

Module de control îmbunătățite bazate pe arhitectura modulară de control

1. Sistemul de control al robotului ProHep-LCT optimizat

Arhitectura de control optimizată prezentată în Figura 1 este realizată plecând de la ideea implementării unei soluții modulare, în care, de la consola centrală, MASTER, să se poate controla fiecare modul în parte. Întregul control al sistemului este deținut de operator (chirurg), care poate controla individual cei doi roboți, cât și cele două module care realizează controlul sondei ecografice și a instrumentului de inserție a acelor.

- ✓ Primul pas îl constituie inițializarea sistemului (stabilirea valorilor de „0” pe fiecare axă de mișcare), acțiune necesară datorită utilizării unor senzori de poziție inductivi relativi.
- ✓ Următorul pas îl reprezintă registerarea celor doi roboți ai sistemului ProHep-LCT, astfel încât să se utilizeze un sistem comun de coordonate.
- ✓ În momentul în care pacientul este pregătit (anesteziat, sistem CO2 în funcțiune, etc.) urmează inserția sondei ecografice intraoperatorii. Detecția tumorilor se realizează atât cu ajutorul robotului destinat ghidării instrumentului de acțiune a sondei cât și a instrumentului în sine.
- ✓ Pe baza datelor referitoare la poziția punctelor țintă în tumoare și a localizării acesteia, se stabilește și celălalt punct de inserție a primului ac, deci traiectoria de inserție.
- ✓ Se realizează poziționarea instrumentului de inserție a acelor, urmată de procedura de inserție a primului ac.

În urma procedurii de validare a inserției acului, se poate fie reajusta traiectoria primului ac urmată de re-inserția acestuia, fie, dacă acul este corect poziționat, se trece la inserarea printr-o procedură asemănătoare și a celorlalte ace.

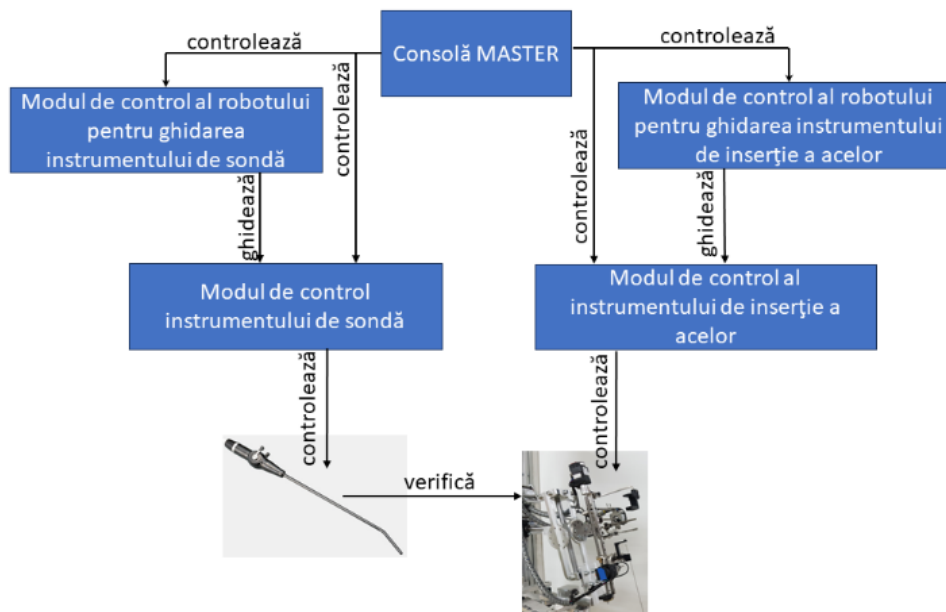


Figura 1. Arhitectura de comanda optimizată

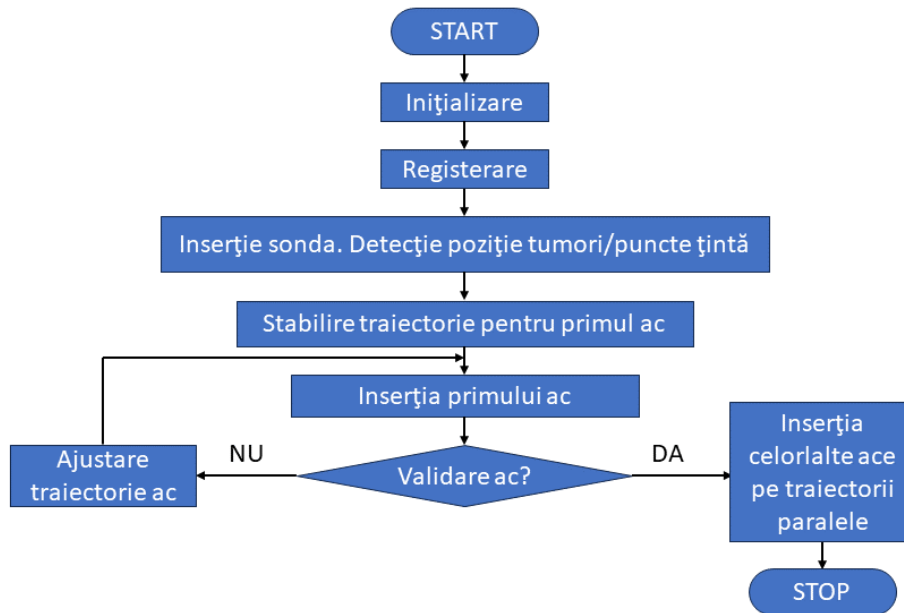


Figura 2. Algoritm general de control al sistemului ProHep-LCT

2. Realizarea sistemului de control al instrumentului pentru inserția acului

În Figura 3 este prezentată schema logică a algoritmului de control a instrumentului de inserție a acelor. În ceea ce privește controlul instrumentului la nivelul PLC-ului s-au implementat funcții de comandă pentru fiecare pas care trebuie urmat pentru realizarea procedurii de inserție a acului. Pentru a realiza procedura de inserție trebuie respectați următorii pași:

- ✓ Selecția acului care urmează să fie preluat din magazia pentru ace, începând cu primul ac;
- ✓ Preluarea acului din magazie;
- ✓ Poziționarea acestuia în primul punct de inserție, care conform procedurii de brahiterapie trebuie inserat în centrul tumorii (corespunzător centrului șablonului);
- ✓ Se inserează acul prin orificiul șablonului pentru a asigura o precizie mai ridicată a inserției liniare oferind un punct de ghidare și împiedicând deflecția acului;
- ✓ Verificarea și validarea poziției acului în cazul în care poziția corespunde cu cea dorită, aceasta este validată. În caz contrar poziția este ajustată pentru a corespunde cu cea dorită, urmând a fi apoi validată;
- ✓ Se eliberează acul și se retrage gripper-ul, urmând ca procedura să se repete de cât ori este necesar până la finalizarea acesteia.

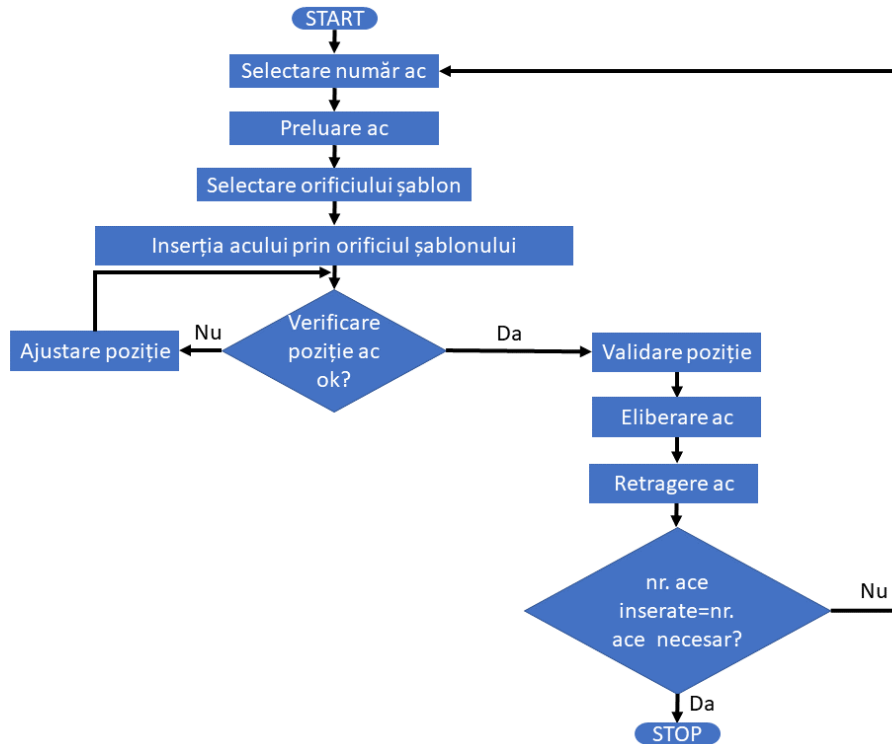


Figura 3. Algoritm de inserție a acelor, realizat cu ajutorul instrumentului de inserție a acelor

3. Realizarea sistemului de control al instrumentului pentru ghidarea sondei ecografice

În ceea ce privește sonda ecografică intraoperatorie aceasta este folosită pentru localizarea tumorilor în câmpul operator pe baza datelor preoperatorii obținute de la CT și pentru a verifica inserția acelor. Având în vedere aceste aspecte pentru controlul instrumentului care manipulează sonda s-au implementat la nivelul PLC-ului funcții de comandă care permit controlul individual al fiecărui motor al sondei, prin mișcări incrementale. În Figura 24 este prezentat și un algoritm general de manipulare a sondei.

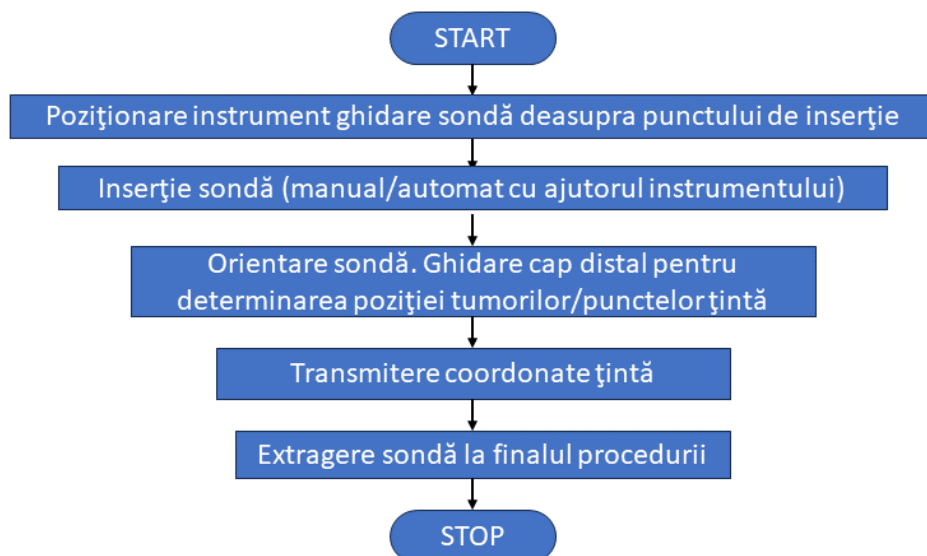


Figura 4. Algoritm de manipulare a sondei ecografice intraoperatorii

- ✓ Primul pas îl reprezintă poziționarea instrumentului de ghidare a sondei ecografice deasupra punctului de inserție (RCM – Remote Center of Motion) în corpul pacientului.
- ✓ Inserarea sondei se va face fie manual, de către operator, fie automat, cu ajutorul instrumentului de ghidare a sondei (sau combinând cele două metode).
- ✓ Urmează orientarea sondei în interiorul corpului pacientului. Aceasta se va realiza atât cu robotul dedicat ghidării instrumentului pentru sondă, cât și cu ajutorul instrumentului, alternativ, în funcție de poziția căutată (tumori, puncte țintă).
- ✓ După identificarea poziției punctelor țintă, coordonatele acestora vor fi transmise robotului destinat ghidării instrumentului de ghidare a acelor.
- ✓ La finalul procedurii, sonda este retrasă.

Prof. univ. dr. ing. Doina PISLĂ

