

Interfață grafică modulară

A fost dezvoltată o nouă interfață cu utilizatorul cu ajutorul IDE-ului Microsoft Visual Studio folosind Windows Forms, iar ca limbaj de programare C#. Pentru a facilita controlul sistemului robotic a fost dezvoltată o Interfața grafică este formată dintr-o singură fereastră cu mai multe secțiuni, care permite utilizatorului să navigheze între paginile interfeței utilizatorului (Figura 1):

- ✓ Robot setup – acest panou conține toate elementele necesare pentru inițializarea sistemului robotic;
- ✓ Registration – acest panou conține toate elementele necesare pentru salvarea punctului de RCM;
- ✓ Treatment Procedure – conține toate elementele necesare pentru comanda sistemului robotic în ceea ce privește procedura de tratament;
- ✓ Service – acest panou conține elemente care permit depanarea sau testarea sistemului robotic.

Fereastra **Robot Setup** prezentată în Figura 2. conține informații privind inițializarea sistemului robotizat. Primul pas pentru inițializarea sistemului este apăsarea butonului Robot Power On care comandă alimentarea și dezactivarea frânelor motoarelor ale sistemului robotic, permițând în același timp mișcarea acestora. Ca urmare, operația de inițializare a fiecărei axe poate fi efectuată. După activarea mișcării, în dreptul butonului Robot Power On va apărea o etichetă, de culoare verde, dacă activarea a fost efectuată cu succes sau roșie dacă activarea nu a putut fi efectuată. După activarea axelor de mișcare, urmează procesul de inițializare pentru fiecare modul al sistemului robotic. Procedura de inițializare (Homing) se realizează secvențial, începând cu modulul pentru ghidarea instrumentului de inserție a acelor prin apăsarea butonului Needle din câmpul Robot, urmat de inițializarea modulului pentru ghidarea instrumentului care manipulează sonda intraoperatorie prin apăsarea butonului I-Us din același câmp. După ce modulele de ghidare au fost inițializate se inițializează și instrumentele aferente modulelor, începând cu instrumentul de inserție a acelor, prin apăsarea butonului Needle din câmpul Instruments, urmat de instrumentul care manipulează sonda ultrasonografică din același câmp. Dacă inițializarea a avut loc cu succes, culoarea de fundal a butoanelor menționate mai sus se va schimba în verde, astfel sistemul fiind inițializat și putând fi operat, dacă nu culoarea de fundal a acestora va avea culoarea roșie, însemnând că procedura de inițializare nu a avut loc cu succes. Următorul pas pentru setarea sistemului robotic este selectarea modalității de control care poate fi realizată prin apăsarea butoanelor Joystick/Mouse + Keyboard, din panoul Control Method. Prin intermediul opțiunii de control Joystick, robotul poate fi poziționat și orientat folosind un mouse de la 3D Connection, iar în cazul metodei de control Mouse + Keyboard robotul este controlat prin introducerea din fișier a datelor de intrare pentru punctul de inserție și punctul țintă. Ca măsură de siguranță poate fi folosită doar o singură metodă, și nu amândouă în același timp. Pentru a putea reseta posibilele erori care pot apărea pe parcursul utilizării sistemului robotic, a fost implementat și un buton de Error Reset. Pentru a crește siguranța utilizării sistemului robotic în timpul procedurii, a fost dezvoltat și introdus în aplicație și un buton de urgență „virtual” Emergency Stop, pe lângă cel fizic, amplasat direct în interfața grafică și marcat cu o culoare corespunzătoare. După efectuarea tuturor pașilor necesari pentru configurarea și inițializarea sistemului robotic, prin apăsarea butonului Ok, acesta va conduce spre următorul panou.

În Figura 3. este prezentată secțiunea **Registration**, unde se realizează procedura de înregistrare a punctului de RCM, prin inserarea sondei în cavitatea abdominală, cu ajutorul Joystick-ului până la un punct

indicat, după care acesta se memorează, în controlul robotului prin apăsarea butonului Save RCM din interfața grafică. După salvarea punctului, prin apăsarea butonului Ok se confirmă finalizarea procedurii și se trece la panoul Treatment Procedure.



Figura 1. Secțiunile interfeței cu utilizatorul

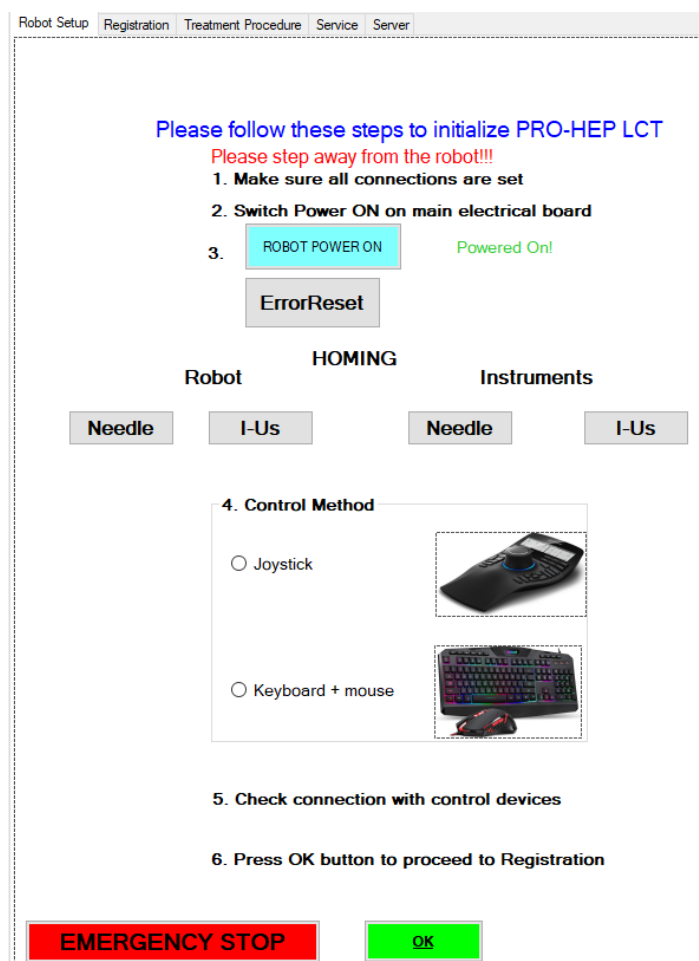


Figura 2. Secțiunile interfeței cu utilizatorul

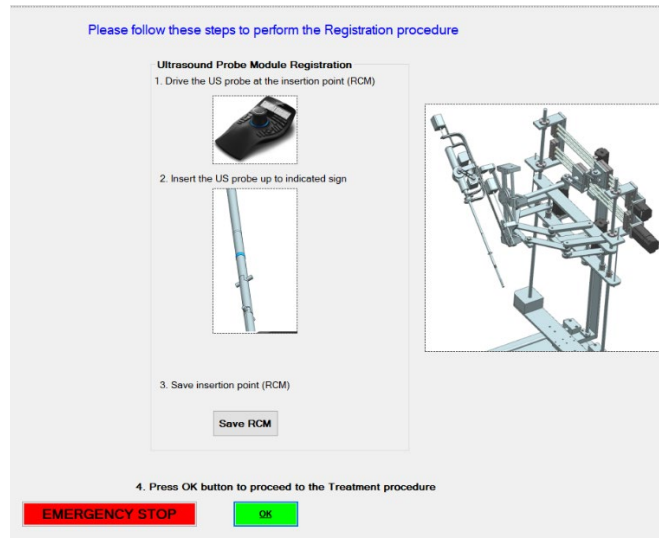


Figura 3. Panoul **Registration** al interfeței grafice

În Figura 4 este prezentată secțiunea **Treatment Procedure** care conține mai multe sub-panouri care au rol în comanda sistemului robotic făcând interfața grafică intuitivă. Imaginile pe care le furnizează sonda intraoperatorie folosită pentru a supraveghea inserția acelor în tumoră și pentru a localiza tumora pe baza datelor preoperatorii se captează și se furnizează într-o fereastră individuală care oferă informații chirurgului direct în interfața grafică, precum și imaginile de la camera laparoscopică care oferă informații din câmpul operator. Acest lucru se realizează prin apăsarea butonului Start Video Streaming.

Butoanele PRoHep-LCT Us Module / PRoHep-LCT Needle Module sunt folosite pentru selecția brațelor care urmează să fie controlate prin intermediul Joystick-ului, putând fi selectat un singur modul, astfel evitându-se o mișcare simultană a ambelor module, din motive de siguranță. Sub-secțiunea PRoHep-LCT Us Module conține mai multe elemente care țin de comanda brațului robotic pentru ghidarea instrumentului care acționează sonda intra-operatorie. Sub-secțiunea PRoHep-LCT Needle Module conține mai multe elemente care țin de controlul brațului robotic pentru ghidarea instrumentului de inserție a acelor. Barele de derulare Position și Speed ajută utilizatorul să seteze valori de scalare pentru viteza cu care se mișcă robotul și valorile de scalare pentru incrementarea pozițiilor. Introducerea coordonatelor pentru calculul traiectoriilor de mișcare a ambelor module se realizează prin apăsarea butonului Browse care permite navigarea prin fișierele salvate pe PC pentru a selecta fișierul în care sunt scrise coordonatele. S-a ales această modalitate de scriere a coordonatelor pentru a evita orice eroare umană. Memorarea și trimiterea valorilor coordonatelor a ambelor module către PLC-ul sistemului, se realizează prin apăsarea butonului SaveTarget. După finalizarea procedurii de orientare și poziționare a modulelor care ghidează instrumentele, care se realizează în mod automat după traiectoria calculată la nivelul PLC-ului prin apăsarea butoanelor, Us Module To Insertion și Needle Module To Insertion și localizarea tumorii se realizează procedura de inserție a acelor și aplicarea tratamentului. Primul pas este selectarea numărului acului care se dorește a fi preluat din magazia instrumentul, acest lucru se realizează cu ajutorul câmpului Select Needle No. care permite utilizatorului să selecteze un număr de la 1-6 (6 fiind numărul maxim de ace pe care instrumentul le poate insera), începând cu primul ac. Poziționarea gripperului în dreptul fiecărui ac selectat se realizează prin apăsarea butonului Take Needle. Următorul pas este preluarea acului din magazie, această procedură se realizează prin apăsarea butonului Grip

Needle. După ce acul a fost preluat, din câmpul needle mesh unde este prezentată dispoziția matriceală a orificiilor șablonului, se selectează orificiul prin care urmează să fie introdus acul (ținând cont de faptul că primul ac se inserează mereu prin orificiul din mijlocul șablonului), acul fiind condus deasupra punctului de inserție în momentul apăsării butonului Needle to insertion. În momentul în care acul este poziționat deasupra punctului de inserție acesta urmează să fie inserat până în tumoră, acest lucru realizându-se prin apăsarea butonului Insert Needle. După verificarea cu ajutorul sondei intraoperatorie a poziției acului, aceasta se validează prin apăsarea butonului Validate Needle, iar orificiul prin care a fost introdus acul va fi evidențiat prin schimbarea culorii găurii în verde, pentru a marca faptul că acul a fost introdus corect și pentru a evita inserția unui alt ac prin același orificiu al șablonului. În cazul în care sunt necesare corecții ale distanței de inserție a acului de-a lungul axei Z, acestea se realizează cu ajutorul butoanelor Z+/Z- care permit mișcări incrementale în direcție pozitivă sau negativă ale motorului care realizează inserția. După finalizarea inserției acului acesta este eliberat din gripper, prin apăsarea butonului Release Needle, urmat de retragerea acului, procedură realizată prin apăsarea butonului Retract Needle. Câmpul Needle insertion velocity permite utilizatorului să seteze în timp real viteza de inserție a acului în cazul în care se observă că viteza presetată inițial este prea mică sau prea mare. În cazul în care este necesară întreruperea tratamentului acest lucru se poate realiza prin apăsarea butonului STOP. După finalizarea procedurii de tratament prin apăsarea butonului GoToOrigin modulele sistemului robotic care manipulează instrumentele sunt trimise într-o poziție predefinită după retragerea acestora din cavitatea abdominală.

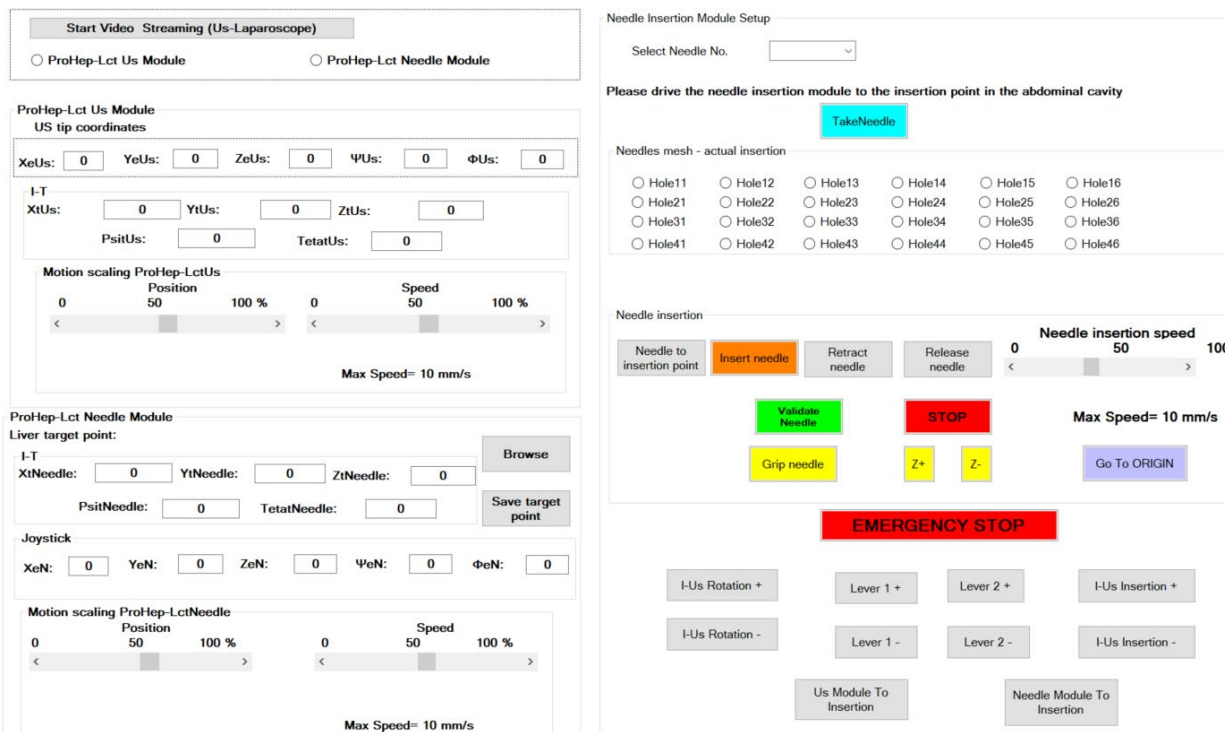


Figura 4. Secțiunea Treatment Procedure al interfeței grafice

Prof. univ. dr. ing. Doina PISLĂ

DPisla