Shadow: flow de informații de la RP la DS; DS poate conține elemente de realitate augmentată a lui RP (statistici, variabile nemăsurabile, predicții, alarme, etc)

Real Plant ↔ Digital Twin: flow de informații de la RP la DT și invers, respect constrângeri de timp real.

Ce înseamnă a controla un sistem?

Control

A *controla o entitate sau un set de entități (numite subsistem controlat)*

înseamnă a aplica un set de reguli și acțiuni de decizie care presupun modificarea stărilor sau a comportamentului elementelor controlate.

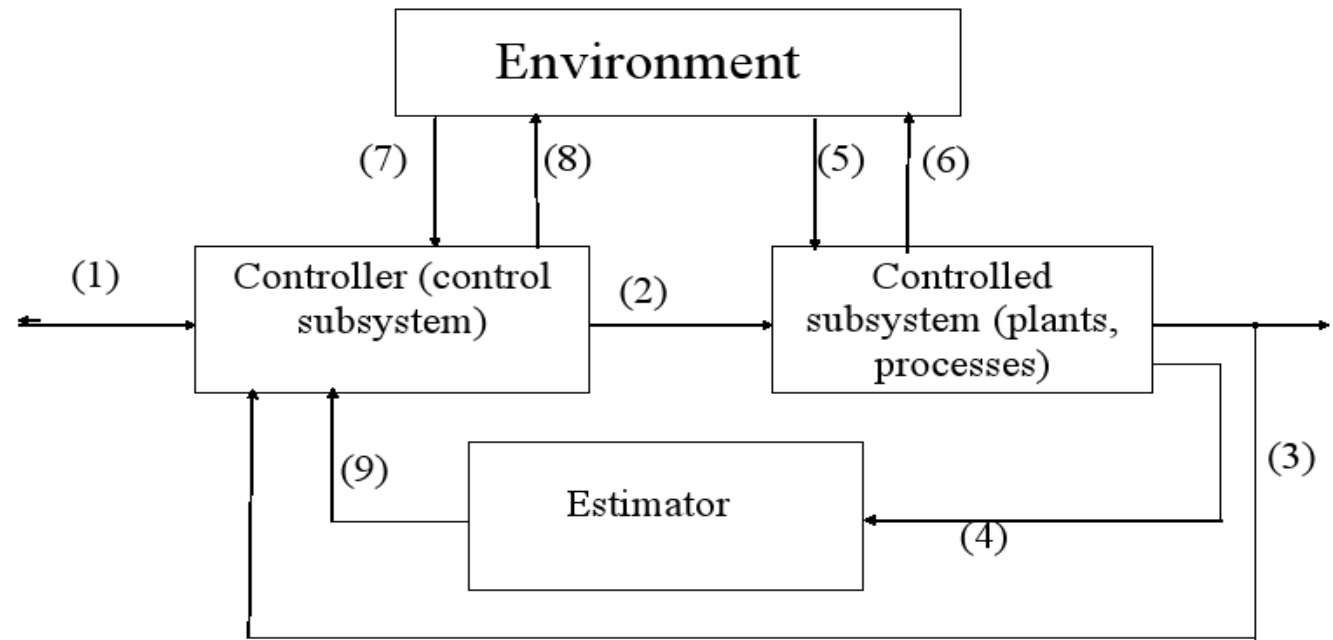
Subsistem de control (controller)

Sistem de control = *subsistem controlat* + subsistem de control

→ actualizare continuă a informației despre mediu și despre sistemul controlat pentru procesare, luarea de decizii și aplicarea lor la ieșire.

Structura generală a unui sistem controlat

- *sistem deschis (open loop)*
- *sistem de achiziție a datelor (supraveghere/monitorizare)*
- *sisteme închise (closed loop)*



Control:

- *processe (sisteme) tehnice*
- *processe (sisteme) sociale*
- *sisteme financiare*
- *sisteme biologice, etc.*

Clasificarea sistemelor de control

Din punct de vedere al localizării, entitățile fizice și logice pot compune:

- sisteme de control centralizate
- sisteme de control descentralizate (sau distribuite logic)
- sisteme control la distanță (remote control)
- sisteme de control distribuit (sau distribuite fizic)
- sisteme de control colaborativ

Principii:

- sinergie peste distanță, timp, context și scop
- omniprezente (ubiquitous)

Tipuri de algoritmi de control:

- control cu acordare (tuning control) → PID
- control de supraveghere (supervisory control)
- control bazat pe model (model-based control)
- control cu ferestre alunecătoare (sliding mode-control)
- control adaptiv (adaptive control)
- control inteligent:
 - rețele neuronale (neural networks)
 - logică fuzzy (fuzzy logic)
 - sisteme expert (bazate pe cunoștințe) (knowledge-based control)
- sisteme multiagent (inteligente sau non inteligente)

- **Control Centralizat**

Un sistem este ***controlat centralizat*** dacă există o entitate unică ce are o imagine generală despre sistem și care implementează toate funcțiile de control. Aceasta trimite toate semnalele de control către actuatori.

Control descentralizat (distribuit logic)

Nu există o entitate unică ce menține starea globală a sistemului și care să trimită toate semnalele de control către entitățile controlate (sau către actuatori).

Procesul poate fi implementat pe același calculator. Algoritmul (sau algoritmii) de control poate fi implementat fie pe același calculator, fie într-o rețea de calculatoare.

- control parțial descentralizat
- control total descentralizat

Control Distribuit

Are funcțiile de control implementate pe calculatoare diferite, legate în rețea.
Folosește o rețea de comunicare.

Algoritmul de control poate fi implementat:

- centralizat
- descentralizat
- distribuit

Controlerele cooperează între ele.
Au scopuri globale.

Coordonare și cooperare

Există una sau mai multe componente pentru coordonarea sistemelor distribuite sau descentralizate.

Coordonarea presupune a conduce componentele spre atingerea scopului global.

Cooperare $\neq$ Coordonare

Componentele autonome (dar nu complet independente) pot să **coopereze** sau să **colaboreze** pentru a realiza acțiuni sau activități comune.

Ce înseamnă autonom?

Calculatoare distribuite = o mulțime de calculatoare legate într-o rețea, echipate cu software distribuit

Algoritmi de control

- algoritmi centralizați (logic)
- algoritmi distribuiți
- algoritmi descentralizați (distribuit logic)

Exemple:

- Managementul (controlul) centralizat al traficului feroviar
- Managementul (controlul) descentralizat al traficului feroviar
- Managementul (controlul) *distribuit* al traficului feroviar
- Sisteme și rețele de energie electrică

Sisteme de control analog

Sisteme de control numeric

Sisteme de control hibrid

Procese tehnice: concentrate, distribuite, fixe si mobile

Mobile → dispozitive mobile + comunicare wireless

Justificarea distribuției:

- Complexitate
- Dimensiune
- Reactivitate
- Fiabilitate
- Reziliență

1.2. Domenii

Procese cu control fix:

- sisteme de energie electrică (energetic)
- sisteme distribuite de alimentare cu gaz
- sisteme de transport petrolier prin conducte
- sisteme de alimentare cu apă

Exemple de procese tehnice mobile:

- sisteme de roboți mobili
- sisteme de control al traficului
- sisteme de control al rachetelor și al navelor spațiale
- sisteme de control feroviar
- sisteme de control marin
- sisteme de control al camioanelor

Traficul feroviar poate fi abordat fie ca **proces fix**, fie ca **proces mobil**.

Clasificare (taxonomie):

1. Control al producției:

- sisteme flexibile de fabricație (flexible manufacturing systems)
- etc

2. Procese de control continuu (chimie, industria alimentară etc.)

3. Control de trafic:

- rețele feroviare
- rețele de drumuri (sau a vehiculelor)
- aeriene
- spațiale
- marine
- controlul **autovehiculelor autonome**

4. Transportul și distribuția lichidelor folosind țevi:

- apă (purificare, alimentare și irigații)
- transport petrolier
- gaz metan, etc.

5. Sisteme de control, transport și distribuție a curentului electric

6. Sisteme de monitorizare a mediului:

- controlul inundațiilor

- controlul incendiilor
- controlul poluării, etc.

Toate sistemele anterioare au următoarele caracteristici:

- citirea de date de la puncte răspândite pe o suprafață mare
- detectarea de evenimente
- procesarea de date pentru a lua decizii
- stocarea de informații pentru analiză și folosire ulterioară
- transmiterea de semnale de control către procese

Abilități și cunoștințe necesare:

- programare concurentă
- sisteme de timp real
- comunicatia componentelor distribuite
- senzori și traductoare pentru achiziția de date sau semnalarea de evenimente
- actuatori
- modele de procese care trebuie controlate
- algoritmi de control distribuit
- asigurarea fiabilității sistemelor distribuite
- arhitectura aplicațiilor distribuite

*

**** THE END ****

*