



Bazele Roboticii

Curs 07

Sistemul senzorial al unui robot

Gigel Măceşanu



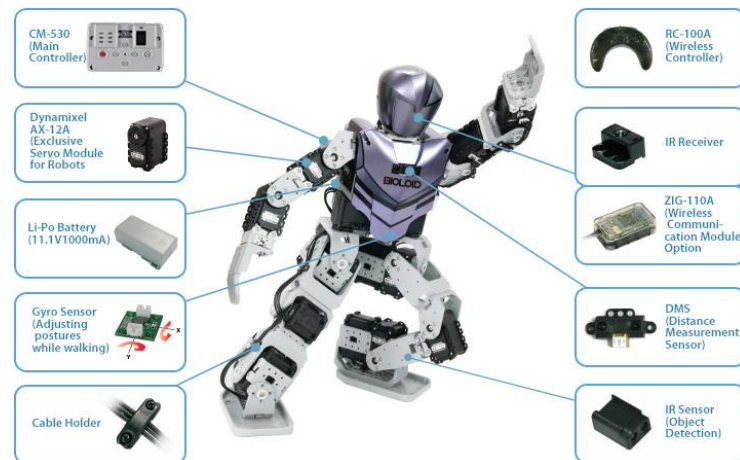
Cuprins

- **Introducere**
- **Clasificarea senzorilor**
- **Structura unui sistem de achiziție de date**
- **Senzori de proximitate**
- **Senzori tactili**
- **Senzori video**



Introducere

- **Senzori** asigură informațiile primare privind caracteristicile și parametrii mediului de operare al robotului
- **Sistemul senzorial al robotului** este ansamblul acestor dispozitive și echipamente care oferă robotului o informații despre mediul extern, în care evoluează, și care permite acestuia să realizeze o comportare adaptivă față de orice modificări interne sau externe
- **Sistemul senzorial** poate oferi informații privind parametrii intrinseci ai robotului (deplasare, viteză, accelerație) sau poate defini caracterul obiectelor din imediata vecinătate a spațiului de operare





Clasificarea senzorialor

- În funcție de locul de unde se culeg informațiile, cât și funcția îndeplinită:
 - ***Senzori interni (proprioceptivi)*** - furnizează date privind diferitele elemente componente ale robotului (poziție, orientare, viteză, articulații)
 - ***Senzori externi (exteroceptivi)***: culeg date despre elementele din exteriorul robotului
- În funcție de distanța de la care sunt culese informațiile putem avea:
 - ***Senzori de contact*** - folosiți pentru măsurarea presiunii dintre obiect și dispozitivul de prehensiune, a alunecării obiectului față de dispozitivul de prehensiune, respectiv pentru determinarea proprietăților fizice ale obiectului
 - ***Senzori pentru zone apropiate (de proximitate)***: de tip optic, pneumatic sau electromagnetic, care dau furnizează date fără a avea contact fizic cu obiectul;



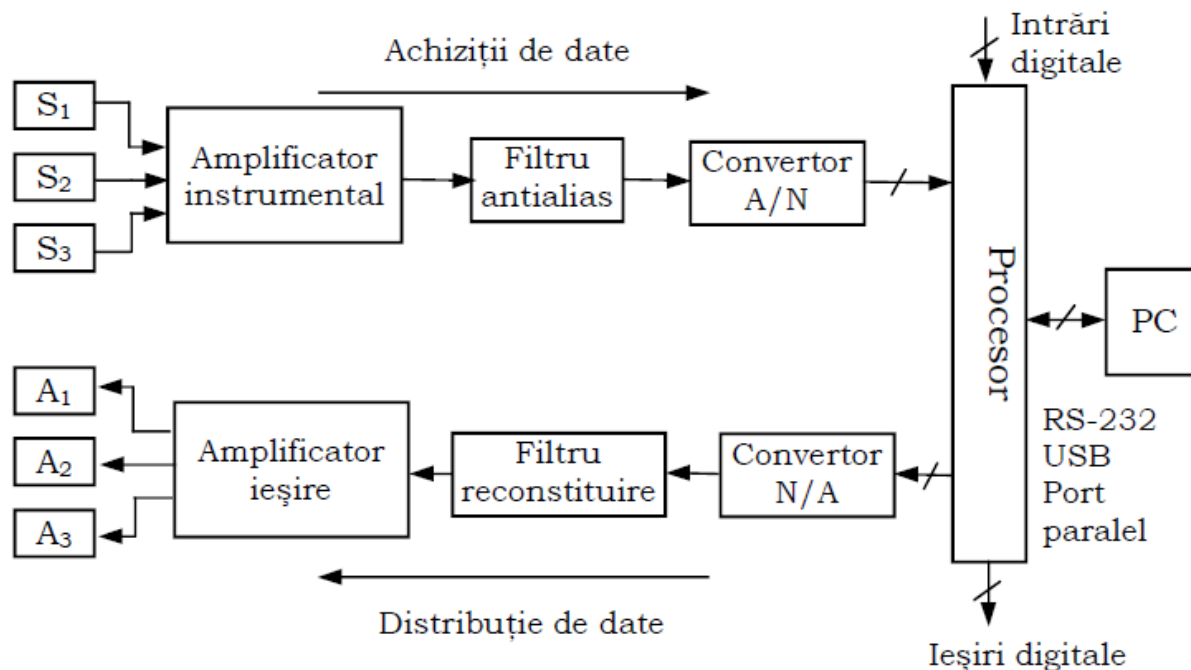
Clasificarea senzorialor

- În funcție de distanța de la care sunt culese informațiile putem avea:
 - **Senzori de zona îndepărtată:** de tip acustic cu ultrasunete sau camera video, utilizați de roboții mobili pentru planificarea acțiunilor
- După proprietățile obiectelor pe care le evidențiază:
 - **Senzori pentru determinarea formelor și dimensiunilor geometrice (de deplasare)**
 - **Senzori pentru determinarea proprietăților fizice ale obiectelor (de efort, de cuplu, de densitate, de presiune, de debit etc.)**
 - **Senzori pentru determinarea proprietăților chimice ale obiectelor (de concentrație, de compoziție, analize chimice)**
- Din punct de vedere constructiv:
 - **Senzori activi (conțin și emitor și receptor)**
 - **Senzori pasivi (format doar din receptor)**



Structura unui sistem de achiziție de date

- Structura de principiu a unui sistem de achiziții de date pentru utilizări generale este următoarea:



- Arhitectura conține două niveluri:
 - **Unul pentru achiziție de date**
 - **Unul pentru distribuția datelor**



Structura unui sistem de achiziție de date

- **Filtrul antialias (antialiere) are un comportament de filtru trece-jos.**
 - **Are rolul de a limita variația semnalului aplicat la intrarea convertorului A/N, astfel încât pentru frecvența cu care are loc eșantionarea să fie satisfăcută teorema eșantionării.**
- **Partea inferioară a arhitecturii are în principal rolul de a furniza la ieșire semnalele necesare pentru comanda actuatorilor (A1, A2, A3), pornind de la informații numerice furnizate de blocul procesor**
- **Funcțiile blocului procesor:**
 - **guvernează funcționarea întregului sistem, având rol de dispozitiv de comandă sau circuit de control a achiziției**
 - **realizează o preprocesare locală a datelor achiziționate**
 - **asigură interfațarea cu calculatorul (procesorul) central de pe nivelul ierarhic superior.**



Metode de citire a datelor de la senzori

- Pentru a extrage datele de la sistemul senzorial se pot folosi
 - **monitorizare (polling), adică prin urmărirea stărilor senzorilor prin bucle de program rulate în permanență într-un mod invizibil pentru programul principal**
 - **Sunt instrucțiuni specifice de acțiune în funcție de o anumită stare sau valoare a unui senzor**
 - **Programul reacționează în concordanță cu aceste valori**
 - **metoda întreruperilor care oferă pentru programul principal posibilitatea unei utilizări mult mai eficiente a resurselor de calcul.**

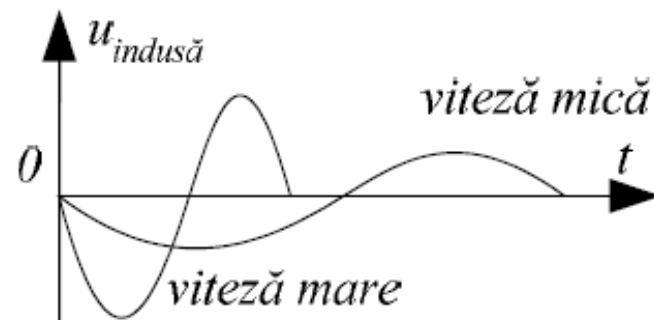
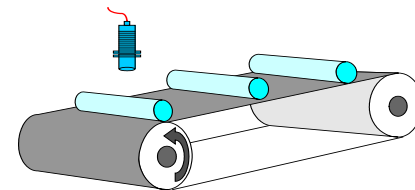


Senzori de proximitate

- *Senzorii de proximitate* furnizează informații cu privire la pozițiile relative ale obiectelor, pentru a putea verifica dacă o poziție este corectă sau nu, dacă o operație a fost executată corect sau nu, pentru a evita coliziunile cu obiectele mediului din jurul robotului

➤ **Senzori de proximitate inductivi**

- Senzorul inductiv conține un magnet permanent și un miez pe care se găsește un conductor bobinat
- În absența din apropiere a corpurilor metalice (feromagnetice) liniile de câmp ale magnetului permanent nu se vor închide prin miezul înconjurat de bobină, ci prin aer
- La apropierea de un corp feromagnetic liniile de câmp suferă o deviere și se închid prin miezul înconjurat de bobină

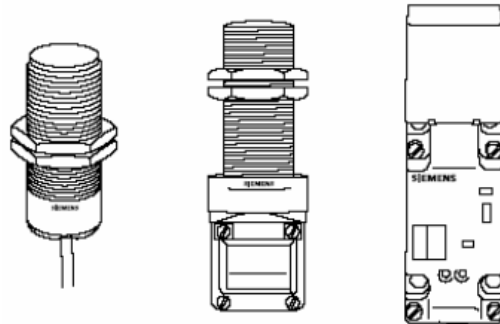
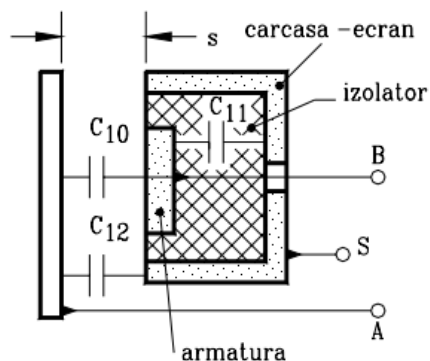




Senzori de proximitate

➤ Senzori de proximitate capacitivi

- capacitatea acestui condensator devine variabilă prin modificarea distanței dintre armături sau modificarea dielectricului dintre acestea (variația suprafeței nu e luată în considerare)
- prin apropierea unui element mobil (conductor sau dielectric) de fața sensibilă a traductorului, capacitatea electrică se modifică
- Pentru detectarea materialelor conductive electric, senzorul se bazează pe un condensator format dintr-o armătură sensibilă (fața sensibilă a traductorului), iar a doua armătură este corpul controlat.

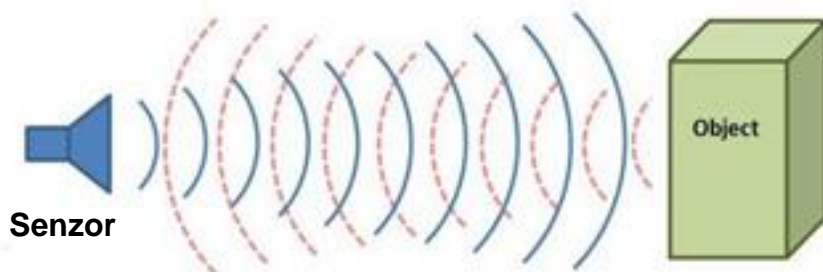




Senzori de proximitate

➤ Senzori cu ultrasunete

- Senzorii ultrasonici reprezintă varianta cea mai utilizată de senzori de proximitate, alături de senzorii în infraroșu
- Avantajul major al senzorilor ultrasonici este că pot sesiza obiecte din orice material, permițând ca prin procesare adecvată să se determine distanțele până la obiectele detectate
- Permit detectarea de obiecte de la cm până la m



Senzorul generează un impuls și așteaptă apoi ecolul de la acesta

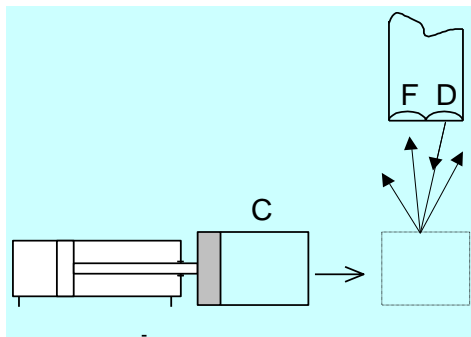
- Un semnal de frecvență ridicată este transmis de emitor
- Se verifică timpul necesar întoarcerii semnalului, după reflexie



Senzori de proximitate

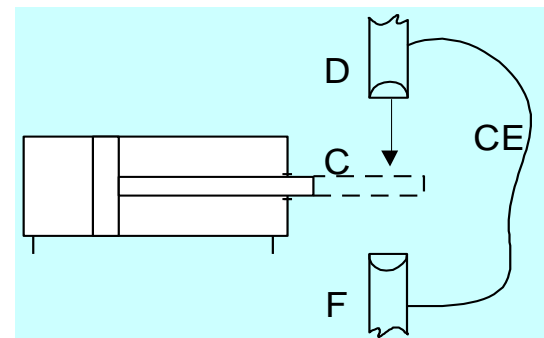
➤ Senzori optici

- Senzorii optici de proximitate folosesc dispozitive optice și electronice pentru detecția obiectelor
- Este folosită lumina roșie (ca surse de lumină roșie sau infraroșie sunt folosite LED-uri)



- Conține un emitor și un receptor (pot fi și în aceeași incintă)
- Conține: un etaj de sincronizare, un modul de amplificare

- Poate fi construit cu elementul de recepție lângă cel de emisie (aceiași incintă), sau separate (legătura e dată de un conductor electric)

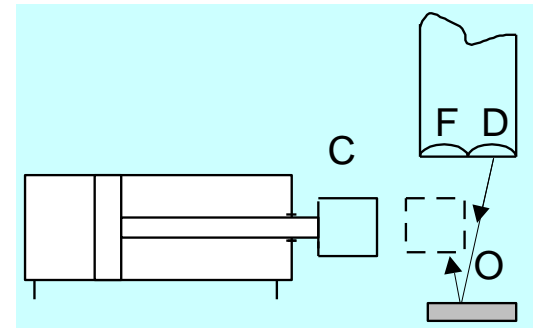




Senzori de proximitate

➤ Senzori optici

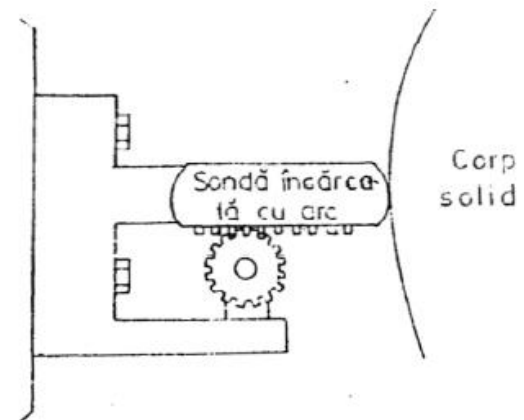
- **Conține:** un etaj de sincronizare, un modul de amplificare
- Pentru implementarea cu E și R în aceeași incintă se poate utiliza și o oglindă, plasată de cealaltă parte a elementului ce trebuie detectat
- Etajul de comutație este activat atunci când la receptor nu mai ajunge raza de lumină emisă de dioda luminiscentă.
- În funcție de senzori avem: comutare la lumină și comutare la întuneric
- Pot apărea contaminări ale rezultatelor datorită factorilor precum praful, așchii.





Senzori tactili

- **Senzori primari:** utilizează un micro întrerupător în interiorul degetelor, permițând sesizarea dacă un obiect este apucat sau nu între degete
- **Senzor analogic:** un dispozitiv a cărui mărime de ieșire este proporțională cu o forță dezvoltată local:
 - **Sonda constă dintr-o tijă metalică în interiorul căreia se găsește un arc pentru care se cunoaște constanta de elasticitate**
 - **Tija este prevăzută cu o cremalieră cuplată cu o roată dințată**
 - **Tija se deplasează și realizează o deplasare unghiulară a roții dințate**
 - **Deplasarea este interpretată cu un potențiomtru sau cu un traductor incremental**





Senzori tactili

- **Senzori tactili capacitivi:**

- **Măsoară o forță aplicată prin detectarea modificărilor de distanță dintre două armături paralele ale unui condensator**
- **Creșterea forței determină compresia materialului dielectric dintre armături, conducând la o creștere a capacității efective**
- **Legătura între compresie și forță este (legea lui Hooke):**

$$F = k * \Delta x,$$

unde, F este forța aplicată, k este constanta de elasticitate, Δx este deplasarea

- **Δx se calculează din măsurarea capacității, aplicând apoi:**

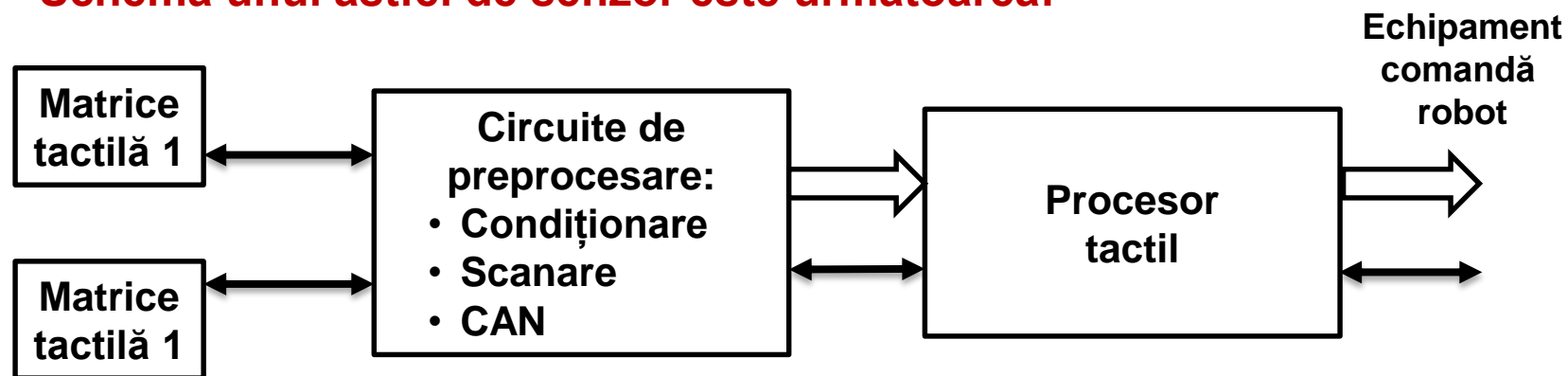
$C = \frac{\alpha A}{4\pi d}$, unde α este constanta dielectricului, d este distanța între armături, A este aria armăturilor

- **În practică, în general, apare sub forma unei matrice de 8*8**



Senzori tactili

- **Senzori cu matrice tactile:**
 - **Conțin două matrice cu elemente sensibile, amplasate pe degetele robotului**
 - **Mai sunt cunoscuți sub denumirea de ”*piele artificială*”**
 - **Schema unui astfel de senzor este următoarea:**



- **Rezoluția unui astfel de senzor este considerabil redusă față de a omului**



Senzori tactili

- **Pentru a putea fi realizați practic trebuie avut în vedere:**
 - să aibă o densitate suficient de mare a elementelor senzitive corespunzătoare aplicației vizate
 - să prezinte abilitatea de a putea lua forme geometrice care să permită înglobarea matricelor cu elemente senzitive în bacurile dispozitivului de prehensiune
 - să prezinte capabilitatea de a sesiza atât eforturi normale cât și eforturi tangențiale
 - să aibă o înaltă fiabilitate și rezistență la factorii de mediu de natură mecanică, chimică și electrică



Senzori video

- Camerele video digitale au în componența lor un senzor de imagine electronic, cu ajutorul căruia se face captarea reflexiei luminoase a mediului înconjurător
- Tehnologiile cel mai des folosite sunt CCD și CMOS
- Pot fi monoculare sau stereo
- O imagine achiziționată poate fi reprezentată printr-o funcție:



$$f(x, y) = \begin{bmatrix} f(0, 0) & f(0, 1) & \dots & f(0, N - 1) \\ f(1, 0) & f(1, 1) & \dots & f(1, N - 1) \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ f(M - 1, 0) & f(M - 1, 1) & \dots & f(M - 1, N - 1) \end{bmatrix}$$

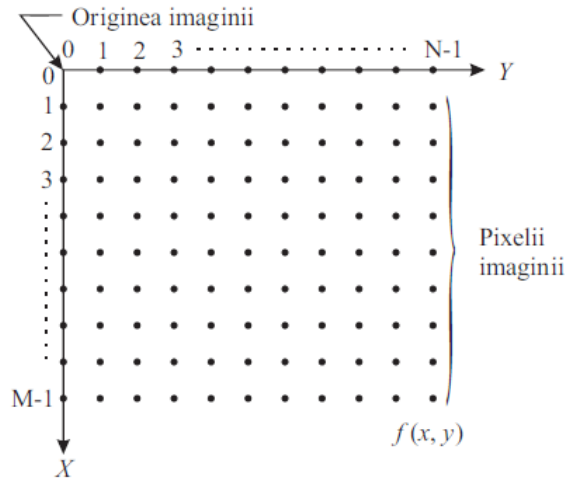
- Valorile pe care le poate lua funcția sunt în intervalul:

$$0 \leq f(x, y) \leq L - 1, \text{ unde } L \text{ este în general } 256$$



Senzori video

- Parametrii funcției sunt coordonatele pixelilor în imagine:



Coordonatele pixelilor imaginii
pe cele două direcții ale lui \mathbb{R}^2

- Sunt necesare operații de tipul:
 - Achiziția imaginii
 - Pre-procesarea imaginii
 - Extragerea informației utile din imaginile achiziționate
 - Transmiterea informației la robot



Contact:
Email: gigel.macesanu@unitbv.ro
Web: rovis.unitbv.ro