

Designul Sistemelor Embedded

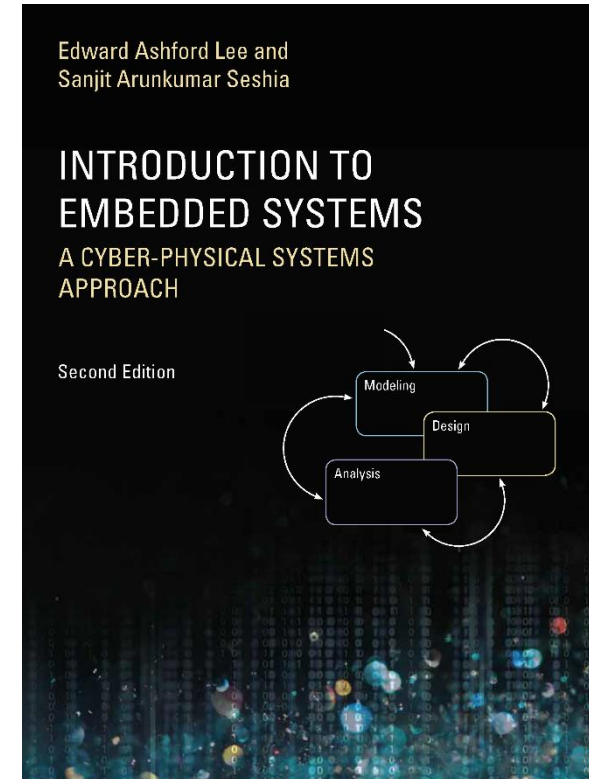
Introducere

Ce este un sistem embedded? Exemple de sisteme embedded utilizate în diverse domenii. Provocări în designul sistemelor embedded. Etapele designului sistemelor embedded

Suport curs

E. A. Lee and S. A. Seshia,

Introduction to Embedded Systems - A Cyber-Physical Systems Approach, Second Edition, 2015



Ce este un sistem embedded?



https://en.wikipedia.org/wiki/Programmable_logic_controller



<https://en.wikipedia.org/wiki/Smartwatch>



https://en.wikipedia.org/wiki/Smart_card



https://en.wikipedia.org/wiki/Automated_teller_machine



https://en.wikipedia.org/wiki/Samsung_Galaxy_Note_7



https://en.wikipedia.org/wiki/Medical_ultrasound



https://en.wikipedia.org/wiki/Industrial_robot



<https://en.wikipedia.org/wiki/BMW>

Ce este un sistem embedded?

“The usual definition of embedded system (ES) is along the lines of a device with a single bit of functionality. But, that means a cell phone is not one, and one could certainly argue the opposite. Also, this definition would mean a blade sever, which is really just a PC, is an ES.

My definition is one no one likes: An ES is a computer-based system with an extremely high quality bar. PCs can crash, ESs can't.”

Jack Ganssle

(Just What Is an Embedded System?, http://www.eetimes.com/author.asp?doc_id=1322671)

Ce este un sistem embedded?

Pe scurt: Un sistem computerizat având un scop bine definit.

- Un sistem embedded **nu** este un PC (desktop, laptop, etc.). PC-ul este destinat utilizării generice pentru o gamă variată de aplicații.

Importanța sistemelor embedded

- **Autovehiculele** moderne sisteme embedded din ce în ce mai complexe
- Piața **dispozitivelor mobile** în continuă creștere
- **Electrocasnicele** ne fac viața mai ușoară
- **Smart Grid** – rețelele energetice ale viitorului
- **Dispozitive medicale inteligente** utilizate tot mai mult în medicină
- **Roboții industriali** aduc eficiență în producție
- **IoT** – Interconectează dispozitivele embedded prin intermediul internetului

Sisteme Cyber-Fizice

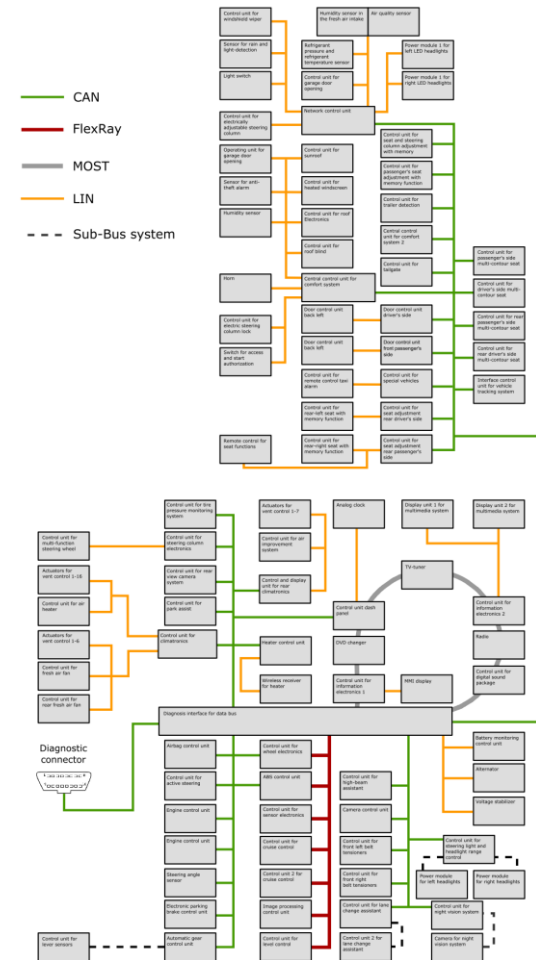
- **Sistemul Cyber-Fizic** încorporează componenta computațională și cea fizică a unui sistem punând accentul pe sinergia dintre cyber și fizic.

Cyber – derivat din cuvântul cibernetic = conducător, cârmaci, guvernator

Cu alte cuvinte, o viziune cyber-fizică asupra sistemelor se concentrează pe interacțiunea strânsă dintre sistemul embedded, responsabil cu monitorizarea și controlul, și procesul fizic.

Exemple de système embarqué: Autovehicule

- Un ecosistem embedded complex
- O multitudine de subsisteme care asigură funcționalități variate:
 - Siguranță: ABS, ESP, airbag
 - Tracțiune: motor
 - Confort: HVAC, încălzire scaune
 - Infotainment: instrument de bord, sistem multimedia, GPS
- **Rețea internă** bazată pe **protocoale de comunicare cablată și wireless**



Rețea internă Audi A8 (2010)

Exemple de sisteme embedded: Aeronautică

- O colecție de subsisteme necesare pentru funcționare în condiții de siguranță:
 - Sistem de control al zborului
 - Sistem anti-coliziune
 - Sistemul de control al flapsurilor
 - Sistemul de informații pentru piloți



<https://en.wikipedia.org/wiki/Avionics>



Exemple de sisteme embedded: Electrocasnice

- Dispozitivele electronice folosite în mod uzual acasă au evoluat și ele înspre sisteme embedded



Exemple de sisteme embedded: Medicină

- Diagnosticare și tratamente mai eficiente cu ajutorul sistemelor embedded dedicate:
 - **Computer tomograf** – imagistică bazată pe rezonanță magnetică
 - **Electrocardiograf** – înregistrează activitatea electrică a inimii
 - **Glucometru** – măsurarea nivelului de glucoză din sânge
 - **Ecograf** – imagistică bazată reflexia ultrasunetelor
 - **Stimulator cardiac** – reglarea bătăilor inimii
 - **Roboți chirurgicali** – asistență precisă și inteligentă pentru operații complexe

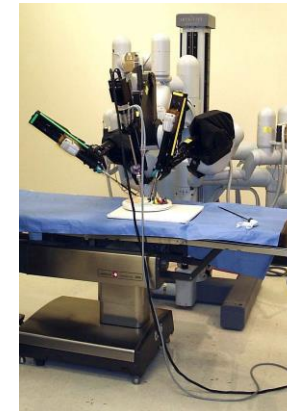
https://en.wikipedia.org/wiki/Magnetic_resonance_imaging



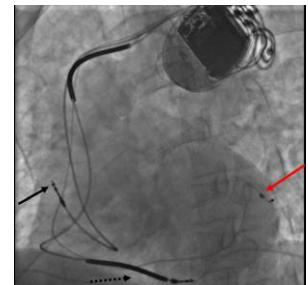
<https://en.wikipedia.org/wiki/Electrocardiography>



https://en.wikipedia.org/wiki/Glucose_meter

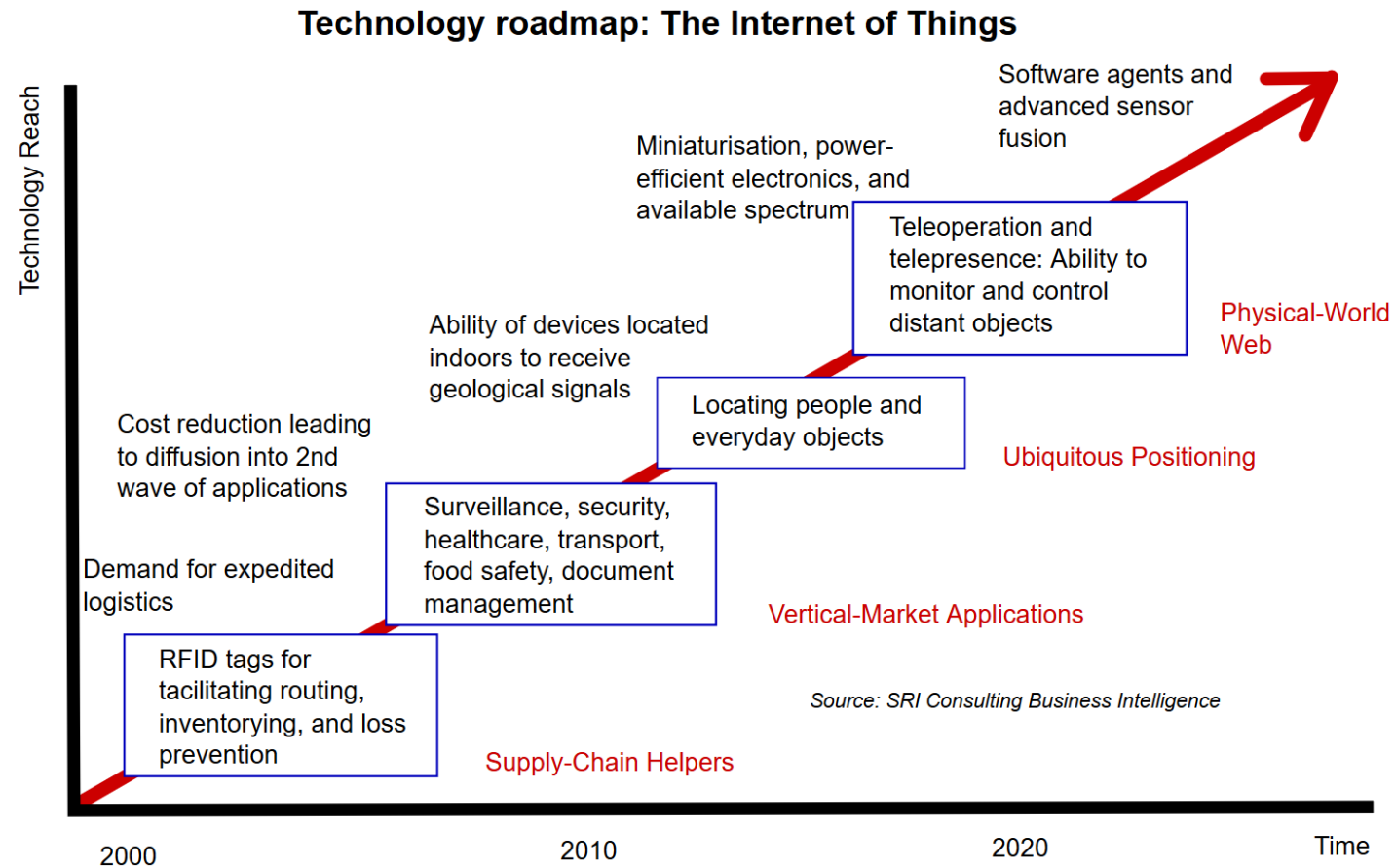


https://en.wikipedia.org/wiki/Robot-assisted_surgery



https://en.wikipedia.org/wiki/Artificial_cardiac_pacemaker

Exemple de sisteme embedded: IoT



https://en.wikipedia.org/wiki/Internet_of_things

Funcții de bază ale sistemelor embedded

- Achiziția de semnale și procesarea datelor
- Controlul circuitelor periferice
- Comunicare cu alte sisteme embedded
- Interfața cu utilizatorul
- Stocarea datelor

Constrângeri în designul sistemelor embedded

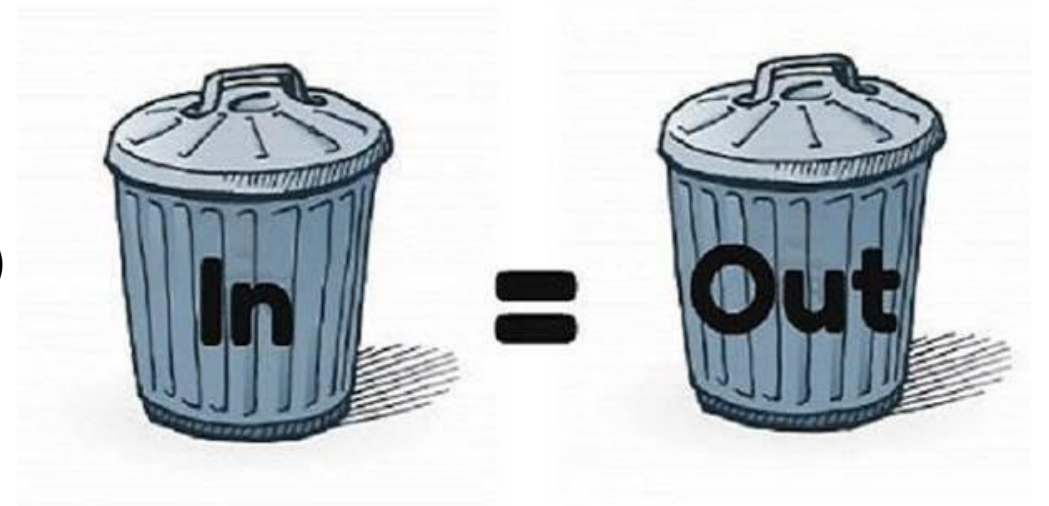
- **Dimensiuni mici:** dispozitive wearable, dispozitive mobile
- **Consum redus de putere:** dispozitive alimentate de baterii ce necesită autonomie de durată
- **Operare în condiții severe:** dispozitive ce trebuie să reziste la factori de mediu precum umiditate, coroziune, vibrații, fluctuații de putere, interferențe electromagnetice, etc.
- **Real-time:** dispozitive care trebuie să realizeze acțiuni într-un timp dat
- **Siguranță:** sistemele critice trebuie să-și îndeplinească funcția în orice condiții
- **Securitate:** protecție la manipulare, protecția datelor și a proprietății intelectuale
- **Costuri:** minimizarea costurilor de dezvoltare și producție

Specificații

- Procesul de design **pornește de la specificații**
- **Calitatea** specificațiilor se reflectă în produsul final

“A design without specifications cannot be right or wrong, it can only be surprising!”

Young et al. (1985)



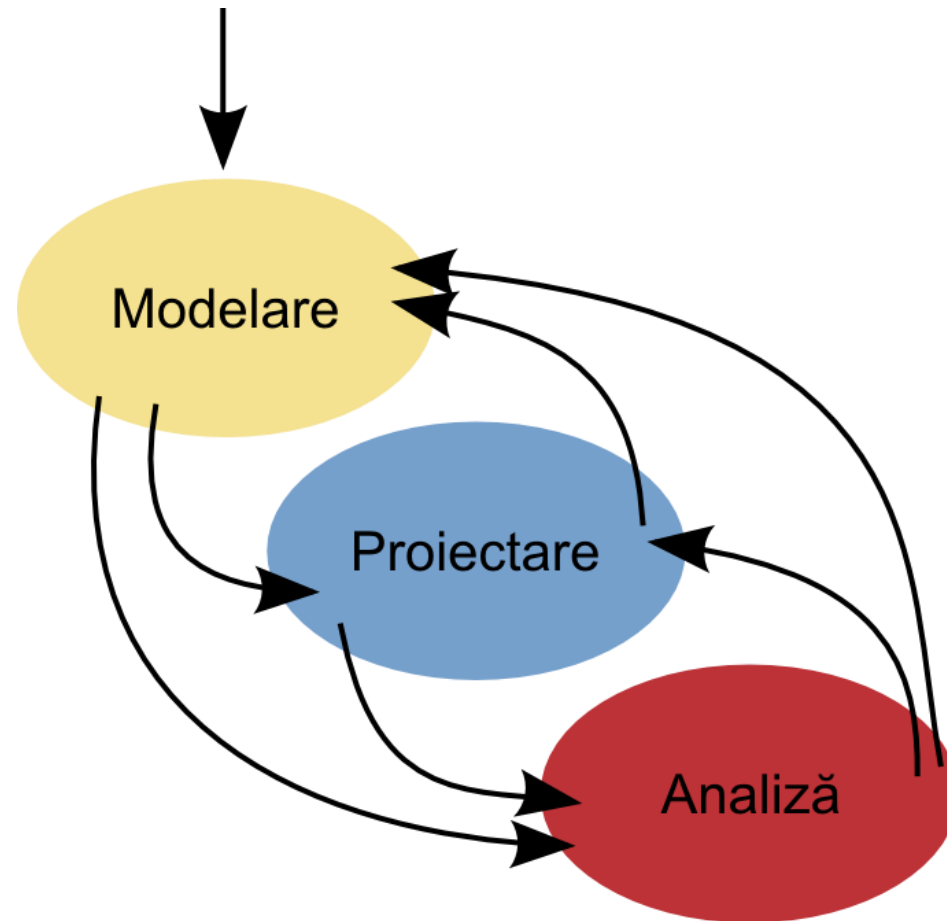
Specificații

- **Specificațiile sunt complete?**
 - Descriu clar functionalitatea sistemului?
 - Prezintă clar intrările și ieșirile?
 - Tratează aspectul regimului de funcționare?
- **Specificațiile sunt clare?**
- **Specificațiile sunt corecte? (Descriu un produs care se poate realiza)**
- **Orice aspect neclarificat în faza de analiză a specificațiilor poate cauza probleme în alte faze ale proiectului!**

Etapele procesului de design

- **Modelare**: înțelegerea sistemului prin imitare -> **Ce** face sistemul?
- **Proiectare**: definirea componentelor sistemului și a interacțiunii dintre ele -> **Cum** face sistemul ceea ce face?
- **Analiză**: înțelegerea sistemului prin studiu amănunțit -> **De ce** face sistemul ceea ce face?

Etapele procesului de design



Modelare

- Modelul este definit ca o reprezentare a unor aspecte ale sistemului cu scopul de a evidenția proprietățile sistemului
- Modelul imită proprietățile sistemului
- Un model poate să fie:
 - **Abstract** – omite anumite detalii ale sistemului
 - **De înaltă fidelitate** – descrie cu acuratețe proprietățile sistemului
- Modelele de înaltă fidelitate sunt modele **ideale**. În realitate **orice model omite anumite aspecte** ale sistemului real.

Proiectare

- Alegerea componentelor **potrivite** pentru îndeplinirea proprietăților sistemului.
- HW:
 - Unitatea de procesare, arhitecturi de procesoare
 - Senzori și actuatoare
 - Memorii
 - Canale de comunicare
- SW:
 - Procesare Real-Time
 - Multitasking
 - Scheduling
 - Sisteme de operare
 - Protocoale de comunicare

Proiectare

- Important pentru faza de proiectare: **Sistemele embedded îndeplinesc funcții dedicate!**
- Un sistem specializat este mult mai eficient decât un sistem construit pentru a îndeplini mai multe sarcini.
- Beneficii ale sistemelor specializate:
 - Pot avea consum redus de energie
 - Pot beneficia de HW specializat pentru a eficientiza procesarea (ex. Analiza de imagini, securitate)

Analiză

- Analiza eficientă a specificațiilor
- Tehnici de prezentare a specificațiilor:
 - **Tehnici descriptive**
 - **Tehnici formale** - > Permit verificarea formală automată
- Model checking
- Compararea specificațiilor cu proprietățile sistemului proiectat